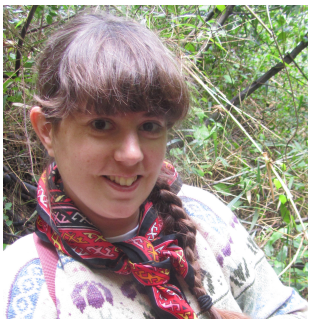
Manual para Parabiólogos

Cordillera de Nahuelbuta
Noviembre de 2017

Agradecimientos

Agradecemos al National Geographic Society por su apoyo y la oportunidad de hacer este proyecto (Grant Number W459-16), y a Nahuelbuta Natural por la colaboración.

Autores



Dra. Meredith Root-Bernstein es investigadora en conservación. Actualmente tiene un Marie Curie FP7 Agreenskills Plus Fellowship al Instituto Nacional de Investigación Agronómica en Francia, y es investigadora asociada al Instituto de Ecología y Biodiversidad en Santiago, Chile. Se concentra en el estudio de sistemas socio-ecológicas, la perturbación ecológica, y la degradación y restauración de hábitats mediterráneos.

Andrés Charrier es herpetólogo basado en el Departamento de Ecología, Pontificia Universidad Católica de Chile. Ha trabajado con el Instituto de Ecología y Biodiversidad, Senda Darwin, y Nahuelbuta Natural entre otros grupos y organizaciones. Es vicepresidente de la Asociación Red de Herpetología de Chile, y autor del libro “Historia Natural de los Animales del Bosque” publicado el año 2017.

Dra Magdalena Bennett es Geógrafa de la Pontificia Universidad Católica de Chile y Doctora por el Centro de Conservación de la Vida Silvestre de la Universidad de Oxford (Wildlife Conservation Research Centre, WildCRU). Sus intereses se centran en el área de la Biología de la Conservación y la Ecología espacial. Actualmente se desempeña como Profesor Asistente Adjunto del Instituto de Geografía de la Universidad Católica de Chile.

Edición y diseño

Edgardo Flores es Técnico Forestal, Diplomado en evaluación de impacto ambiental, Presidente de la agrupación Nahuelbuta Natural y Miembro de la Red Chilena de restauración ecológica. Su trabajo se enfoca en la conservación de la biodiversidad desde la escala local, el uso sostenible del Bosque Nativo y manejo de Productos Forestales No Madereros.

INDICE

ANFIBIOS DE LA REGIÓN DEL BÍO BÍO	**5**
INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGÍA	**40**
INTRODUCCIÓN A LA CONSERVACIÓN	**54**
INTRODUCCIÓN A METODOS CIENTIFICOS Y DE HISTORIA NATURAL	**61**
METODOS DE MONITOREO DE AGUA, PLANTAS Y INSECTOS	**76**

Anfibios de la Región Biobío

Alsodes barrioi (Veloso *et al* 1981)
Sapo de pecho espinoso de Barrio

Orden: Anura
Familia: Cycloramphydae
Estado de conservación UICN: En Peligro
Estado de conservación en Chile: En Peligro y Rara
Origen: Endémica de la cordillera de Nahuelbuta

Tierra típica: Cordillera de Nahuelbuta, Sector de Cabrería, Angol, Provincia de Malleco.
Descripción: anfibio de tamaño grande. Cuerpo grueso y robusto. Cabeza grande. Piel granulosa; hocico corto terminado en forma abrupta; narinas grandes y proyectadas hacia adelante. Tubérculos palmares poco desarrollados, membrana interdigital escasamente desarrollada. Anillo timpánico ausente. Ojos grandes. Pliegue supra timpánico presente bien marcado. Piel dorsal lisa con escasas glándulas a los lados, superficie ventral lisa. Piel dorsal amarillo parda con manchas negras distribuidas irregularmente. Mancha negra bien diferenciada que recorre desde la nariz hasta detrás del ojo. Pliegue supratimpánico. Vientre de color blanquecino o gris sucio. Extremidades posteriores con bandas transversales negras bien diferenciadas en los muslos. Ojos negros con tonos dorados grandes, proyectados lateralmente. Durante la época reproductiva los machos presentan un marcado engrosamiento de los antebrazos.

Machos adultos presentan marcadas protuberancias espinosas en los pulgares y dedos índices que le permiten una mejor sujeción de la hembra durante el amplexus.
Hábitat: Se le encuentra en partes altas y húmedas de la cordillera de Nahuelbuta con Araucarias y bosque nativo. Bosque de Nothofagus, quila con gruesas capas de hojarasca y denso sotobosque de Chaura (*Gaultheria sp.*) y Taique (*Desfontainia spinose*).

Historia natural: Durante el día se encuentra escondido bajo cortezas, troncos caídos y entre la hojarasca en sectores húmedos y sombríos del bosque o bordes de riachuelos poco caudalosos. Ha sido encontrado en zonas no boscosas del Parque Nacional Nahuelbuta en cuevas hechas por roedores caviomorfos (tunducos) *Aconaemys fuscus*, en sectores de ecotono, en la transición del Bosque de Nothofagus y la zona de matorrales y pampa. Posiblemente sea un animal que se haya adaptado a una gran variedad de ambientes dentro de la Cordillera de Nahuelbuta. Es un animal que se le encuentra en bajas densidades. Actividad nocturna.

Reproducción y larvas: Huevos grandes no pigmentados. Las larvas se encuentran en arroyos de aguas permanentes muy limpias, frías y correntosas de 30 – 50 cm de profundidad en la parte alta de la cordillera. En cautiverio las larvas presentan conducta de canibalismo.
Número de huevos: Desconocido
Tamaño: hembra 61,5 mm
Peso: Se han registrado ejemplares de 28 gramos

Distribución: Conocido actualmente en su localidad tipo estero Cabrería, Parque Nacional Nahuelbuta y Rucapehuen en el sector de Caramavida.
Rango altitudinal: 800 – 1800 msnm.
Principales amenazas: Destrucción de hábitat. Cambio uso de suelo. Plantación de *Pinus radiata*. Turismo. Especie altamente restringida a su lugar de origen.
Datos adicionales: En la Codillera de Nahuelbuta convive con *Telmatobufo bullocki, Rhinoderma darwinii, Batrachyla taeniata y Alsodes vanzolinii*. Su nombre deriva de Avelino Barrio, herpetólogo Argentino quien fuera uno de los primeros en separar el género *Eupsophus* de *Alsodes* en Chile. Observaciones recientes muestran una disminución importante en las poblaciones de esta especie. Requiere de mayor investigación y estrategias de conservación in situ.
Taller de priorización: Las amenazas son potencialmente reversibles en un marco de tiempo.

Observaciones hechas en Parque Nacional Nahuelbuta y Quebrada de Caramavida

Alsodes vanzolinii (Donoso-Barros, 1974)
Rana de Pecho espinoso de Ramadilla

Orden: Anura
Familia: Cycloramphydae
Estado de conservación UICN: En Peligro
Estado de conservación en Chile: En Peligro y Rara
Origen: Endémico de Chile.

Tierra típica: Ramadilla, comuna de Arauco en la Cordillera de Nahuelbuta
Descripción: Sapo de tamaño medio grande; cuerpo esbelto y acinturado; dedos terminados en puntas redondeadas; piel del dorso, flancos y extremidades cubierta de granulaciones pequeñas. Color dorsal es amarillo dorado con manchas y puntos café oscuras y difusas. Cabeza grande y ojos protuberantes con característico dibujo de triangulo invertido color crema que termina uniéndose con el resto del patrón de coloración del dorso. La región ventral es grisácea; ojos de color negro con reticulaciones doradas. Pupila vertical. Anillo timpánico no visible externamente. A diferencia de otros especímenes del género Alsodes este no presentaría cornificaciones sexuales en el pecho.
Hábitat: Desde los 25 a los 700 msnm. Zonas húmedas bosques de raulí, olivillo y lingues rodeado de matrices de plantaciones de pinos de la Región del Biobío.

Quebradas profundas con abundante hojarasca y pequeños esteros de aguas limpias frías y permanentes durante todo el año que permitan la reproducción. Laderas abruptas de quebradas con bosque nativo denso caducifolio.
Historia Natural: Ha sido encontrada caminando de día en las mañanas temprano sobre la hojarasca. Se le puede encontrar escondido bajo gruesas capas de hojarasca, bajo cortezas, grandes troncos caídos y madera podrida en zonas húmedas del bosque cercanas a cuerpos de agua. Especie estricta de bosques antiguos no intervenidos. Se desconoce casi totalmente su biología.
Reproducción y larva: Las larvas se encuentran en las zonas más sombrías de los ríos y arroyos pequeños y caudalosos de aguas frías y limpias de esa misma zona. Periodo de duración de la larva: 12 meses.
Número de huevos: Se desconoce.

Distribución: Restringida a algunas quebradas de remanente de bosque nativo de la Quebrada de Ramadillas y Chauras de Laraquete en el sector norte de la Cordillera Nahuelbuta, Región del Biobío, Cuyinco Alto, los Álamos y Reserva Nacional los Queules.
Principales amenazas: Plantaciones de Pinos y asentamientos humanos. Cambio uso de suelo. Destrucción del bosque nativo. Sedimentación de los cursos de agua producto de faenas de la industria maderera en la zona.
Datos adicionales: fue recientemente re descubierta por Felipe Rabanal y Diego Alarcón en el año 2010 después de no ser vuelto a ver desde que se describió en 1974. Esta especie podría encontrarse aún, en pequeñas quebradas aisladas aun no intervenidas en medio de plantaciones de pinos. La especie requiere de mayor investigación y de planes de conservación urgente. Comparte su hábitat dentro de su distribución histórica con *Rhinoderma darwnii, Telmatobufo bullocki, Eupsophus nahuelbutensis, Alsodes barrioi, Pleurodema thaul.* En Formas 1980 aparece citado equivocadamente compartiendo hábitat con *Telmaotbufo venustus*, esto es un error, corresponde a *Telmatobufo bullocki.* Existen registros de esta especie en la Reserva de los Queules, Denisse datos no publicados. Esta especie se encuentra en densidades muy bajas. A diferencia de otros especímenes del genero Alsodes este no presentaría cornificaciones sexuales en el pecho y manos, este punto merece revisión.
Taller de priorización: las amenazas no son reversibles ni serán revertidas a tiempo.
Observaciones hechas en Quebrada de Ramadillas, sector Molino del Sol.

Alsodes nodosus (Duméril y Bibron, 1841)
Sapo Popeye, Sapo arriero, Sapo de pecho Espinoso

Orden: Anura
Familia: Cycloramphidae
Estado de conservación UICN: Casi Amenazada
Estado de conservación en Chile:
Origen: Argentina y Chile.

Tierra típica: Zona central de chile.
Descripción: Es un anfibio de tamaño grande. Cuerpo grueso y muy robusto. Brazos cortos y antebrazos muy gruesos en el caso de los machos en época reproductiva. Cabeza corta y ancha. Pliegue grueso de piel sobre el tímpano. Tímpano no visible cubierto por granulaciones. La piel es gris blanquecina o aceitunada gruesa y llena de pequeñas protuberancias. Brazos y pies están marcados por franjas o brazaletes transversales de coloración oscura o negra que se van haciendo más tenues a medida que el animal se va haciendo más adulto. Pies libres de membranas. Pie con dedos largos y leve reborde cutáneo. Ojos grandes y de coloración dorada. Dedos traseros largos. Marcado dimorfismo sexual. El macho presenta pronunciados protuberancias queratinosas en el pecho que acentúan más en época reproductiva. En la misma época

se ve un notorio crecimiento de los antebrazos y de espinas nupciales en los dedos índice y pulgar. Su canto es un suave y agudo como el silbido de un arriero llamando a sus perros tras las ovejas.

Hábitat: Quebradas profundas de la zona central donde predominan el Bosque esclerófilo, peumos (*Cryptocarya alba*), quillaye (*Quillaja saponaria*), litres (*Lithraea caustica*) y *Nothofagus* o estepas secas donde predominan espinos (*Acacia cavens*). Lechos de ríos de aguas limpias y permanentes con grandes rocas que formen pozones que sirvan para depositar sus huevos. Cuevas rocosas bajo pequeñas cascadas temporales. Bosques relictos de *Nothofagus macrocarpa*, de la zona central de Chile: Altos de Cantillana, Cerro el Roble, Roblerías del Cobre de Loncha, Quebrada del Tigre, etc.

Historia natural: Durante primavera y el verano se puede ver a los juveniles y adultos sumergidos en las aguas de ríos de aguas limpias y fondo rocoso o arenoso durante el día. A pesar de encontrarse gran cantidad de larvas en época reproductiva es un animal escaso y difícil de encontrar. Se le encuentra en zonas húmedas aledañas a ríos o cursos de agua. Entre la hojarasca siempre asociado a sistemas de bosque nativo.

Reproducción y larva: Ocupa grandes pozones formados entre grandes rocas en los ríos de aguas lenticas para depositar sus huevos. Probablemente más de una pareja ocupa el mismo pozón entre las rocas. Huevos grandes no pigmentados, redondos y muy cristalinos. Periodo reproductivo sincronizado. La larva es casi redonda, gruesa, más grande que la de Rhinella y tiene una coloración aceitunada oscura y verde oscuro con pigmentaciones doradas, la cola es gruesa y larga. Periodo de duración de la larva aproximadamente 12 meses.

Número de huevos: 50 – 60 que se depositan sobre rocas bajo el agua y musgos cerca de los cursos de agua.

Tamaño: 66 - 72 mm ♂; 55 a 62 mm ♀.

Peso: Sin información

Distribución: Se le ha descrito desde el sur de la región de Coquimbo hasta el sur de la región de O´Higgins. Cuevas 2013, Señala que la distribución de *A. nodosus* se restringe al área comprendida entre Petorca y Sierras de Bellavista por la Cordillera de Los Andes; Altos de Cantillana y Palmas de Cocalán en los cordones transversales, y entre Zapallar y Cauquenes en la Cordillera de la Costa. Celis *et al* 2011, lo describe desde la Región de Coquimbo hasta Altos de Lircay en la Región del Maule. Su límite de distribución austral es desconocido y poco claro.

Rango altitudinal: 50-1800 msnm.

Principales amenazas: Destrucción de hábitat. Extracción de madera del bosque para producción de carbón. Extracción de tierra de hoja en los bosques de la zona central de Chile. Canalización de aguas para riego de cultivos y producción agrícola. Cambio de uso de suelo en la zona central de Chile. Cambio climático podría estar afectado a la fenología reproductiva de esta especie. Actualmente las plantaciones de paltos y viñas en la V y VI región se sumarian como una nueva amenaza para la especie.

Datos adicionales: En Chile central se le conoce como sapo Popeye por sus gruesos antebrazos que recuerdan a la figura de dibujos animados de la televisión. Su canto recordaría el de un arriero llamando a su perro de ahí su nombre. Al parecer sería el único representante del genero Alsodes que presenta vocalización. Este es el *Alsodes* con distribución más al norte que se conoce. En cautiverio puede ser alimentado con lombrices de tierra. A pesar de ser un anfibio relativamente común en la zona central se desconoce gran parte de su biología y ecología. Requiere de mayor investigación.
Taller Priorización: Las amenazas serian potencialmente reversibles en un marco de tiempo. En Reñaca desapareció totalmente. Potencial educativo por ser análogo para mostrar características de *Alsodes*. Cría en cautiverio por Nelly de la Fuente hace 30 años, por ovulación inducida (no publicado). Debería ser una especie más estudiada.

Observaciones hechas en Quebrada del Tigre en Cachagua, Cajon del Maipo y Altos de Cantillana.

Batrachyla leptopus (Bell, 1843)
Rana moteada

Orden: Anura
Familia: Ceratophrydae
Estado de conservación UICN: Preocupación menor
Estado de conservación en Chile: Preocupación menor
Origen: Argentina y Chile

Tierra típica: Toda su distribución.
Descripción: Anfibio de tamaño pequeño, de cuerpo esbelto y fino. Con largas y finas extremidades. Dedos largos que le permiten escalar sobre troncos y ramas. Ojos sobresalientes. Piel levemente granulada de color café oscura o rojizo con manchas negras. Se diferencia de otras batarchylas por tener la piel café oscuro a diferencia de la *Batrachyla taeniata* que es de un color uniforme rosado y de *Batrachyla antantaritca* por ser amarilla con negro.
Hábitat: Ocupa una gran cantidad de ambientes, desde bosques viejos de canelo hasta mallín y zonas inundadas abiertas. Bordes de ríos o caminos barrosos que presenten gran disponibilidad de refugios como madera, trozos de troncos cortados o cortezas. En los pomponales se las encuentra en ciertos orificios conviviendo a veces con camarones.

Historia Natural: Es un anfibio común en los bosques, pantanos y turberas del sur de Chile. Los juveniles suelen esconderse varios bajo el mismo refugio. Se esconde bajo piedras grandes cortezas, árboles caídos o troncos ahuecados. Durante el verano cantan varios cientos en un gran coro al interior del bosque. De actividad diurna y nocturna.

Reproducción y larvas: La reproducción se realiza durante la primavera y verano que son los meses en que están más activos vocalizando durante la noche en coros de varios cientos de individuos. Ponen sus huevos en forma de racimo bajo troncos en zonas saturadas de humedad o cerca de cuerpos de aguas que son cuidados por los padres durante un tiempo. Los machos se ubican en época reproductiva en pequeñas cavidades, entre raíces de árboles, en turberas o en el barro cerca de pequeños arroyos desde donde cantan en busca de hembras. Tiene cuidado parental de los huevos hasta que las larvas eclosionan. El periodo de duración de la larva es entre 2 – 7 meses.
Numero de huevos: 30 – 60
Tamaño: 30-35 mm.
Peso: Sin información

Distribución: Desde Concepción a Aysén. Existen reportes de su presencia en Isla Quinua (comuna de Calbuco), Río Pelulfo, Río Correntoso y cuenca del Río Backer. En Argentina se encuentra en los bosques templados del borde oriental de Los Andes en las provincias de Neuquen, Rio Negro y Chubut.
Rango altitudinal: 50-2000 msnm.
Principales amenazas: Incendios, destrucción de hábitat, plantaciones de especies invasoras o de zonas usadas para el cultivo agronómico de especies comestibles. Desecación de humedales. Extracción de Sphagnum.
Datos adicionales: En la zona de Chiloé se le ha encontrado habitando casas anidaderas colocadas para rayaditos y mono de monte lo que sugiere que es una rana arbórea de gran altura. Se han encontrado oviposturas arriba de los árboles. Mayores investigaciones en el futuro deberían contribuir a la confirmación de los hábitos arborícola de esta especie y su estado de conservación.
Taller de Priorización: La especie no requiere de conservación. Poblaciones muy abundantes. Potencial educativo por ser diurna, responder a estímulos, bonita y colorida y tener cuidado parental de los huevos.

Batrachyla taeniata, (Girard 1855)
Rana de Ceja, Sapito de anteojos, ranita de Antifaz

Orden: Anura
Familia: Ceratophryidae
Estado de Conservación UICN: Preocupación menor
Estado de conservación en Chile: Casi amenazada
Origen: Argentina y Chile

Tierra típica: Toda su distribución.
Descripción: Anfibio de tamaño pequeño; Esbelto y acinturado. De brazos y piernas finas y largos dedos largos de las manos y pies, sin membrana interdigital. Colores que pueden ir del café oscuro al rosado pálido, dependiendo del sustrato y de la temperatura ambiental. Cabeza larga y puntiaguda. Dos largas estrías negras cruzan desde las fosas nasales por delante de los ojos hasta los hombros, a diferencias de los Eupsophus que las líneas longitudinales llegan hasta la parte baja de las caderas. Vientre pálido amarillo grisáceo. Hembras un poco mayores que los machos
Hábitat: Su ambiente preferido son los bosques viejos, húmedos y fríos con hojarasca y variedad de refugios de troncos caídos o áreas empantanadas ecotonales de Canelos, Arrayanes, y Nothofagus.

Historia natural: Es un anfibio predominantemente de bosque, turberas y zonas inundadas y es posible verlo de día caminando y saltando por el bosque. Usa como guaridas orificios dejados por una serie de otros animales que conviven en el mismo hábitat. También es posible encontrarla bajo rocas o refugios de troncos y cortezas o sobre musgos o en lechos de ríos sobre las rocas descubiertas durante la noche cantando.

Reproducción y larvas: La hembra deposita los huevos en zonas inundadas o saturadas de humedad, bajo troncos podridos, cortezas o rocas. También usa pequeñas cavidades en la tierra o en orificios de grandes troncos húmedos, incluso directamente sobre el pasto en algunos casos, pero en general siempre con algún refugio que los proteja. La hembra tiene cuidado parental de los huevos. Se puede ver ocasionalmente al lado de ríos cientos de estas saltando sobre la hojarasca de día y de noche. La copula es durante la primavera pero es posible que en condiciones favorables sea durante todo el año. El desarrollo de los embriones no sería sincrónico ya que se pueden ver en distinto estados de desarrollo en un mismo clúster. La larva se demora unos 50 días en eclosionar desde el día de la postura de los huevos. Los huevos son esferas perfectas y cristalinas muy brillantes. La larva sale del interior del huevo por un pequeño orificio que le permite la libertad. Periodo de desarrollo de la larva: entre 2 – 7 meses.
Números de huevos: 70 – 200
Tamaño: 23-42 mm.
Peso: Se han registrado ejemplares de 28 gramos.

Distribución: Desde Zapallar hasta Río Correntoso en la región de Aysén. También está presente en la Provincia de Neuquen, Argentina.
Rango altitudinal: 50-1500 msnm.
Principales amenazas: destrucción de hábitat y reemplazo del bosque nativo por plantaciones de especies exóticas de Pino (*Pinus radiata*) y Eucaliptus (Eucaliptus glóbulos) cambio uso de suelo y efectos antrópicos de poblamientos humanos y la agricultura
Datos adicionales: En la zona sur de Chile convide con *Rhinoderma darwinii, Eupsophus calcaratus, Eupsophus emiliopugini y Batrachyla leptopus y Batrachyla antantartica.*
Taller de Priorización: La especie no requiere de conservación. Potencial educativo en la zona central ya que pone huevos en hojarasca, Bosque Las Petras en Quintero construirán una base aérea.

Calyptocephalella gayi (Duméril y Bibron, 1841)
Rana grande Chilena, Rana Chilena

Orden: Anura
Familia: Calyptocephalellidae
Estado de Conservación UICN: Vulnerable
Estado de conservación en Chile: Vulnerable
Origen: Endémica de Chile

Tierra típica: zona centro sur de Chile.
Descripción: Sapo de tamaño grande y robusto, es el anfibio de mayor tamaño de Chile. Cabeza grande y ancha, hocico corto. Extremidades traseras palmeadas. Tímpano circular evidente. Piel de coloración verde oscuro con manchas de coloración oscura, con protuberancias a los costados. Vientre amarillo pálido. Ojos grandes y protuberantes con pupila vertical.
Hábitat: Cuencas y quebradas, ríos de aguas lentas, lagunas y tranques de la zona centro sur de Chile.
Historia natural: Casi exclusivamente acuáticos, son excelentes nadadores. La reproducción depende de la latitud (más temprana en la zona central). Durante esta época, los machos entonan un canto en grupo. Se alimenta de peces, aves pequeñas, invertebrados y otros anfibios de pequeño tamaño. Se alimenta de peces, pequeñas

aves, invertebrados y otros anfibios de tamaño pequeño.

Reproducción y larvas: Los machos presentan pigmentación oscura en el cuello en época reproductiva. Las posturas ocurren entre agosto y febrero y constan de una masa gelatinosa flotante formada por entre 3000 y 12000 huevos no cohesionados que se dispersan en el agua. El periodo larvario dura 24 meses y buscan refugio en tierra durante el invierno. La madurez sexual se alcanza tempranamente, cuando la hembra alcanza un 7% de su peso total y el macho, un 10%. Larvas muy grandes, de hasta 155 mm o más, cuerpo ovalado, un poco más ancho que alto, escasamente pigmentado.
Números de huevos: Entre 3000 hasta 16000
Tamaño: 200 a 320 mm.
Peso: 1000g.

Distribución: Desde el norte de la Región de Coquimbo hasta Coyhaique en la Región de Aysén, donde habría sido introducida con fines comerciales.
Principales amenazas: Caza ilegal para consumo humano y exportación. Pérdida de hábitat por remoción de vegetación ribereña y sedimentación de cuerpos de agua. Introducción de peces no nativos (salmónidos) que depredan sobre los huevos y larvas. Canalización y embalses de cuerpos de aguas. Contaminación de humedales.
Datos adicionales: En los bordes del agua, bajo piedras o troncos, se pueden observar metamórficos. Los juveniles buscan refugio en tierra durante el invierno. En cautiverio, se ha registrado cuidado parental del macho, el que permanece bajo la postura. El movimiento de los desoves en la primera semana de postura causa la muerte de los embriones, dando indicio de su fragilidad.
Taller de Priorización: La especie se encuentra seriamente amenazada al norte de su distribución principalmente por la pérdida de hábitat como consecuencia de la contaminación y destrucción de los sitios de reproducción por actividades antrópicas.

Eupsophus insularis (Philippi, 1902)
Sapo de Isla Mocha

Orden: Anura
Familia: Cycloramphidae
Estado de Conservación UICN: En peligro Crítico
Estado de conservación en Chile: En peligro – Rara
Origen: Endémico de Chile.

Tierra típica: Isla Mocha
Descripción: Anfibio de tamaño mediano, hocico levemente truncado y piel dorsal y ventral lisa. Dorso y piernas café con puntos amarillentos irregulares, vientre amarillento, garganta con puntos oscuros irregulares.
Hábitat: Bosques templados mixtos, bajo troncos, en zonas húmedas. En Isla mocha se le puede observar en el sotobosque bajo troncos, bajo piedras a orilla de senderos, también bajo piedras en las orillas de cursos de agua.
Historia natural: Carnívoro generalista.

Reproducción y larvas: Sin información.
Números de huevos: 119
Tamaño: 40 mm.
Peso: sin información

Distribución: Tradicionalmente ha sido descrito como endémico de Isla Mocha, sin embargo recientemente fue reportado en el continente, al sureste de Tirua (sector Primer agua y Camino a Villa Las Araucarias en la comuna de Crahue).
Principales amenazas: Destrucción de su hábitat por extracción del bosque nativo para ganadería extensiva, conjuntamente con su rango restringido y capacidad de dispersión limitada, también se ha señalado como amenaza el incremento de la población humana que adquiere terrenos para fines recreativos o viviendas secundarías.
Datos adicionales: Esta especie, descrita por Philippi (1902) y revalidada por Formas y Vera (1982). E. insularis presenta una distribución disyunta (insular y continental) con presencia en Isla Mocha y en Villa Las Araucarias
Taller de Priorización: Especie que por lo reducido de sus distribución conocida (incluidos los registros en el continente), está sujeta a presiones principalmente antrópicas con lo cual ve amenazado su hábitat. Respecto de su presencia en el continente, se requiere conocer con mayor precisión el tamaño del área de presencia.

)

Eupsophus roseus (Duméril y Bibron, 1841
Sapo rojo, sapo rosado

Orden: Anura
Familia: Cicloramphyidae
Estado de conservación UICN: Casi amenazado
Estado de conservación en Chile: Vulnerable
Origen: Nativo de Chile.

Tierra típica: Cordillera de la costa
Descripción: Anfibio de tamaño mediano. De coloración muy variable con predominancia de tonos rojizo anaranjado o rosado pálido, con manchas irregulares. Piel lisa sin granulaciones. Estrías anchas, negras e irregulares Cruzan ambos lados del cuerpo desde la parte superior del ojo hasta los costados. Brazos finos y cortos. Patas traseras gruesas con dedos largos sin membrana interdigital. Pupila horizontal negra con característico borde ocular superior dorado.
Hábitat: Bosques antiguos de *Nothofagus oblicua*, lingues (*Persea lingue*) y laderas cubiertas por helecho gigante *Lophosoria quadripinnata* cubiertos por una gruesa capa de sotobosque.
Historia Natural: Anfibio de actividad nocturna, suele esconderse bajo troncos podridos o bajo la hojarasca en los sectores más densos y húmedos del bosque. También se le encuentra cerca de cursos de agua bajo rocas. Durante las noches se le ve posado quieto sobre la hojarasca. Cantan escondidos bajo la hojarasca o sotobosque en zonas

inundadas o muy húmedas.
Reproducción y Larva:
Número de huevos: Postura 100 huevos
34,0 – 42,5 mm longitud hocico-cloaca
Peso:

Distribución: Se distribuye a lo largo de la zona costera entre 36 ° 35 'y 40 ° S, abarcando completamente el rango de distribución de (*E. Roseus, E. Contulmoensi, E, nahuelbutensis, E. septentrionalis*) *E. roseus* se ha informado más hasta el camino Viejo a La Unión y en la Reserva Costera Valdiviana. En las estribaciones de los Andes occidentales, se ha informado sobre *E. roseus* entre PN Tolhuaca, (aunque se ha sugerido que esta población representaría una especie no descrita) y Huilo Huilo (39 ° 51'S). La presencia de *E. roseus* en Argentina ha sido debatida, donde algunas poblaciones han sido asignadas inestablemente a *E. roseus* y / o *E. calcaratus*, pero los resultados de Blotto et al. y datos de Correa *et al,* 2017 confirmarían la presencia de la especie en Argentina.
Rango altitudinal: 50-1500 msnm.
Principales amenazas: Si bien se ha incrementado significativamente el área de distribución de la especie, las distintas poblaciones estarían extremadamente fragmentadas entre sí. Las mayores amenazas son la destrucción del hábitat causada por la extracción de madera y el establecimiento de plantaciones de pino y eucaliptus. En parte de su distribución los incendios forestales son también un factor de amenaza.
Datos adicionales: se han encontrado una serie de individuos muertos o moribundos en el Monumento Natural Contulmo sin existir una razón aparente. Requiere de planes de conservación ex situ e in situ. En su área de distribución comparte el área con *Telmatobufo bullocki*, *Rhinoderma darwinii*, *Alsodes barrioi*, *Alsodes vanzolinii y Eupsophus nahuelbutensis.*
Taller de Priorización: Las amenazas no son reversibles ni serán revertidas a tiempo.

Eupsophus vertebralis (Grandison, 1961)
Sapo terrestre de Valdivia

Orden: Anura
Familia: Cycloramphydae
Estado de conservación UICN: Casi amenazado
Estado de conservación en Chile: Vulnerable
Origen: Argentina y Chile

Tierra típica: Valdivia
Descripción: Es un anfibio de talla grande, grueso y macizo. De coloración café oscuro con variadas manchas irregulares en el dorso, costado y extremidades. Característica raya vertebral café grisácea en la espalda desde la punta del hocico hasta la cloaca. Vientre y saco vocal de coloración rosado anaranjado. Extremidades delanteras y traseras cortas dedos cortos. Ojos sobresalientes de coloración dorada. Tímpano visible.
Hábitat: Quebradas profundas y húmedas del bosque Valdiviano. Bosques de canelo (*Drimys winteri*), Nothofagus con gran acumulación de hojarasca y musgo. Prefiere ambientes que le puedan ofrecer gran cantidad de refugios ya sean estos bajo roca o trocos en descomposición. También ecotonos húmedos de bosques con gran cantidad de quila o pequeñas cascadas suaves.

Historia Natural: Es un animal específicamente de bosques antiguos no intervenidos. Se mueve entre la hojarasca y entre troncos caídos. Ocupa esteros y

charcos para poner sus huevos bajo rocas. Se refugia entre la quila (*Chusquea quila*). Diurno y nocturno.

Reproducción y larva: la postura se realiza bajo troncos o grandes piedras en cavidades llenas de agua. Los huevos son grandes y están llenos de vitelo. Las larvas no se desarrollan dentro del huevo son de vida libre. Las larvas permanecen ocultas bajo el lodo. Las larvas no se alimentan del sustrato, si no que se alimentan durante todo su desarrollo larvario de las reservas de vitelo al interior de su aparato digestivo. La larva es pequeña de coloración amarillo claro o blanca. Existe cuidado parental del macho durante todo este periodo. La reproducción podría ser en algunos sectores de su distribución durante todo el año. Hembras grávidas han sido encontradas en pleno invierno.
Numero de huevos: 40 – 50.
Tamaño: 60 – 70 mm.
Peso: sin información.

Distribución: ha sido descrito desde Ramadillas, en Arauco (37ºS) hasta Pucatrihue cerca de Osorno, 40ºS, aunque no existen registros actual en Ramadilla, siendo caramavida el lugar más al norte donde se ha avistado actualmente y en la comuna de Contulmo(Ex reserva) y Puren (MN contulmo).
Rango altitudinal: 50-1000
Principales amenazas: Incendios forestales, deforestación, cambio uso de suelo y plantaciones de especies invasoras, Pino (*Pinus radiata*) y Eucaliptus (*Eucaliptus glóbulos*). Erosión del suelo y cambios climáticos sobre las lluvia podrían originar problemas en la fenología reproductiva de esta especie.
Datos adicionales: Una de las características de E. vertebralis es que emite un agudo chillido cuando se ve amenazado por un depredador. Posiblemente uno de los anfibios más grandes del genero *Eupsophus*. Especie de alta variabilidad fenotípica (coloración y forma) por lo que resulta en algunos casos difícil de identificar por sólo sus caracteres externos.
Taller de Priorización: Las amenazas son potencialmente reversibles en un marco de tiempo. Región de los lagos, Araucanía, y los ríos. Hubo en incendio en Tolhuaca hace 8 años, llegó a 6 mts de la laguna.

H*ylorina sylvatica* (Bell, 1843**)**
Rana esmeralda, Rana Dorada, Rana Arbórea.

Orden: Anura
Familia: Cycloramphydae
Estado de conservación UICN:
Estado de conservación en Chile:
Origen: Bosques templados de Chile y Argentina.

Tierra típica: Sur de Chile.
Descripción: Rana de tamaño mediano a grande, de piel lisa y de color verde esmeralda intenso con rayas cobrizas en el dorso. Coloración ventral rosada y amarillo. Extremidades largas en dedos posteriores, patas delanteras con pulgar oponible. Cabeza grande tan larga como ancha. Ojos grandes dorados y protuberantes. Iris vertical. Tímpano visible. Dimorfismo sexual: hembra de mayor tamaño que el macho
Hábitat: Lagunas y charcas grandes, bordes de rio y de lagos con juncos y otro tipo de vegetación ribereña que sirva de refugios. En ocasiones hace pequeños refugios fuera del agua entre los helechos costilla de vaca (*Blechnum chilense*).

Hábitat: Bosque nativo, especialmente en bosques antiguos, húmedos y sombríos con gran cantidad de sotobosque, epífitas y hojarasca. También se encuentra en pequeñas

lagunas y charcas en bordes de ríos con abundante vegetación ribereña.
Historia Natural: Es un animal de actividad nocturna y crepuscular**,** cantan durante todo el año de día y de noche, pero con gran incremento en los meses de primavera y verano. Es anfibio que se asocia a lagunas y charcos al interior del bosque en ecotonos o en partes abiertas rodeado por densa vegetación y/o bosque. Es posible verla en bosques valdivianos densos saltando por entre la hojarasca. Se le ha llegado a ver posada en troncos de árboles entre los 2 mts hasta los 6 metros de altura, de ahí su nombre de rana arbórea.

Reproducción y Larva: El amplexus se da tanto al exterior como al interior del agua y puede durar varias horas. Sin embargo el desove siempre se realiza al interior de los cuerpos de agua. La larva eclosiona después de 15 días y demora alrededor de un año en todo el desarrollo del proceso de metamorfosis. La larva puede llegar a medir 67 mm. En el momento en que aparecen las patas delanteras empiezan con pequeñas "excursiones" nocturnas entre la vegetación circundante a los cuerpos de agua.
Numero de huevos: 400 – 600.
Tamaño: 63mm.
Peso: 18,5 grs.

Distribución: VIII – XII, provincia de Arauco, hasta la Isla Wellington Región de Magallanes.
Principales Amenazas: Destrucción de hábitat, cambio climático, introducción de especies invasoras y/o comerciales de peces que pueden generar competencia o depredación sobre las larvas. Aumento de las faenas agropecuarias y el ganado. El hongo quitrido que se encuentra presente en su zona de distribución podría ser una eventual amenaza en el futuro.
Datos adicionales: Colectada por Darwin en las Islas Chonos en su paso por Chile en su viaje alrededor del mundo a bordo del Beagle y descrita por Bell. Su canto es fuerte y sonoro tok-tok-tok. Comparte hábitat con Pleudorema thaul, adentro del bosque comparte el hábitat con *Batrachyla taeniata, Rhinoderma darwinii, Eupsophus calcaratus, Eupsophus emiliopugini, Nannophrine variegata.* Requiere mayor investigación.
Taller de Priorización: Veloso y Méndez la señalan como común. Se encuentra en tierra o posas donde no hay truchas. Muy carismático. Potencial educativo para exhibición y valoración de los bosques del sur. Investigación para ciclo de vida y reproducción.

Pleudorema thaul (Lesson, 1826)
Sapito de cuatro ojos.

Orden: Anura
Familia: Leiuperidae
Estado de conservación UICN: Preocupación menor
Estado de conservación en Chile: Casi amenazada
Origen: Bosques templados de Chile y Argentina.

Tierra típica:
Descripción: Anfibio de tamaño pequeño, piel lisa con pequeñas rugosidades. Gran variabilidad en la coloración de la piel: gris blanquecina y manchas irregulares negras o oscuras. En algunas ocasiones el color puede ser verde oscuro. Algunos ejemplares presentan una banda vertebral bien definida de coloración más clara que el resto del cuerpo. Esta especie se caracteriza por tener dos glándulas lumbares en la parte posterior del cuerpo que parecen dos grandes ojos, de ahí su nombre. Brazos y piernas cortas y finas. Dedos sin membrana digital. Tímpano visible externamente.
Hábitat: Domina gran cantidad de hábitats diferentes: bosques nativos, riachuelos, lagunas, matorrales ribereños, zonas inundadas, charcos temporales, campos con ganadería, y zonas con importante impacto antrópico como, periferia de las ciudades, canales de regadío con aguas con poca corriente e incluso en pequeñas acequias

urbanas. Bajo rocas, maderos, entre la vegetación circundante zonas pantanosas y bajo desperdicios humanos como plásticos o cualquier cosa que le de protección.

Historia Natural: Suelen encontrarse en gran cantidad en zonas anegadas cantando de noche o crepuscular.

Reproducción y larvas: Postura en forma de racimo, en charcos o zonas inundadas o pequeños riachuelos (aguas lenticas) con corriente muy suave adherida a la vegetación circundante o las rocas. No tiene conducta parental. Ciclo sexual probablemente continúo. A diferencia de otras especies de *Pleurodema* de Argentina esta no deposita sus huevos en grandes nidos de espuma.
Numero de huevos: 60 aprox.
Tamaño: 22 mm.
Peso: 1,5 a 2,5 grs.

Distribución: Se distribuye en Chile continental desde la región de Atacama hasta la región de Aysén. También se le ha descrito desde la Región de Antofagasta hasta Aysén, incluido Chiloé, aunque se desconoce si la población de la zona de Antofagasta es Introducida. La especie fue introducida en al archipiélago Juan Fernández e Isla Robinson Crusoe.
Rango altitudinal: Desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm.
Principal Amenaza: El fuego, contaminación de las aguas (tanto agricultura como industria), por desecación y destrucción de hábitat.
Datos adicionales: Es un anfibio común en el campo chileno y se le suele escuchar en grandes coros durante las noches de verano. Al parecer sería un anfibio que tolera en alguna medida el efecto antrópico. Esta especie fue erróneamente descrita para Montevideo por Philippi. Se cría en cautiverio como alimento en granjas de rana cultura para rana chilena.
Taller de priorización: Las amenazas son potencialmente reversibles en un marco de tiempo. Hallazgos preliminares de hongo quitrido. Después de la introducción de Xenopus ha desaparecido de muchos sectores de la zona central (datos preliminares). La especie utiliza hábitats intervenidos por el hombre. Se reproduce en cautiverio en Los Ángeles, Concepción y Buin Zoo. Poblaciones de norte extremo, atacama, no se mantienen bien en cautiverio. Puede ser usada para educación como modelo para entender ciclos reproductivos de anfibios.

Rhinella arunco (Molina, 1782)
Sapo de Rulo, Sapo arunco

Orden: Anura
Familia: Bufonidae
Estado de conservación UICN:
Estado de conservación en Chile:
Origen: Endémico de Chile

Tierra típica: Chile central
Descripción: Sapo de tamaño grande. De piel seca y rugosa. Granulaciones gruesas que cubren toda la piel. Dedos de pies traseros y delanteros gruesos, cortos y libres de membrana interdigital. Su piel es de coloración blanca con manchas irregulares negras en el dorso, costado y patas. Vientre de coloración gris blanquecino. Boca ancha terminada en punta. Ojos grandes y sobre salientes con pupila horizontal. Glándulas parotídeas laterales bien marcadas. Extremidades cortas y gruesas. Tímpano visible.
Hábitat: Su hábitat principal son las quebradas secas con cursos aguas temporales de la zona central de Chile con vegetación nativa de Espinos (*Acacia cavens*), Quillayes, Palmeras o cactáceas.

Historia Natural: Suelen vivir lejos de los cursos de aguas bajo rocas pero en época de reproducción migran hacia los cursos de agua varios kilómetros durante la noche hasta llegar al lugar de reproducción. Durante la primavera es su época de mayor actividad en la que se le puede encontrar en la orillas de ríos de aguas lenticas o lagos liberando sus largos cordones de oviposturas. En esta época es posible ver inmensas explosiones de pequeños bufos recién metamorfoseados saltando al borde de ríos y lagos mientras otras larvas todavía están en las últimas fases de su metamorfosis en la orilla adentro del agua. Su canto cuando está asustado es un suave, rápido y nervioso pio pio pio como un pajarito. Es un anfibio terrestre que vuelve al agua para reproducirse cada año. Tiene una lengua larga, dos tres veces el tamaño del cráneo, con la que captura sus presas a gran velocidad.

Reproducción y larva: Durante los meses de primavera y muy ocasionalmente a fines del verano. Las oviposturas suelen ser largos cordones de huevos que son puestos a la orilla de los ríos entre las rocas o la vegetación ribereña y las larvas se desarrollan durante 3 meses. En época de reproducción se pueden ver cientos de estos pequeños anfibios saltando a la orilla de los ríos o lagunas. Las larvas son de color negro oscuro y gruesas.
Numero de huevos: 1000 – 2000 en largos cordones que pueden llegar a medir 10 o 15 mts.
Tamaño: 61-78 mm.
Peso: Sin información

Distribución: Ha sido descrito desde Coquimbo hasta el sur de Malleco (zona de transición); poblaciones montañosas en los valles de la zona central. Veloso y Nuñez (2003) señalan que se distribuye entre Coquimbo y el golfo de Arauco.
Rango altitudinal: 50-1500 msnm.
Principales amenazas: Degradación del medio para cultivos y crianza de ganado y plantaciones exóticas de especies vegetales. Canalización de las aguas para producción agropecuaria. Contaminación de los cursos de aguas por efecto de agro tóxicos y otros productos para la agricultura. El cambio climático podría estar causando trastornos en la fenología reproductiva de esta especie. Agro tóxicos usados en faenas agrícolas.
Datos Adicionales: "arunco" deriva del mapudungun "arümko", ser mitológico de la cosmovisión mapuche con forma de sapo grande que cuidaba la pureza y conservación de las aguas, dueño de las aguas. En la zona central del Chile convive en riachuelos con rana chilena, *Calliptocephallel gayi*, *Pleurodema thaul*, *Alsodes nodosus*, *Batrachyla taenita* y la especie invasora, la rana africana de uñas. En su distribución más al norte se le encuentra junto con *Rhinella atacamensis.* Segun Cei 1962 llegaría hasta Lebu.
Taller de Priorización: La especie no requiere de conservación. Podría tener un rol educativo para valoración de anfibios, anatomía, ciclo biológico. Se ha reproducido en cautiverio llegando a metamórfico.

Rhinella rubropunctuata (Guichenot, 1847)
Sapo de manchas rojas.

Orden: Anura
Familia: Bufonidae
Estado de conservación UICN:
Estado de conservación en Chile:
Origen: Endémico de los bosques templados de Argentina y Chile.

Tierra Típica: sur de chile
Descripción: Anfibios de tamaño mediano a grande de talla gruesa. Cabeza grande con hocico corto y levemente aguzado. Ojos grandes y bien separados; piel gruesa con formaciones glandulares de coloración rojiza. Glándulas parótidas bien destacadas de coloración rojiza. Patas amarillo anaranjado. Extremidades delanteras y traseras cortas y gruesas. Dedos de las patas gruesas libres de membrana interdigital. Anillo timpánico visible. Pupila horizontal.
Hábitat: Bosques y matorrales nativos, especialmente de Nothofagus. Presencia en claros y zonas con vegetación semi-densa.

Historia natural: Es un anfibio poco común en el bosque templado y difícil de encontrar. Se le encuentra en áreas húmedas o pequeñas lagunas al interior del bosque o aledañas al bosque. Es un animal de movimientos lentos y saltos cortos y

pesados. De actividad nocturna y terrestre. Vuelve a los cursos de agua en época reproductiva. Posiblemente al igual que otros anfibios del genero *Rhinella* presenten vocalizaciones en época reproductiva.

Reproducción y larva: los huevos son puestos en lagunas y charcos temporales con juncos que se secan al final del verano. Larva de coloración café oscura, órganos internos no visibles. Musculatura caudal y aleta café oscura.
Numero de huevos: Sin información.
Tamaño: 62 mm
Peso: Sin información

Distribución: Desde Ramadillas (Región del Biobío) hasta el PN Vicente Pérez Rosales (Región de Los Lagos).
Rango altitudinal: 200-800 msnm.
Principales amenazas: Fragmentación del bosque, proyectos hidroeléctricos**,** destrucción de hábitat, plantaciones de especies exóticas de pino y eucaliptus.
Datos adicionales: Esta especie es fácilmente confundible con la de otros anfibios de genero *Rhinella* en estado juvenil, ya que en este estadio los juveniles también presentan coloración de patas de un amarillo intenso y granulaciones en el dorso de color rojizo. Para su diferenciación hay que restringirse a su distribución. En su distribución puede ser encontrado con *Rhinoderma darwinii*, *Alsodes australes*, *Nannophrine variegata, Hylorina sylvatica y* otros anfibios del genero *Eupsophus* y *Batrachyla.* En cei 1962 aparece un punto de distribución en el norte de la Isla Grande de Chiloé, necesita revisión.
Taller de Priorización: Poblaciones fragmentadas. En Argentina está muy bien representada. José Núñez lo encontró cerca de Chaitén. Proyecto hidroeléctrico que inundaría 2500 hectáreas y dentro de ellas estaría la zona de distribución de la especie. Ortiz y Velloso fueron 10 veces desde 1978 y encontraron 5 ejemplares en total. Hay experiencia de cría en cautiverio hasta la metamorfosis. Se requiere investigación ex situ después de lograr conocimientos con *Rhinella spinulosa* para reproducirla masivamente para poder re introducirla.

Rhinoderma darwinii (Dumeril & Bibron, 1841)
Darwin frog, Ranita de Darwin, Sapito vaquero, Gurtiles, Rana narigona.

Orden: Anura
Familia: Cycloramphidae
Estado de conservación UICN: Vulnerable
Estado de conservación en Chile: En Peligro
Origen: Endémica de los bosques templados de Chile y Argentina.

Tierra típica: sur de Chile
Descripción: Sapito de tamaño pequeño. De gran variabilidad de tonos y coloración desde el verde, brillante, café hasta el rojo ocre. Es posible encontrar animales con dos colores ocres. Tiene un borde aserrado en los bordes de los pies y un pequeño espolón en el talón. Sobre la ceja también tiene dos pequeñas protuberancias puntudas. Sobre el dorso es posible ver siempre una serie de V invertidas dibujadas en la espalda. Se caracteriza por su prolongado apéndice nasal.
Hábitat: Es una especie especifica de bosque maduro. Se la encuentra en zonas muy húmedas y sombrías del bosque en algunas ocasiones asociadas la planta rastrera “ruca chucao” (*Nertera granadensis*). También se encuentra en ambientes donde predomina la quila (*Chusquea spp*.) En Villarrica, en los bosques de araucarias el sustrato es de origen volcánico que está cubierto por una gruesa capa de hojas de Araucarias. En la zona sur en Chiloé en bosques de Mirtáceas cubiertos por helechos epifitos del género

Hymenophyllum, sobre gruesas capas de musgos o sobre troncos caídos cubiertos por helechos, musgos y hepáticas.
Historia Natural: Es de hábito diurno. Se la ve saltando sobre el suelo del bosque o cantando escondida entre helechos y gruesas capas de musgo. Durante el invierno es extremadamente difícil encontrarla, pero vuelve a aparecer cuando la nieve se derrita de las partes altas. Probablemente se esconde en cavidades naturales, entre las raíces de los árboles, entre el musgo o los helechos. Sus poblaciones no son mayores a las de 100 individuos por área.

Reproducción y larvas: La hembra esconde los huevos entre el musgo o en zonas húmedas cerca de cursos de agua, en ese lugar el macho cuida los huevos sin moverse mucho del lugar durante 15 – 20 días. Al parecer el movimiento de las larvas estimula al macho a tragarse el clúster de huevos y los incuba al interior del saco vocal a modo de bolsa incubatriz, durante 20 días más donde las larvas terminan su desarrollo, saliendo del interior de la boca del macho completamente metamorfoseadas o con una leve cola que se absorbe en uno o dos días después. Este modo es único entre los anfibios chilenos.
Numero de huevos: 12 – 21
Tamaño: 30 mm
Peso: 2.5 gr

Distribución: Originalmente desde Concepción hasta la península de Taitao e Isla de Chiloé y PN Queule. Aysén. MN Contulmo, PN Puyehue, Isla de Chiloé, Tantauco, Alerce Costero, Oncol, Villarrica, Huerquehue entre otros e incluyendo las Provincias de Neuquén y Rio Negro en Argentina. Especie de amplia pero fragmentada distribución en Chile. Actualmente desaparecida de las localidades de Mehuin y Melimollu.
Principales amenazas: Destrucción de hábitat y reemplazo de su hábitat original por mono cultivos de pino (*Pinus radiata*), (*Eucaliptus globulus*) y hongo quitrido
Datos Adicionales: Fue colectada por Charles Darwin a su paso por Chile en Valdivia mientras viajaba a bordo del Beagle alrededor del Mundo. Dumeril y Bibron le dedicaron la especie. La eliminación de un macho adulto no solo los afecta a ellos sino a su descendencia en cualquiera de sus tres estadios de desarrollo. En el mundo existe otra rana con un sistema tan complejo como este, la rana gástrica austral, *Reobatrachus silus*, de Australia, que ingería y depositaba los huevos al interior del estómago. Las larvas secretaban una hormona llamada prostaglandina que inhibía la secreción de ácidos gástricos al interior del estómago. Esta especie se extinguió en los años 1980. En invierno es casi imposible encontrar R. darwinii incluso en aquellos lugares en que parece abundante en los meses de verano. En Chiloé convive con *Eupsophus emiliopugini, Hylorina sylvatyca, Batrachyla taenita*. En la Zona de Villarrica convive con *Alsodes sp., Batrachyla leptopus.*
Taller de Priorización: Amenazas Desconocidas. Aspecto biológico único compartido con menos de 6 especies. La distribución va restringiéndose a poblaciones aisladas y las poblaciones existentes han disminuido en los últimos dos años. Debiera ser

clasificada como "En peligro" por la disminución de las poblaciones y la desaparición de algunas poblaciones (Observaciones de Claudio Soto). Según Marco Méndez, la información no ha cambiado a lo largo de los años. Según IUCN debiera ser vulnerable (JC Ortiz). En el norte de la distribución las amenazas no son reversibles. Se ha encontrado evidencia de infección a Hongo chytrido (Andrés Charrier). Análogo para R rufum. Se requiere mayor investigación In Situ. En comportamiento, la manera de almacenar huevos en el saco vocal (inhibición de enzimas, etc). Se recomienda reevaluar estado de la lista roja de IUCN.

Telmatobufo bullocki (Schmidt, 1952)
Sapo de Bullock, rana montana de Nahuelbuta

Orden: Anura
Familia: Calyptocephalellidae
Estado de conservación UICN: Vulnerable
Estado de conservación en Chile: En Peligro
Origen: Endémico de Chile

Tierra típica: Cordillera de Nahuelbuta
Descripción: Rana de tamaño mediano a grande. Cuerpo grueso y achatado, con extremidades largas y gruesas. Dorso cubierto con numerosas glándulas protuberantes bien destacadas. Glándulas parótidas grandes y sobresalientes. Dedos de patas delanteras libres, sin membrana interdigital. Dedos de patas traseras con marcada membrana interdigital gruesa. Coloración dorsal café oscura o crema, con filigranas amarillas entre las protuberancias glandulares o de coloración amarillo mostaza con manchas características de coloración verde limón sobre los ojos. Borde de la boca y articulaciones de codos, rodillas y talón con coloración amarillos limón. Coloración ventral café amarillo con manchas irregulares oscuras o pardas. Ojos sobresalientes.

Pupila vertical. Anillo timpánico no visible externamente. Especie altamente adaptada a aguas lénticas.
Hábitat: Bosques Maulinos caducifolios. Quebradas profundas y sombrías. Ríos cordilleranos rodeados de bosques nativos, Nothofagus laurel, tepú, quila, fucsia y rocas cubiertas por vegetación de helechos musgos y antoceros y otras especies de vegetación nativa. En el 2005 fue encontrado en plantaciones de *Pinus radiata*

Historia Natural: En plena época reproductiva se le encuentra posado a orillas de los ríos durante la noche sobre piedras o la entre vegetación ribereña. También bajo grandes troncos caídos. Bajo piedras a orillas de los ríos. Se le ha encontrado caminando en época no reproductiva a más de 300 mts de cursos de agua. Dieta: larva de coleópteros, grillos, arácnidos, cucarachas. Gran parte del contenido estomacal encontrado es fibra vegetal. Es una especie altamente adaptada a cursos lénticos. Esta especie se encuentra en muy bajas densidades poblacionales. Díaz-Páez y Ortiz (2003)

Reproducción y larva: El amplexus se produce al interior del agua en ríos de montaña de aguas limpias corrientosas La larva se desarrolla de preferencia en cursos de ríos con suelo rocoso. La larva tiene su caracterice disco suctorio oral, típico de los anfibios de ríos montañosos con fuerte corriente, que le permite asirse a las rocas para no ser arrastradas por el agua. Las larvas se han encontrado en los meses de diciembre y enero.
Numero de huevos: 112 huevos durante el mes de enero
Tamaño: 70.1 mm en hembras y 83.0 mm en machos.
Peso: sin información

Distribución: Desde Quirihue hasta Elicura en la región del Biobío, también en Angol región de la Araucanía**.** No existen registros actuales para el Parque Nacional Nahuelbuta.
Rango altitudinal: Entre los 10 mts y los 800 mts.

Principales amenazas: reemplazo del bosque nativo por plantaciones Pinos y Eucaliptus, introducción, de peces invasores truchas, agricultura y contaminación y sedimentación de aguas. Incendios forestales. La faena de tala de las plantaciones de pino y eucaliptus genera erosión de los suelos provocando gran cantidad de sedimentos en las aguas de los ríos presentado una grave amenaza para las larvas de esta especie. Dentro de su distribución existen una serie de proyectos de centrales de paso y represas. Los ríos presentan una gran abundancia de truchas lo que representa una amenaza directa sobre las larvas.

Datos Adicionales: Su nombre está dedicado al Dr. Dillman Bullock Lytle**,** médico y naturalista de origen norte americano radicado en Angol colecto esta especie el año 1950**.** Hasta 1968 se conocían solo siete registros de *Telmatobufo bullocki*. Es la larva más grande conocida después de la *Calliptocephalela gayi.* En el mundo existen en este momento solo 15 animales en museos*.* En la cordillera de Nahuelbuta cohabita con

Rhinoderma darwinii, Alsodes barriori y Alsodes vanzolinii. Requiere de programas de conservación urgente. Durante el verano de 2011 fue re descubierta por Virginia Moreno en el Sector del rio Butamalal a 450 mts (datos no publicados), donde se pretende construir una central hidroeléctrica de pasada. En Elicura, lugar de mayor abundancia de Bullocki hasta ahora, se pretenden construir mini centrales hidroeléctricas de pasada. En el río Picoiquen comuna de Angol, donde habría sido descrita la especie, también se pretende construir una central de paso. Las primeras descripciones fueron hechas por Pefaur en el camino que va desde Angol al P. Nacional Nahuelbuta entre 1931 y 1968 (Pefaur 1971).Venegas 1975 menciona un punto para T. bullocki en Lota, que sería interesante revisar. Existe un registro de *T. bullocki* en predios forestales en el sector de Quirihue, pero podría corresponder a *T. ignotus*, necesita revisión.

Taller de priorización: Las amenazas son potencialmente reversibles en un marco de tiempo. En 20 años de investigación se han encontrado uno o dos individuos por expedición. Es la única especie de baja altitud con un gran renacuajo. Hay hallazgos de la especie fuera de Arauco (no publicado). La especie es poco conocida y muy amenazada, se debe criar en cautiverio para conocer más la especie (ecología de adultos y larvas) y el género. Se debe comenzar con especie análoga.

Observaciones realizadas en Butamalal.

Telmatobufo venustus (Philippi, 1899)
Sapo hermoso

Orden: Anura
Familia: Calyptocephalellidae
Estado de conservación UICN: Vulnerable
Estado de conservación en Chile: En Peligro
Origen: Endémico de Chile

Tierra típica: Altos de Vílchez
Descripción: Reportado solo en tres localidades de los faldeos occidentales de la Cordillera de Los Andes, entre los 35°28¨ y 38°50´.: Altos de Vilches, provincia de Talca, Cordillera de Chillán, provincia de Ñuble y en Ralco, provincia del Biobío, región del Biobío. No se puede estimar la extensión de la presencia, los tres puntos señalados en la literatura están muy alejados, alcanzando 265 km lineales.
Hábitat: Arroyo de montaña dentro de bosques de Nothofagus. Bajo tronco y piedra cercanas de la orilla de cursos de agua o dentro de estos.
Historia natural:
Reproducción y larvas: Larvas del tipo arrollo de montaña las cuales se han encontrado durante los meses de enero y mayo. Las larvas del genero Eupsophus, realizan

alimentación endotrófica, es decir, durante el periodo larvario se nutren exclusivamente de vitelo, el que es sintetizado por la hembra y se almacena en cada ovocito para ser utilizado durante el desarrollo larval. Además, presentan un escaso desarrollo del disco oral y queratodontes, lo que estaría dado por no requerir de alimentación vía oral

Numero de huevos: Sin información
Tamaño: 70,8 mm
Peso: Sin información

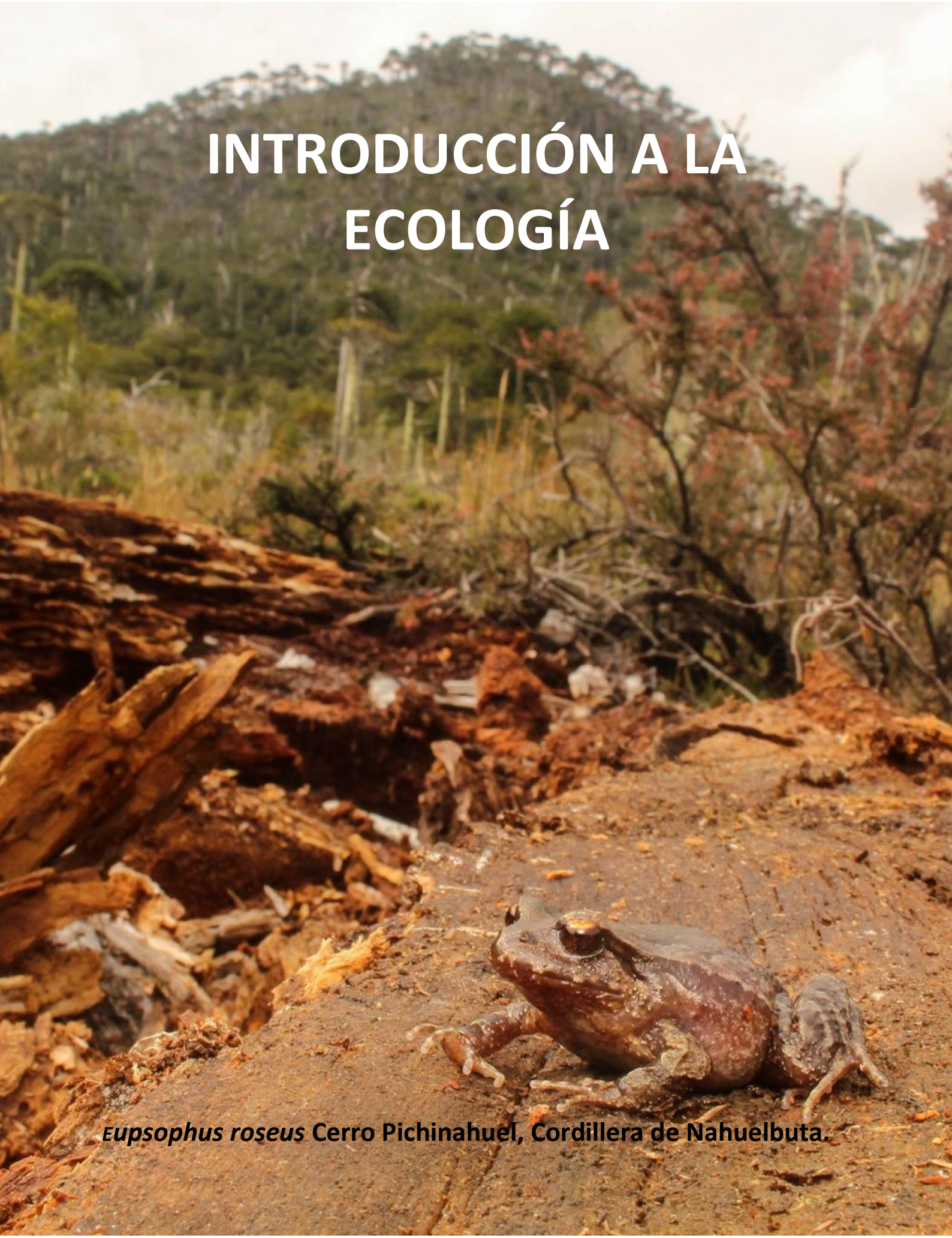
Distribución: Encontrado solo en tres localidadaes de los faldeos occidentales de la Cordillera de los Andes, entre los 35º28` y 38º50`S.: Altos de Vilches, provincia de Talca (VII Región), Cordillera de Chillán, provincia de Ñuble (VIII Región) y Ralco, provincia del Bío-Bío (VIII Región)(Formas et al. 2001). No se puede estimar la extensión de la presencia, los tres puntos señalados en la literatura están muy alejados, alcanzando 265 km lineales.
Rango altitudinal: Sobre los 1000 msnm.

Principales amenazas: Perdida de hábitat debido a la deforestación de la vegetación nativa el reemplazo de esta por plantaciones forestales de especies introducidas de rápido crecimiento. También la construcción de centrales hidroeléctricas de pasada es una amenaza latente.

Datos Adicionales: Debido a los pocos registros hasta esa fecha, Formas y Veloso (1982) señalan que T. venustus debiera tener poblaciones pequeñas. Especie muy rara conocida a partie de muy pocos individuos de tres localidades (Global Amphibian Assessment, 2004). En más de 100 años, sólo existen tres registros oficiales de poblaciones de este taxón, no existiendo nuevos hallazgos en las últimas décadas.

Taller de priorización: Especie con muy pocas localidades conocidas, que requiere mayores estudios sobre todo para avanzar ene l conocimiento de su distribución y de su ecología.

INTRODUCCIÓN A LA ECOLOGÍA



Eupsophus roseus **Cerro Pichinahuel, Cordillera de Nahuelbuta.**

La Ecología es el estudio de las relaciones entre seres vivos y con todo el entorno en el que viven.
En la Tierra, todos los materiales van cambiando e interactuando. Por ejemplo, muchos tipos de rocas y minerales se forman bajo distintas condiciones de presión, temperatura, y dependientes de los elementos disponibles. Así mismo, la atmósfera que nos rodea es dinámica, presentando diferencias de presión, vientos, nubes y otros.
La vida también es un proceso de cambio e interacción. Un ser vivo tiene que encontrar fuentes de energía, alimentarse y digerirlos para extraer la energía de forma utilizable. Todos los seres vivos necesitan energía para formar la estructura de su cuerpo, y realizar actividades. Luego de morir, otros seres vivos los utilizan como fuente de energía y así sucesivamente. Es así como en la naturaleza, todo va pasando por ciclos, pudiendo ser los distintos elementos reciclados para formar otra sustancia, sea animal, planta, suelo, o componentes de la atmósfera.

Ciclos de energía y nutrientes

Todos los seres vivos necesitan energía para vivir. Los seres que obtienen su energía directamente del medio ambiente se llaman *autótrofos.* La mayoría de los autótrofos son plantas que obtienen su energía de la luz del sol a través de la clorofila, una molécula que absorbe la energía de la luz, y la cual permite a las plantas producir sus propias sustancias orgánicas (proceso denominado fotosíntesis). También hay otras especies de autótrofas, como los microbios que viven en la profundidad del océano donde no llega la luz, obteniendo su energía de químicos que salen de las chimeneas termales. Los autótrofos utilizan la energía que capturan para transformar las sustancias inorgánicas que absorben del ambiente en moléculas orgánicas, como la glucosa, parte de la cual se utiliza para fabricar otras moléculas orgánicas que se utilizaran para la construcción de sus cuerpos y crecimiento.

Los seres vivos que no pueden sacar energía directamente del medio ambiente se alimentan de otros. Estos se llaman *heterótrofos* e incluyen los hongos, los animales (como herbívoros y carnívoros) y muchos microbios.

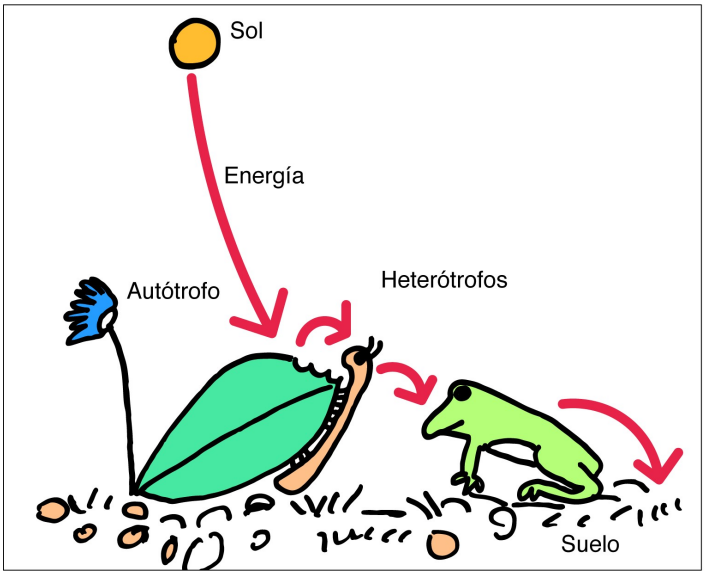
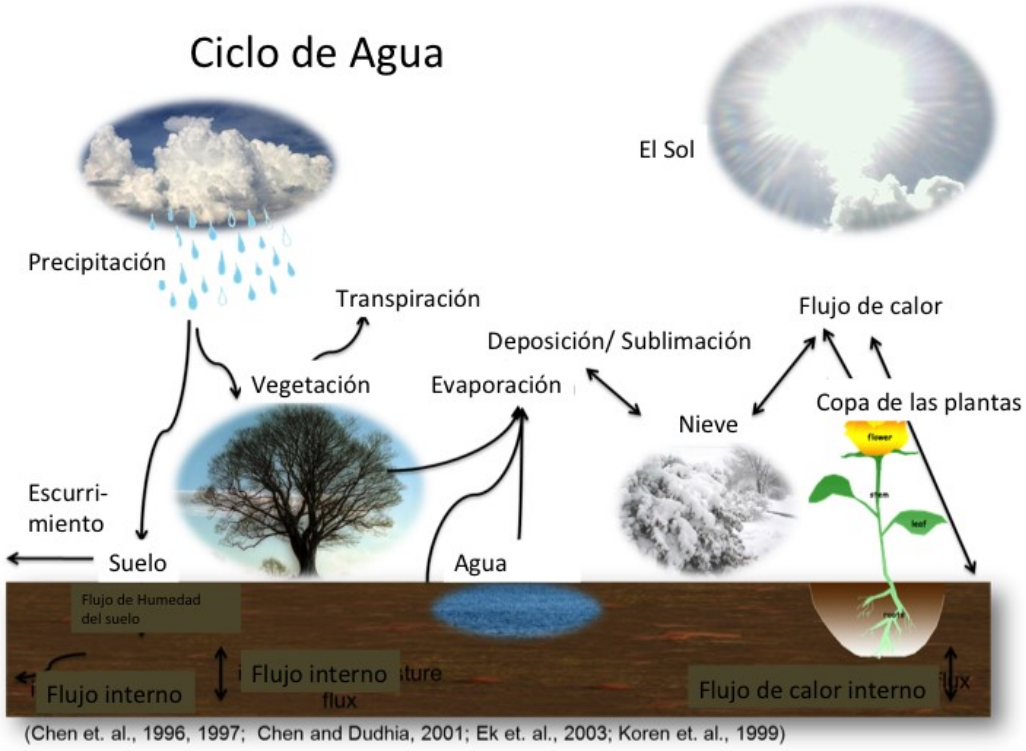


Figura 1. *Sendero de la energía. La energía del sol es capturada por autótrofos, luego pasa a los heterótrofos, y posteriormente es utilizada por los descomponedores en el suelo.*

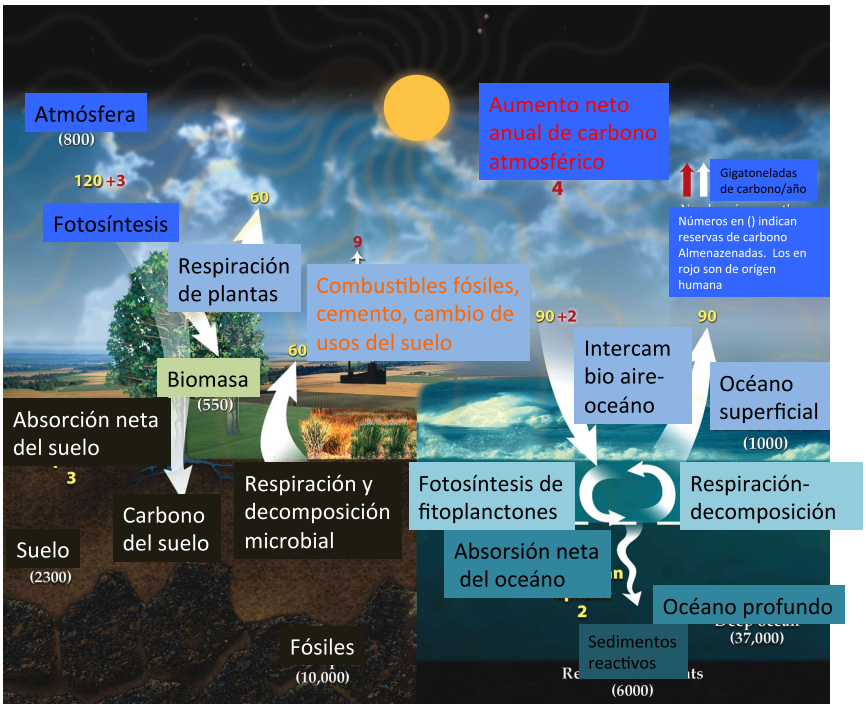
Es así como la vida y los ecosistemas funcionan con ciclos. Otros ciclos muy importantes son el ciclo del agua, el ciclo de carbono, y el ciclo de nitrógeno.

Ciclo de agua:



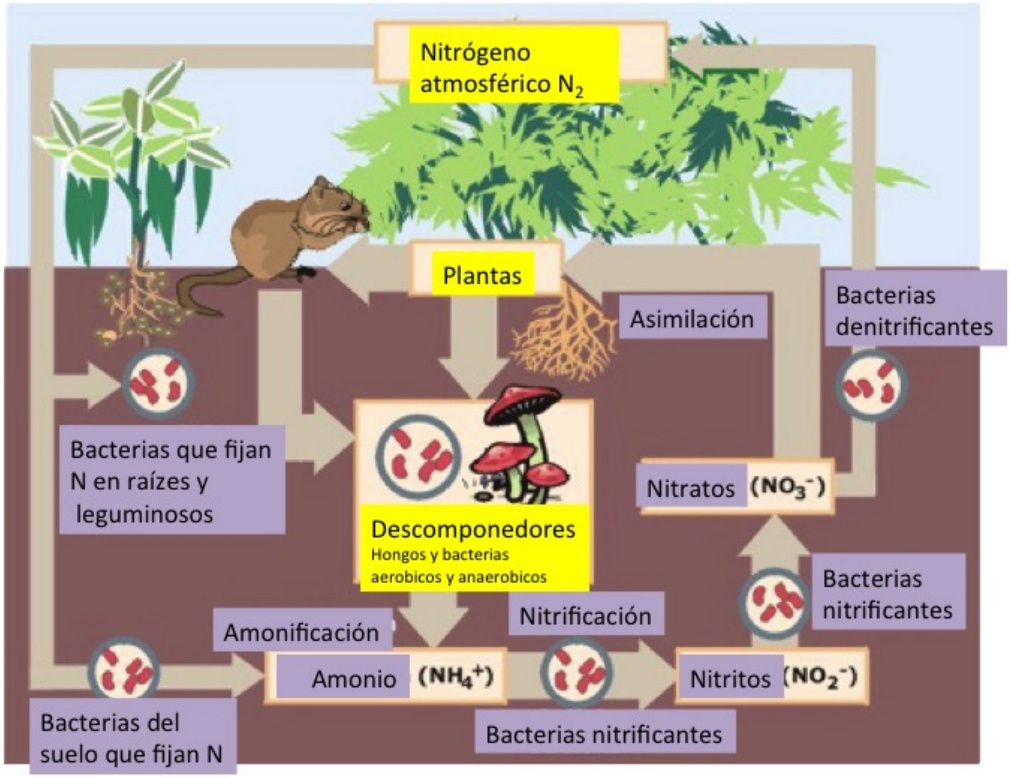
Siempre hay agua (H_2O) en forma gaseosa en la atmósfera. Las nubes, se forman cuando el agua condensa, y producen precipitación cuando las gotas condensadas crecen y se hacen más pesadas, cayendo literalmente agua del aire. El agua al precipitar es absorbida por las plantas, por sus raíces, hojas, por el suelo, o bien, escurre sobre el suelo a cuerpos de agua, como lagos y océanos. El sol participa también del ciclo atrayendo el agua a la atmósfera, ya que su calor convierte el agua líquida a gaseosa, proceso llamado evaporación. El ciclo también incluye la traspiración, que es la evaporación de agua de las hojas de plantas. Así mismo, una planta es capaz de sacar agua del suelo o subsuelo por la fuerza de traspiración, lo que se regula con la energía que saca del sol por fotosíntesis.

Ciclo de carbono:



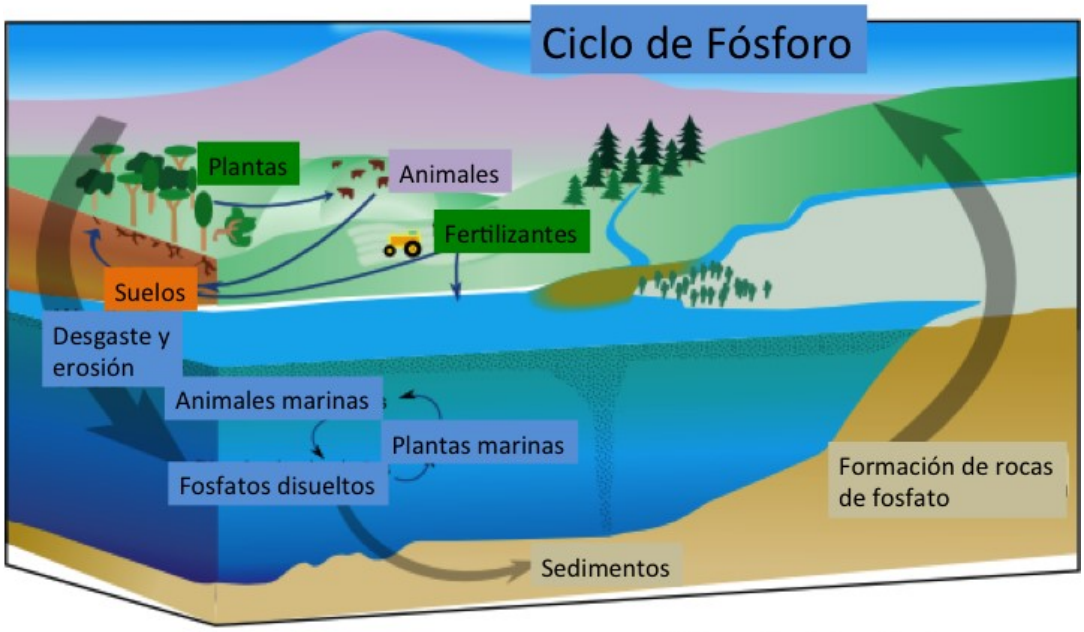
El ciclo de carbono comienza en la atmósfera. Las plantas obtienen carbono de la atmósfera y a través de la fotosíntesis, lo utilizan para sintetizar la glucosa que necesitan para formar sus cuerpos ("biomasa"). El suelo también almacena carbono en forma de restos y partículas de plantas, animales, hongos y bacterias. Así mismo también todo ser vivo, incluso las plantas, respiran, proceso mediante el cual producen dióxido de carbono, la respiración en este sentido, se refiere a una reacción química necesaria para sacar energía de la glucosa para vivir (no al flujo de aire por los pulmones). De esta forma una porción del carbono se libera retornando a la atmósfera (así también a través de la respiración por animales, en los dos sentidos). Por otro lado, el suelo, los restos de plantas y animales se convierten eventualmente en fósiles y petróleo, ocurriendo de forma similar en el océano, lagos y otros ámbitos húmedos. Esto sucede ya que los seres vivos acuáticos mueren, caen al fondo y forman sedimentos que pasados millones de años se trasforman en rocas. Las rocas y fósiles almacenan la cantidad de carbono más grande en la Tierra. Este carbono puede salir de las rocas y fósiles muy lentamente por erosión, o muy rápidamente a través de la quema de combustibles fósiles.

Ciclo de Nitrógeno:



El nitrógeno se encuentra principalmente en la atmósfera, y forma la mayoría del aire (79%). Sin embargo, en su forma gaseosa (N_2) los seres vivos no lo pueden utilizar. Las bacterias que fijan (capturan) nitrógeno viven en el suelo donde algunas se asocian a las plantas que necesitan nitrógeno, pasándoles nitrógeno en forma utilizable y intercambiándolo por otros nutrientes. Así las plantas los usan para formar sus sustancias orgánicas y los animales se alimentan de estas plantas. Los descomponedores extraen nitrógeno de las fecas y también, de la biomasa de animales y plantas, cuando éstos mueren, formando nuevamente nitrógeno utilizable por las plantas.

Ciclo de Fósforo:



Autor original: Bonniemf

El fósforo es necesario para los seres vivos para formar ATP, la molecula clave para usar energía, y para formar ADN. El fósforo casi nunca se encuentra en forma gaseosa en el aire, y su ciclo es uno de los más lentos. Las plantas pueden capturar fósforo del suelo donde se encuentra en forma erosionada y en interacción con otras sustancias. Los animales necesitan comer las plantas para acceder al fósforo, posteriormente éste regresa al suelo por decomposición de las fecas y de la biomasa de plantas y animales. Cuando el fósforo del suelo se disuelve en el agua, corre en los cuerpos de agua llegando a lagos y océanos. Este durante miles de años puede acumular sedimentos formando rocas, las cuales pueden volver a los suelos terrestres mediante movilizacion geologica, humana o bien a través de las aves marinas que lo absorven y devuelven a la tierra en sus fecas.

***Eupsophus roseus*, Cañete, Chile.**

Biodiversidad del gen al bioma

Una característica de la vida es su diversidad. La diversificación se genera por la evolución. La biodiversidad es la cantidad y variedad de organismos vivos en un área y comprende la variabilidad biológica a lo largo de todas las escalas.

Los genes forman las instrucciones (*genotipo*) de construcción de cuerpo (*fenotipo*) de cada ser vivo. El primer nivel de diversidad ecológica se encuentra en los genes. La diversidad entre genotipos tiene varias fuentes: (1) errores en la reproducción de genes (mutaciones) durante la formación de ovocitos y espermas; (2) reproducción sexual, o sea la formación de nuevas combinaciones de genotipos; (3) la selección y adaptación, o sea la no-reproducción de ciertas combinaciones de genotipos y la reproducción de otras. Así mismo, la diversidad fenotípica también se forma con las interacciones entre genes dentro de genotipos, dando efectos complejos e inesperados. También la diversidad fenotípica se debe a interacciones entre genes y el entorno en que el fenotipo de desarrolla: hablamos de efectos epigenéticos que determinan cómo los genes son exprimidos para producir el fenotipo (ej. efectos de alimentación o de estrés fisiológico), efectos maternales (cómo la fisiología y comportamiento de la madre afecta al desarrollo de sus hijos), construcción de nichos o cómo el entorno ecológico y físico afecta el desarrollo y comportamiento (véase abajo), y procesos de maduración, aprendizaje y de cultura, que afectan los comportamientos.

Los individuos de una especie forman poblaciones, o grupos de individuos que reproducen entre sí y viven en una *distribución* geográfica. Uno puede encontrar variación de genotipos y/o de fenotipos presentes entre poblaciones de la misma especie. Cuando las variaciones son tan grandes que individuos de dos poblaciones no pueden reproducirse entre sí, vemos un proceso de *especiación*, o formación de especies distintas. Eso puede pasar cuando una población experimenta condiciones diferentes en diferentes lugares dentro de su distribución, y cada sub-población va adaptándose a esas condiciones distintas. Igualmente, una separación entre poblaciones, como la separación de continentes por la deriva continental, la formación de montañas, o la construcción de una autopista, puede resultar en que dos poblaciones no se mezclen y se diferencien debido a muchos factores, finalmente formando con el tiempo especies distintas. Es así, como la diversidad entre poblaciones se podría entender como la capacidad de las especies para adaptarse a nuevas condiciones.

La diversidad de especies se ha formado durante millones de años, debido a interacciones entre especies, y entre especies y sus entornos. Darwin y Wallace son los naturalistas que propusieron que la evolución de las especies se explica por la selección natural, la cual explica la supervivencia y reproducción de ciertos individuos de una población basado en ciertas características que les permite mejor adaptación y reproducción.

También encontramos una diversidad de entornos, es decir de *comunidades* y *hábitats*. Una comunidad ecológica se refiere al conjunto de seres vivos que interactúan en un cierto lugar, bajo ciertas condiciones abióticas de precipitación, suelo,

temperatura, estacionalidad, etc. La distribución de comunidades a nivel regional por el mundo suele llamarse *biomas,* estos corresponden a amplias regiones con climas semejantes que determinan su flora y fauna (Figura 2). Similarmente, un hábitat es el lugar donde vive una especie, integrando su comunidad ecológica y las condiciones abióticas. Cuando hablamos de hábitat también hablamos de las estructuras formadas por elementos vivos y no vivos como rocas, árboles vivos, árboles muertos, etc. También hablamos de hábitats cerrados o abiertos, los primeros tienen la copa del bosque continua, sin espacios entre árboles, en cambio los hábitats abiertos tienen huecos o claros entre los árboles. Una especie puede necesitar diferentes hábitats para diferentes etapas de su vida o horas del día, por ejemplo, para nidificar, para pasar diferentes etapas de la metamorfosis, para encontrar diferentes tipos de presa, para pasar el calor del medio día, para migrar, para hibernar. Es así como la diversidad de especies tiene su correspondiente diversidad de hábitats dentro de la diversidad de biomas. ¡Mucha diversidad!

Los nichos y la competición entre especies

El nicho cuenta con diversas definiciones en Ecología, pero en general es una descripción de las necesidades para vivir que tiene una especie, sus interacciones con otras especies, y las transformaciones en el medio ambiente que puede producir. El nicho de Grinnell (un ecólogo famoso del principio del siglo veinte) corresponde a su hábitat y la manera en que "gana su vida" dentro de este hábitat. El nicho de Elton (otro ecólogo famoso de la época) es definido por sus relaciones con recursos alimentarios y sus depredadores: es más similar a una red trófica. Independiente de la definición que uno ocupa, se entiende que dos especies no pueden ocupar el mismo nicho. Si fuera así, las dos especies estarían en competencia directa por los mismos recursos. En ese caso, la especie que se adaptó mejor (o más rápidamente) a la competencia (o que ya tenía una ventaja), excluiría a la otra. Eso no significa que la competencia entre especies no existe. Cuando dos especies tienen una sobreposición en sus nichos, existe competencia. Pero si los nichos no son demasiado similares, pueden co-existir.

Interacciones entre especies

Hay tres tipos de interacciones entre especies, estando todas interrelacionadas:

- Interacciones *tróficas y no-tróficas*. Las interacciones tróficas son todas las interacciones de los heterótrofos con lo que comen. Las interacciones no-tróficas incluyen cambios y perturbaciones al medio ambiente que producen la competición y la facilitación (véase abajo). Una *especie clave* es una especie que influye significativamente sobre la estructura de la comunidad, por ejemplo, un depredador que regula las poblaciones de especies presa.
- Interacciones por el gradiente *competición- facilitación*. Dos especies que utilizan los mismos recursos están en competencia porque el recurso es finito. También hay muchas especies que no compiten entre sí (tienen nichos muy distintos, como una rana y un liquen), y tienen interacciones neutrales. Por otro lado, hay especies que aumentan el crecimiento, reproducción o sobrevivencia de otras especies y eso se llama facilitación.
- Interacciones por el gradiente *mutualismo- comensalismo- parasitismo*. El mutualismo es facilitación mutua, o sea por una interacción entre especies ambas especies son facilitadas. Comensalismo es cuando una especie beneficia a otra. Por razones históricas, normalmente se habla de "facilitación" entre plantas, o plantas y animales, y de "comensalismo" entre animales o entre microbios y otras especies. Parasitismo es cuando una especie aprovecha de otra, la cual es perjudicada por la interacción.

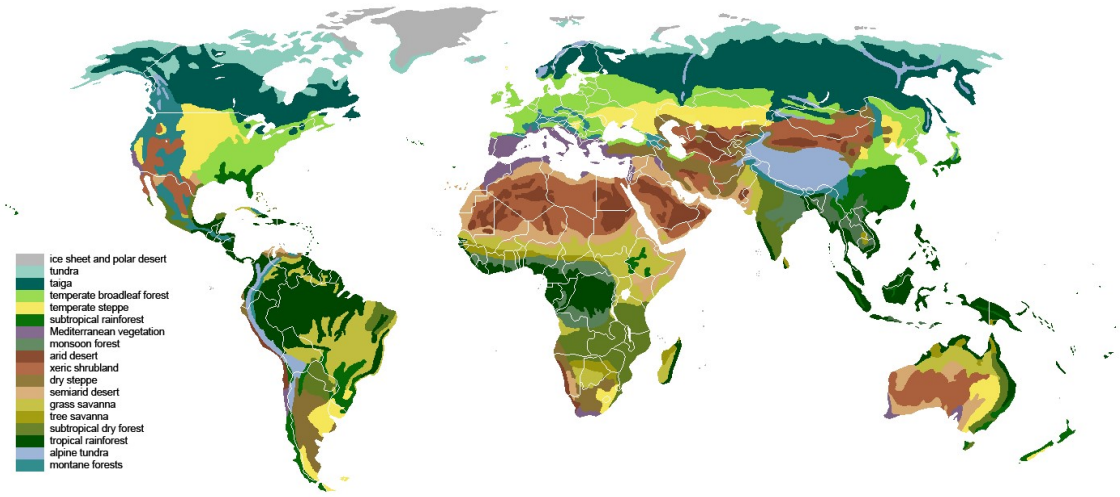


Figura 2. Biomas del mundo. Imagen de Ville Koistinen.

Las perturbaciones, el ingeniero ecosistémico, y la construcción de nichos

Hay animales que producen perturbaciones a su entorno—por ejemplo, los degús (*Octodon degus)* excavan y forman caminos que son perturbaciones al suelo, las vacas pisan en el suelo al pastar, aplastando la hierba y muchas veces causando erosión, y el milodon es probable que haya destruido arbustos y ramas de árboles. El hombre también causa muchos tipos de perturbaciones—los incendios, la formación de senderos, la corte y poda de árboles, la minería, etc. Las plantas también pueden generar perturbaciones, por ejemplo, cuando un árbol se cae por el viento. En el fondo, una perturbación ecológica es una reorganización espacial, a veces junto con una transformación física, de biomasa o de otros elementos de un hábitat como el suelo, las rocas, etc. La hipótesis de Perturbaciones Intermedias predice que perturbaciones de intermedia escala, impacto, o frecuencia aumentan la biodiversidad, mientras que perturbaciones de grande escala, impacto o frecuencia disminuye la biodiversidad. Cuando las perturbaciones son intermedias, la reorganización de biomasa crea nuevos nichos donde otras especies pueden establecerse, aumentando así la biodiversidad.

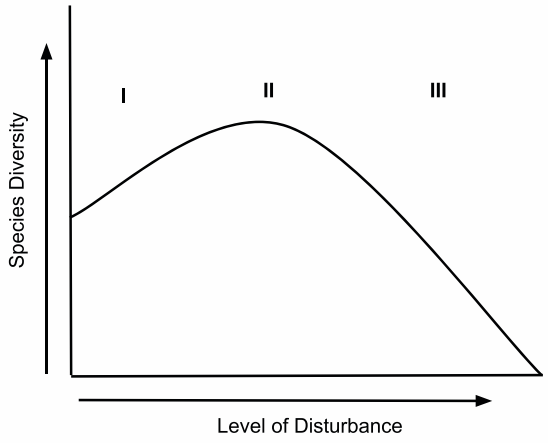
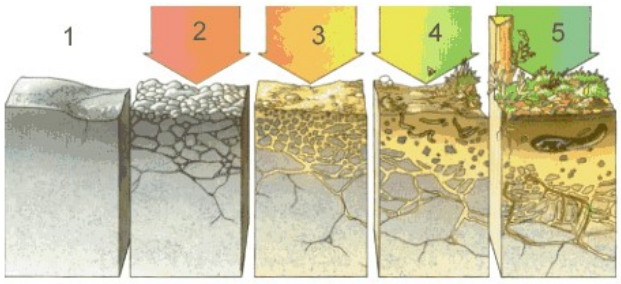


Figura 3. La hipótesis de Perturbaciones Intermedias. En el eje y, "Diversidad de Especies", en el eje x "nivel de perturbación." En "I", la perturbación no tiene mucho efecto. En "II", abre huecos o nichos donde otras especies pueden establecerse. En "III" destruye biomasa, eliminando individuos y especies. By Sciencerelatedusername - Own work, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=49113748

El ingeniero ecosistémico ocurre cuando una especie hace perturbaciones y construcciones (ej. nidos) que cambian las condiciones ecológicas en que vive—cambiando así su hábitat y auto-formando su nicho. Igualmente, una especie que es ingeniero ecosistémico puede formar hábitats y nichos necesarios para otras especies, teniendo efectos sobre la evolución de las especies afectadas u otras. Por ejemplo, al formar suelo, las lombrices afectan el entorno, y también la evolución de plantas con raíces (Figura 4).



Proceso de formación de los suelos:
1-Roca madre; 2-Acción mecánica (cambios de temperatura, hielo, etc.); 3-Acción química del agua y de sus sales minerales; 4-Acción de los seres vivos; 5-Acción conjunta de todos las materias orgánicas e inorgánicas.

Figura 4. Formación del suelo por interacción geológica y biológica.

Para más información sobre la ecología, véase por ejemplo *La Ecología del Agua*, un libro publicado por el Instituto de Ecología y Biodiversidad de Santiago, Chile con muchos ejemplos chilenos.

INTRODUCIÓN A LA CONSERVACIÓN

Definiciones

La conservación es una actividad que tiene por meta salvaguardar lo que se llama "la naturaleza" y la gestión de los sistemas socio-ecológicos de manera sustentable.

¿Qué se entiende por la naturaleza? En la tradición científica y filosófica de Europa, se entiende la naturaleza como todo lo que no es humano, no está ligado a lo humano, o hecho por humanos. Sin embargo, hay otras tradiciones, incluso la tradición más antigua europea, que no hacen esta división humano-naturaleza. Ciertas tradiciones chamanísticas amazónicas, por ejemplo, entienden la experiencia de ser humano como "la experiencia de ser" compartida entre todos los seres. Entonces, los jaguares experimentan su realidad de la misma manera que nosotros: lo que vemos como un jaguar bebiendo la sangre de su presa, él experimenta como beber una cerveza de una copa. El jaguar, a su vez, no nos ve como "humano" (para él, él es el humano) sino que como una especie de presa. Entonces se entiende "lo humano" como la experiencia común a todo ser, y la naturaleza como la manera en que uno percibe los otros seres. Basta con reconocer que hay muchas otras interpretaciones de la naturaleza y el ser humano en las culturas del mundo.

¿Qué se entiende para conservación? Cuando se habla de "preservación" generalmente se habla de un enfoque de no intervenir o no tocar a la naturaleza, mientras que la "conservación" implica interacción e incluso la posibilidad de intervención humana. Ambos enfoques se orientan en no dejar que desaparezcan especies y hábitats. La meta es mantener especies y hábitats con la más amplia distribución natural u original (antes de una amenaza) posible. Igual, en casos extremos o complicados se intenta mantener ejemplares de especies y hábitats en zoológicos y jardines botánicos. La conservación también puede enfocarse en fortalecer la capacidad de un ecosistema o socio-ecosistema de sobrevivir disturbios ("resiliencia") o de poder evolucionar a otro estado deseado frente a un disturbio, en vez de desaparecer completamente ("transformación adaptiva").

¿Qué se entiende por sistemas socio-ecológicos? Con este concepto, incluimos en los ecosistemas a los humanos como seres que interactúan con otras especies y procesos ecológicos. Se propone un solo sistema integrado de interacciones entre especies y procesos ecológicos, por un lado, y humanos y procesos sociales (como prácticas culturales, políticas, económicas) por el otro lado. Hay muchos tipos de interacciones sociales-ecológicos posibles (Figura 1).

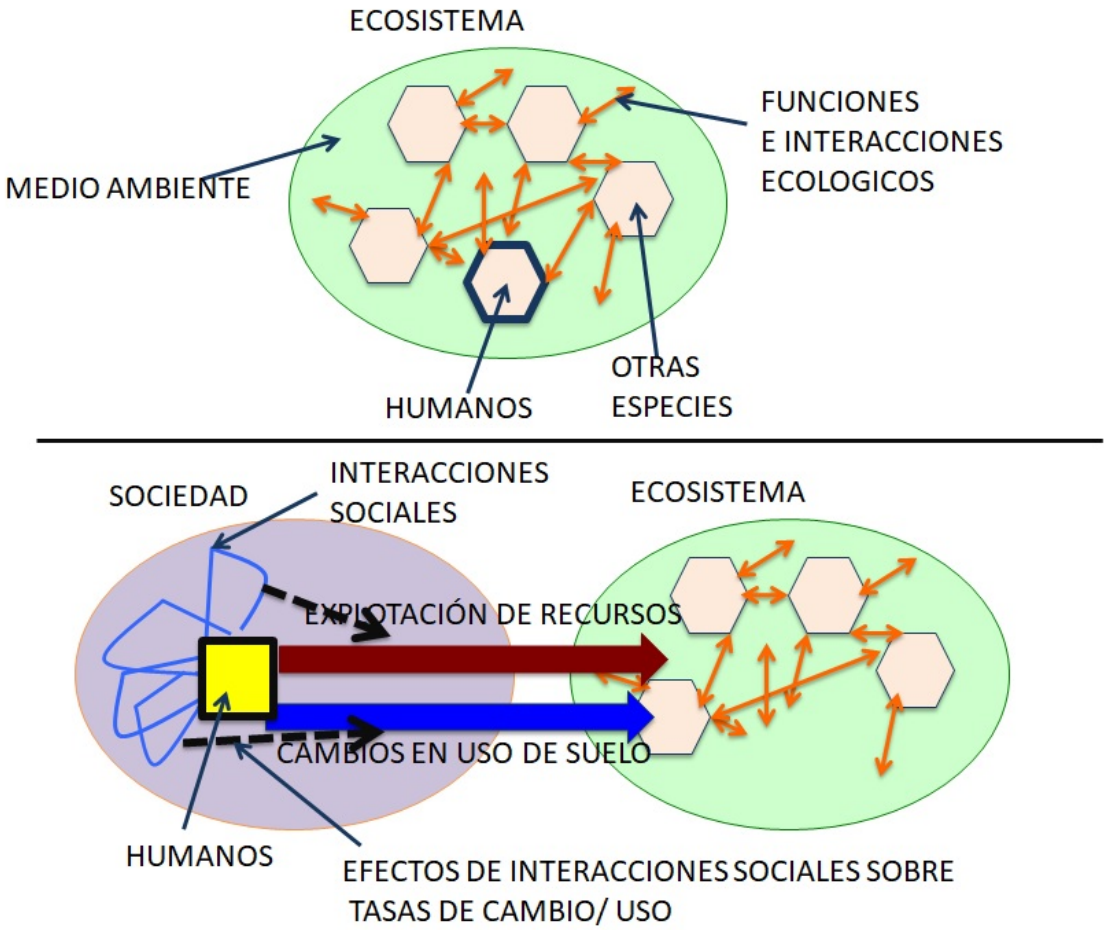


Figura 1. Dos tipos de modelos socio-ecológicos. Arriba, modelo de sistema socio-ecológico con los humanos representados como un miembro de una red de interacciones ecológicas, con sus interacciones con la naturaleza entendidas como formas de interacción ecológica. Acá, los diferentes tamaños de efecto o impacto no están dibujados. Abajo, un modelo en que se destaca las interacciones sociales, culturales, económicas, etc. entre humanos y sus efectos sobre la naturaleza "exterior" a estas dinámicas sociales. Aparte de representar diferentes ideas sobre la relación humano-naturaleza, los dos modelos pueden ser adaptados a diferentes preguntas de estudio o contextos.

¿Qué se entiende por gestión sustentable? Procesos sociales, tales como la explotación de recursos que afecten especies y procesos ecológicos, deben ser bien pensados y desarrollados para poder continuar en el largo plazo. Esto puede implicar tomar en cuenta las tasas naturales de remplazo de recursos naturales tales como los bosques, la provisión de agua potable, o el hábitat apropiado para ciertas especies. Puede implicar también, tomar en cuenta toda el área en que un cierto uso de suelo o explotación de recurso tiene lugar, y así mantener conservados parches en diferentes estados ecológicos.

Las Naciones Unidas mediante sus Objetivos de Desarrollo Sustentable proponen metas para el diseño de sociedades y economías sustentables (Caja 1).

Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas

Objetivo 1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo
Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible
Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades
Objetivo 4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos
Objetivo 5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas
Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos
Objetivo 7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
Objetivo 8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos
Objetivo 9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
Objetivo 10. Reducir la desigualdad en y entre los países
Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles
Objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles
Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*
Objetivo 14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible
Objetivo 15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la perdida de la diversidad biológica
Objetivo 16. Promover sociedades pacificas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles
Objetivo 17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible

Marcos de tratos internacionales

Convención de Diversidad Biológica (CDB). La CDB es un tratado internacional firmado en Río de Janeiro que forma parte de la ley internacional. Este tratado reconoció por la primera vez, en 1992, el interés internacional en la conservación de la naturaleza. Sus metas principales son la protección de la diversidad genética, de especies y de hábitats, el uso sustentable de la biodiversidad, y la partición equitativa de beneficios de recursos genéticos (ej. el desarrollo de medicinas basadas en plantas). Cada país debe tener una Estrategia Nacional de Biodiversidad y Planes de Acción asociados. Las Metas de Aichi para la diversidad biológica forman un plan para 2011-2020, que, entre otros, intentan promover la implementación de leyes, reglas y programas de protección de biodiversidad y servicios ecosistémicos, de uso sustentable de recursos naturales y de la restauración de hábitats.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), Acuerdo de París. El Acuerdo de París de 2016 fue el primer acuerdo

internacional comprehensivo sobre el control del cambio climático. En este acuerdo, cada país se compromete a cumplir con un plan de reducción de emisión de gases invernaderos, para mantener el aumento en la temperatura a 2 °C y promover la adaptación al cambio climático y el desarrollo sustentable.

Marcos teóricos y enfoques claves

Biodiversidad y su valor intrínseco. El punto de vista más común en la conservación, que se refleja en la CDB, es que la diversidad genética, de especies, y de ecosistemas es algo bueno en sí. Igualmente, la pérdida de dicha diversidad es algo malo en sí. Para muchos biólogos y conservacionistas, preservar la biodiversidad no necesita justificación.

Servicios ecosistémicos. A comienzo de los años 2000, algunas personas que trabajaban en la conservación se preocuparon por que, a pesar de sus intentos de frenar la destrucción del medio ambiente, la sociedad en general, y muchas empresas que tenían actividades dañinas, continuaban privilegiando las ganancias económicas en el corto plazo sobre la conservación. Así, surgió la idea de hacer claro las contribuciones de los ecosistemas a las actividades humanas para poder ser parte de la conversación neoliberal globalizada. Para esto se han dividido las funciones ecológicas en diferentes categorías de servicio para los humanos, los cuales en teoría se puede cuantificar y dar un precio para incluir en decisiones económicas (Caja 2).

Servicios ecosistémicos:

- **Servicios de abastecimiento:** suministro de aire, alimentos, agua, fibras, madera, combustibles, etc.
- **Servicios de regulación:** Calidad del aire, fertilidad de suelos, control de inundaciones, control de enfermedades y plagas, polinización de cultivos, etc.
- **Servicios de apoyo:** Necesarios por los demás servicios, como hábitat para la biodiversidad, y la diversidad genética.
- **Servicios culturales**: Son los beneficios inmateriales tales como la inspiración, la identidad, el bienestar espiritual, y la recreación.

Caja 2. Tipología de servicios ecosistémicos.

Áreas protegidas. El enfoque a la conservación de las primeras áreas protegidas se deriva de la idea que lo humano y la naturaleza son categorías opuestas, y que los humanos son de naturaleza dañino para el medio ambiente. Los primeros parques nacionales, notablemente en Estados Unidos, fueron creados en lindos paisajes, donde idealmente no había poblaciones de humanos, representando a una naturaleza pura. En muchos casos la gente local fue expulsada para crear parques vacíos, lo cual generó conflictos. Hoy en día la zonación de áreas protegidas permite una gestión de diferentes actividades en diferentes territorios, además esta separación de actividades por zona permite, en teoría, entender y controlar el impacto de diferentes actividades sobre la biodiversidad. La IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) ha

establecido seis tipos de áreas protegidas (Caja 3). En Chile, solamente se encuentran las designaciones 1 a 4. Ecológicamente, se han estudiado las áreas protegidas como si fueran islas en mares de espacios no aptos para la vida natural. Sin embargo, actualmente el concepto de "zona de amortiguación" propone una zona de transición entre áreas protegidas y otras formas de uso de suelo, donde uno puede encontrar una mezcla de actividades humanas y especies o hábitats con varias formas de protección.

Sistema de Clasificación de Áreas Protegidas del IUCN

1. Reservas naturales estrictas y áreas silvestres: Protección para mantener ejemplos de diversidad biológica en la ausencia de actividad humana para la investigación científica y la educación.
2. Parques nacionales: Áreas de belleza natural protegidas para fines de investigación científica, educación, turismo y recreación.
3. Monumentos naturales: Áreas pequeñas que preservan lugares únicos de interés histórico o ecológico.
4. Área de manejo para especies o hábitats: Protegen especies y hábitats particulares. Permiten manejo activo para mantener un estado ecológico deseado, una población o una especie.
5. Paisajes protegidos: Un área donde la interacción entre una cultura humana y la naturaleza ha creado una zona de carácter distintiva con alto valor ecológico y cultural. Se permite la cosecha de recursos naturales normalmente de manera tradicional, y apoya el manejo sustentable por la comunidad local.
6. Áreas protegidas con manejo de recursos: El uso sustentable de recursos naturales, incluso de manera industrial, promueve la conservación en una zona grande.

Métodos de inclusión de comunidades en la gestión de la naturaleza.

Debido a los conflictos causados por la exclusión de gente local de las áreas protegidas, y al aumento de interés sobre los conocimientos y la sobrevivencia cultural de comunidades indígenas, se han generado otras maneras de gestionar la naturaleza. Existen varios conceptos. La "conservación basada en comunidades" enfatiza el rol de la participación ciudadana de comunidades locales en el diseño de normas y metas, su aplicación y control, y la importancia de beneficios económicos o de desarrollo para la comunidad provenientes del proyecto de conservación. Las "Áreas Protegidas Gestionadas de Manera Colaborativa" (CMPAs en inglés) pueden incluir zonas de usos comunales, o zonas gestionadas por grupos autónomos indígenas, por ejemplo, en colaboración con ONGs o servicios del gobierno. Los programas de Pagos para Servicios Ecosistémicos (PES) ofrecen financiamiento, nacional o internacional, para prácticas particulares de agricultura, explotación de bosques, reforestación, u otras actividades consideradas buenas para el medio ambiente. El programa REDD+ es un ejemplo de un programa PES internacional que intenta compensar y reducir emisiones de CO_2.

Causas de extinción y degradación

¿Qué es la extinción? La extinción es la muerte de todos los miembros de una especie. Una vez muerto todo individuo de una especie, la información genética que es necesaria para que exista esa especie desaparece. También podemos hablar de la desaparición dentro de una zona de la distribución geográfica de la especie. Es importante señalar que una especie también puede ser declarada ecológicamente extinta cuando existe en una densidad tan baja que no puede cumplir sus funciones ecológicas. Las causas de la extinción son varias: pérdida de hábitat, fragmentación de hábitat, aumento de la caza, introducción de especies invasoras, introducción de plagas y enfermedades, cambios climáticos, y la extinción previa de otras especies necesarias para la realización de interacciones ecológicas. Los humanos han sido los responsables de la mayoría de las extinciones desde el Pleistoceno. Ya se habla de una "deuda de extinción" porque los cambios en los usos de suelo encadenan muchos de estos procesos, con el resultado probable de causar la extinción futura de muchas especies.

¿Qué es la degradación? La degradación es la reducción en productividad (crecimiento de biomasa de plantas) de un hábitat de manera permanente o temporal (varias décadas). La degradación puede producirse por desastres naturales, incendios, sequía, sobrepastoreo, disturbio al suelo, extracción de biomasa (ej. corte de árboles, caza de animales con roles ecológicos claves), invasión por una especie invasora, o disturbio/ extracción de elementos abióticos del entorno (rocas, suelo, etc.). A veces, un ecosistema se puede regenerar espontáneamente después de ser degradado, pero otras veces, el ecosistema desarrolla una trayectoria de baja productividad (ej. la desertificación) y puede ser muy difícil o imposible hacer restauración para recuperar el ecosistema original. Desgraciadamente, como los humanos vivimos a escala de siglos y hacemos proyectos de investigación a escalas de décadas o años, a veces es difícil percibir si cambios en estados de degradación de hábitats son permanentes o temporales.

Técnicas claves de la conservación

In situ. Técnicas *in situ* son las que se desarrollan "en la naturaleza", o sea, en los sitios donde se encuentran las especies, hábitats y ecosistemas en cuestión.

- *Reintroducción y traslado de individuos de una especie a un sitio donde se desaparecen*. La reintroducción es recomendada por el IUCN solo cuando se cumple con varias condiciones: la amenaza original ha sido controlada, la reintroducción no va a mezclar linajes genéticos divergentes, la sobrevivencia en el largo tiempo de animales reintroducidos es alta y los riesgos ecológicos y sociales son bajos. Las reintroducciones pueden ser puramente para reforzar la población de una especie, o pueden tener como meta la restauración de las funciones ecológicas de la especie al ecosistema. Por ejemplo, la desaparición de las especies más grandes en los bosques del mundo ("defaunación") causa la perdida de las funciones de dispersión de las semillas más grandes. En casos de extinción y otras complicaciones, a veces se considera la introducción de una especie diferente, pero con funciones ecológicas similares.
- *Control de actividades antrópicas (humanas) que pueden causar la extinción de especies o degradación de hábitats* dentro de territorios dados. El control puede ser

con respaldo legal o por persuasión o negociación.

- *El control de especies no-nativas y dañinas*. Especies no-nativas pueden competir fuertemente con especies nativas, cambiando el hábitat y el funcionamiento del ecosistema. También, depredadores no-nativos pueden tener efectos fuertes sobre especies de presa que no han evolucionado con defensas adecuadas. El control puede ser letal, o con rejas de exclusión. Países como Australia y Nueva Zelanda son líderes en ambos técnicos.
- *Restauración de hábitats*. Dentro de este tema existen técnicas que intervienen mucho, y otras que son más pasivas. Por ejemplo, se puede crear estructuras artificiales de tierra y agua con máquinas, para formar lagos, zonas húmedas, zanjas de drenaje, lomas, etc. Se pueden plantar árboles y otras plantas para reforestar y repoblar ciertos hábitats con especies nativas. A veces es necesario sacar especies invasoras. Igualmente puede ser necesario sacar nutrientes por corte, fuego o pastoreo, para llegar a un ecosistema de bajos nutrientes después de una explotación agrícola, por ejemplo. El pastoreo también puede servir para replicar las funciones ecológicas de grandes herbívoros donde ellos ya no existen.
- *Creación de nidos artificiales, corredores, pasos, etc. para animales en sus hábitats*. Estas intervenciones pueden conectar áreas separadas por estructuras humanas como calles, ciudades y la agricultura, o pueden remplazar o suplementar nichos para la nidificación u otras etapas de la vida de una especie.

Técnicas *ex situ*. *Ex situ* refiere a programas en zoológicos, jardines botánicos, y otras instituciones donde las especies son cuidados y no son libres.

- *Programas de crianza*. Permite la gestión de linajes genéticos para generar la máxima diversidad o preservar adaptaciones de ciertas poblaciones, o simplemente le permite sobrevivir a una especie que ha perdido su hábitat. En casos cuando la liberación o reintroducción de animales es posible, se mantiene a los animales en condiciones mas naturales posibles, y se desarrollan técnicas para enseñar a los animales cómo reconocer buenos hábitats, las reacciones adaptivas frente a diferentes depredadores, las rutas de migración, o cómo reconocer a pares de su especie.
- Bancos de semillas. Jardines botánicos y el Svalbard Global Seed Vault intentan guardar ejemplares de semillas vivas para posibles usos futuros.

INTRODUCCIÓN A METODOS CIENTIFICOS Y DE HISTORIA NATURAL

El conocimiento del mundo natural tiene muchas formas. Los métodos científicos son un formalismo que (1) ayuda a formar conclusiones lógicas (2) ayuda a que otra gente puede repetir y extender sus observaciones.

Antes de poder hacer experimentos o otros estudios científicos, necesitamos información básica acerca de la especie o ecosistema que estamos estudiando. Muchas veces, esta información falta. La técnica de *indagación de campo* es buena para entender los patrones en la naturaleza, por ejemplo, "En qué tipo de hábitat hay más ranas?" o "Qué es la masa promedia de tal especie?" o "En qué mes florece tal flor?"

Método de indagación de campo

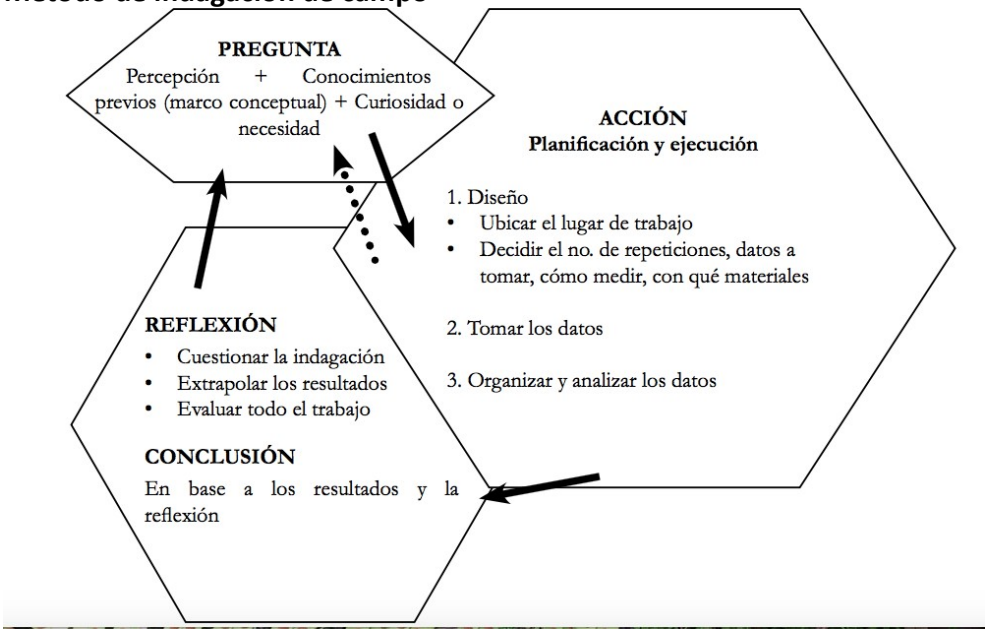


Figura de Roca E.A. & E. Rivera M. (2008) Indagación de campo. En: Hesse A.J. & E. Cuéllar S. (eds.) (2008). Manuales Técnicos, 1er Curso de Capacitación para la Formación de Parabiólogos. Whitley Fund for Nature, Santa Cruz, Bolivia.

Imagina que nuestra pregunta es "Cuál es la cantidad de la rana *Telmatobufo bullocki* que se encuentra en la zona X comparado a la zona Z en verano?"

- **La población** que vamos a medir es la de ranas
- **La comparación** es entre zona X y zona Z
- **Los datos** que vamos a medir son la cantidad de ranas *Telmatobufo bullocki*
- **El ámbito** del estudio es la Región Biobío, en verano

Luego, tenemos que identificar las repeticiones o unidades de respuesta. Como no podemos detectar o medir todo, seleccionamos una repeticiones que van a representar

a todo. Normalmente, las repeticiones deben ser elegidas al azar para que sean representativos del todo, y no sesgadas por factores no-importantes. Por ejemplo, para responder a la pregunta, no podemos contar todas las *Telmatobufo bullocki* en toda la zona X y toda la zona Z. Entonces, vamos a elegir unas localidades, o puntos, que van a representar a cada zona (Figura 1).

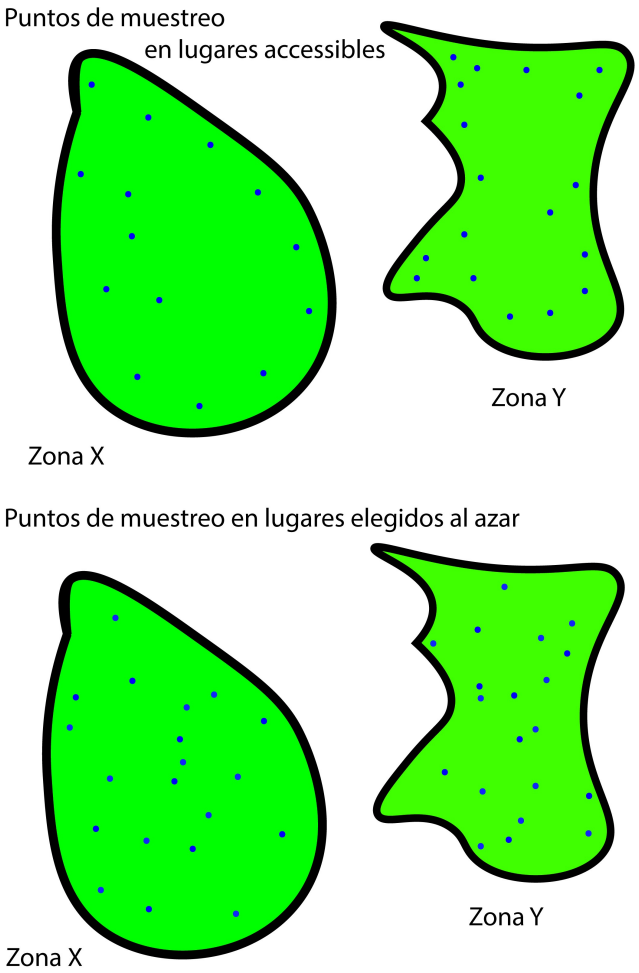


Figura 1. *Plan de muestreo sesgado, y al azar.*

Como se puede ver en Figura 1, arriba es lo que pasa si uno muestrea solamente en los puntos más accesibles: están todos muy cerca de los bordes de cada zona, que puede generar sesgos en los datos. Los hábitats de los bordes pueden ser diferentes de los hábitats del centro, y los hábitats del centro no son bien representados. Abajo, un muestreo al azar representa mejor a diferentes posibles hábitats dentro de cada zona. La más grande la cantidad de muestreos, mejor se representa al totalidad de cada zona. Obviamente, uno tiene que decidir cuánto tiempo y esfuerzo uno puede dedicar a la muestrea.

Se puede representar las respuestas a estas preguntas en una tabla de datos que representa a cada muestreo. Por ejemplo:

Número de ranas		
Localidad:	Zona X	Zona Z
Punto 1		
Punto 2		
Promedio		

Para otro ejemplo de datos más complejos, véase Figura 2:

Modelo 2: ¿Cuáles tipos de bichos están presentes en suelos húmedos y secos? En este caso agregamos una columna para anotar a los bichos que encontramos:

Tipo de bichos	Presencia de bichos	
	Suelo seco	Suelo húmedo

Definimos cuatro repeticiones por tipo de suelo y las anotamos debajo de cada tipo:

Tipo de bichos	Presencia de bichos							
	Suelo seco				Suelo húmedo			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4

Anotamos los datos:

Tipo de bichos	Presencia de bichos							
	Suelo seco				Suelo húmedo			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Ciempiés	X	X						
Escarabajo	X		X					X
Lombriz	X							
Hormiga colorada		X		X		X	X	
Termita					X	X	X	X
Quema-quema					X		X	

Modelo 3: ¿Qué tipos y cantidad de bichos se encuentran en suelos secos y suelos húmedos?
Se elabora un cuadro similar al anterior, pero esta vez registramos también las cantidades:

Tipo de bichos	Presencia de bichos							
	Suelo seco				Suelo húmedo			
	R1	R2	R3	R4	R1	R2	R3	R4
Ciempiés	1	1						
Escarabajo	1		1					1
Lombriz	7							
Hormiga colorada		20		13		2	48	
Termita					27	15	13	41
Quema-quema					2		1	
Chulupi								1

Figura 2. De Roca E.A. & E. Rivera M. (2008) Indagación de campo. En: Hesse A.J. & E. Cuéllar S. (eds.) (2008). Manuales Técnicos, 1er Curso de Capacitación para la Formación de Parabiólogos. Whitley Fund for Nature, Santa Cruz, Bolivia.

Métodos para estudios científicos

Una vez que se ha coleccionado suficiente información para entender un poco los patrones, regularidades y propiedades del sistema de estudio, uno puede empezar a preguntarse "¿por qué?" Las preguntas porqué son abordables con el método científico.

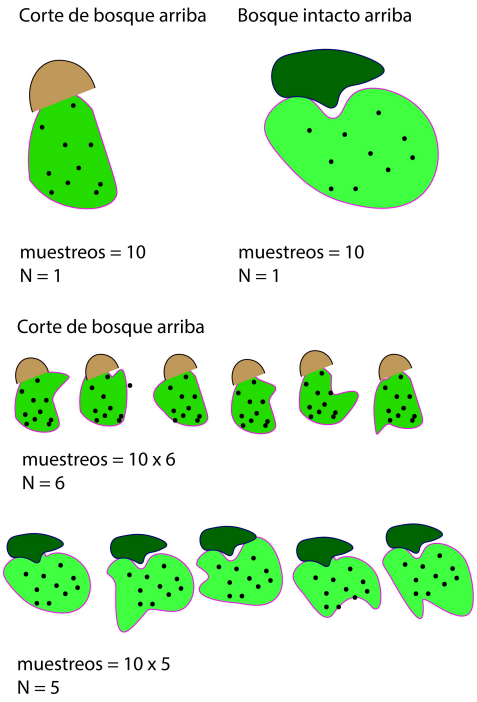
La formación de la pregunta es importante porque informa la naturaleza de los datos, y la conclusión que uno va a poder hacer. Por ejemplo, si la pregunta es "¿Por qué las ranas son muy escasas este año?" vemos que es una pregunta interesante e importante, pero es demasiado amplio—no sabemos dónde empezar con el estudio en terreno. Tenemos que imaginar diferentes explicaciones posibles (*hipótesis*), ej.

- Hay menos ranas porque llovió menos este año
- Hay menos ranas porque llovió menos el año pasado
- Hay menos ranas porque cortaron el bosque arriba, el agua evapora/corre, y el suelo no queda húmedo
- Hay menos ranas porque cortaron el bosque al lado y no hay suficiente hábitat en la zona
- Etc.

Todos pueden ser interesantes o verdades, pero hay que empezar con un hipótesis que parece lo más interesante, lo más factible a testear, etc. Digamos que queremos testear la tercera hipótesis. Empezamos a diseñar el estudio similarmente a la indagación del campo:

- **La población** que vamos a medir es la de ranas
- **Los datos** que vamos a medir son la cantidad de ranas *Telmatobufo bullocki*
- **El ámbito** del estudio es la Región Biobío

Sin embargo, ahora **la comparación** depende de la causa hipotética. Si la causa es el corte de bosque arriba del hábitat de las ranas, la comparación debe ser entre lugares donde se cortó y donde no se ha cortado el bosque. La unidad de respuesta también va a ser muestreos al azar dentro de zonas con y sin bosque cortado.



Hay una complicación adicional para estudios científicos, que tiene que ver con el análisis cuantitativo de los datos. Eso es la **independencia** de los datos. La independencia siempre presenta dificultades de interpretación en la ecología, porque todo es conectado. Intentamos sin embargo encontrar unidades lo más separadas funcionalmente posible. Como vemos en Figura 3, el "N", o el número de datos independientes, no es igual al número de muestreos. El N depende del número de factores causales independientes. Si

pensamos que un bosque cortado o no cortado es el factor causal, entonces el N viene del número de bosques cortados y no cortados. Queremos el N más grande posible, así que tenemos que buscar bosques, o parches de bosque, independientes.

Figura 3. Muestreo de datos independientes.

Una vez todos los datos coleccionados, hacemos unos cálculos y una gráfica para mostrar los resultados. Por ejemplo:

Número de ranas		
Localidad:	Zonas con bosque cortado	Zonas con bosque intacto
Localidad 1		
Punto 1	2	5
Punto 2	0	4
Promedio de puntos localidad 1	1	4.5
Localidad 2		
Punto 1	1	7
Punto 2…	3	9
Promedio de puntos localidad 2	2	8
…		
Promedio de promedios	1.5	6.25

También vamos a calcular el "error estándar" para cada dato. Nota que los datos son los promedios de los puntos de cada localidad, o sea el promedio que corresponde a cada dato independiente (no a cada muestreo). Son destacados en la tabla arriba. Se define el error estándar como:

Deviación estándar/ √ N

La deviación estándar se define como

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(x_i - \overline{x})^2}{N-1}}.$$

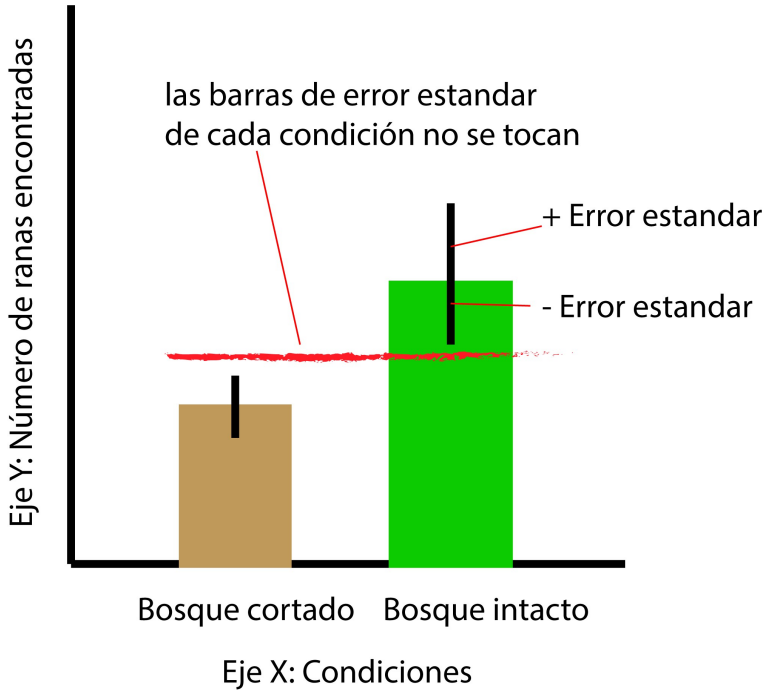
Lo que quiere decir

1. Para cada dato:
    a. Calcular el promedio de promedios menos el dato.
    b. Multiplicarlo por sí mismo. Nota que todos los resultados acá serán positivos.
2. Suma todos los resultados de 1b.

3. Divida el resultado de 2 por N-1.
4. Toma la raíz cuadrada

Para calcular el error estándar no olvida que es Deviación estándar/ √ N

Luego, se puede graficar los datos (Figura 4). En el eje Y se marca el número de ranas. En el eje X se marca las condiciones comparadas—en este caso, zonas con bosque cortado y con bosque intacto. Cada rectángulo representa el promedio de promedios para cada condición. La barra en el medio de cada rectángulo representa plus y menos el valor del error estándar. Las barras nos permiten de interpretar el resultado del estudio. Si las barras no se sobrepasan, hay una diferencia significativa entre las condiciones. Si las barras se sobrepasan, no hay ninguna diferencia significativa entre las condiciones. En el último caso, tendríamos que concluir que la causa que hemos testeado no es correcta.



Acá, como vemos que las barras de error estándar no se tocan o sobrepasan, podemos concluir que hay una diferencia entre el número de ranas encontradas en zonas debajo de bosques cortados, comparado a zonas debajo de bosques intactos.

Figura 4. *Ejemplo de gráfico de resultados.*

Sin embargo, para entender cómo la desaparición del bosque causa este cambio en el número de ranas, tenemos que hacer experimentos que manipulan el entorno, o muestrear otros factores en la naturaleza (por ejemplo, retención de agua en el suelo).

Ojo que diferentes tipos de datos necesitan diferentes tratamientos estadísticos. Es siempre recomendable consultar un especialista en estadística ecológica antes de diseñar un muestreo. Después de hacer un muestreo no bien pensado, puede ser imposible ajustar lo que se midió a la lógica de la estadística y la interpretación causal de la ciencia.

Historia natural

La historia natural es otra manera de entender y preguntar sobre su entorno. La historia natural puede ser una práctica que viene antes de la indagación de campo y el método científico. También uno puede hacer la historia natural simultáneamente con las otras actividades. La historia natural puede servir como inspiración, y puede generar otras maneras de pensar y de comunicar con los demás.

El método principal de la historia natural es la *observación.*

- ¿Qué ves? ¿Cuáles colores? ¿Cuáles formas? ¿Cuáles movimientos? ¿Cuáles comportamientos? Etc.
- ¿Qué escuchas?
- ¿Qué sientes? ¿Qué tocas?
- ¿Cómo te sientes? ¿En qué estado es tu cuerpo? ¿Qué son tus emociones?
- ¿Cuáles especies, formaciones geológicas, tiempo, etc.?

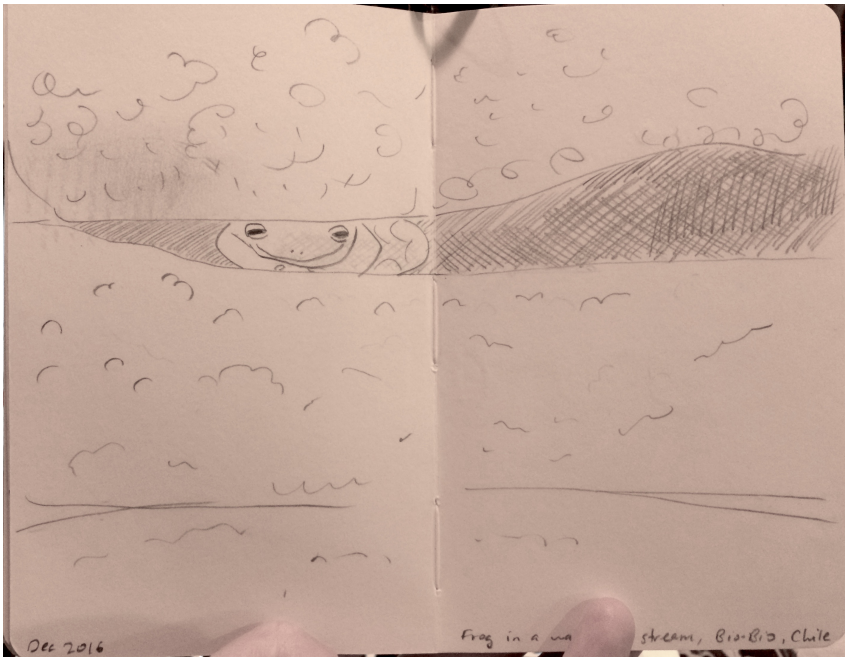
Otro método importante es la imaginación.

- ¿Cómo se transforma este huevo/ animal/ planta/ hoja/ paisaje/ montaña/ etc. con el tiempo?
- ¿Qué sería el efecto de esta acción de un animal/ ola/ persona/ etc. si se multiplica? ¿Si desaparece?
- ¿Cómo sería diferente esta planta/ animal/ proceso/ etc. si fuera mucho más grande o mucho más pequeño?
- ¿Qué se siente un árbol? ¿Cómo se siente ser un ave volando en una nube? ¿Cuáles son las fuerzas físicas que afectan a una semilla/ una roca/ una ave? Etc.
- ¿A qué se parece una hoja/ una aleta/ este fósil/ etc.? ¿Cuáles otras especies tienen la misma forma de pata/ flor/ etc.?

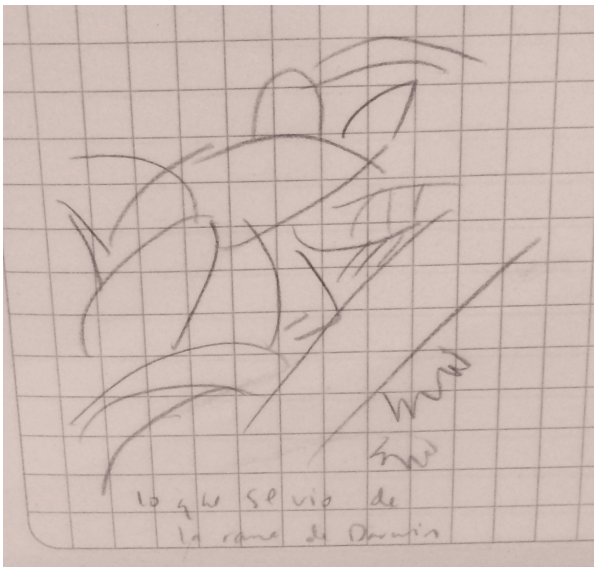
Métodos recomendables para la historia natural son:

- Caminar. Después de caminar, anota tus observaciones y reflexiones.
- Dibujar. Anota la fecha y lugar. Dibujar es mejor que sacar fotos porque te permite de representar a un ejemplar de algo generalizado y no específico, que es fácil de interpretar y reconocer, y que representa todo lo que sabes de esa cosa. Por ejemplo, puedes representar a una flor con la flor, la fruta y la semilla simultáneamente. Dibujar también estimula más observación que sacar fotos.
- Coleccionar ejemplares y ordenarles para encontrar patrones, regularidades y variaciones. Depende de si es legal o ilegal coleccionar la cosa que te interesa. Si es ilegal, es recomendable simplemente dibujar los ejemplares.

Ejemplos de dibujos de historia natural hechos durante la búsqueda de ranas en la Región Biobío:

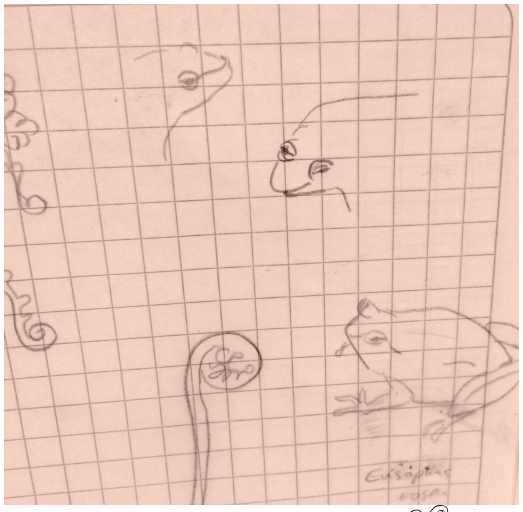


El interés de este dibujo es que, aunque intentamos capturar el individuo, no podíamos y entonces no podíamos sacarle buenas fotos. Sin embargo, lo que se puede recordar, se puede dibujar.



Aprendiendo la forma típica de Eusophus (derecho).

Además de intentar dibujar de manera representativa, el dibujito en el imagen a la izquierda demuestra "lo que se vió de una rana de Darwin." O sea, una forma ambigua camuflado. Se nota el angulo que coresponde a la rana de Darwin?



METODO DE MONITOREO DE AGUA, PLANTAS E INSECTOS.

Acá destacamos unos métodos más comunes para el estudio de vegetación, agua e insectos, siendo elementos naturales que pueden ser de importancia para el ciclo de vida de ranas.

Lista a implementos útiles para cada tipo de monitoreo en el campo:

- Botas de goma o de trekking, dependiendo de las condiciones
- Palo para caminar y medir
- Ropa resistente y visible con manga larga y pantalones largas
- Guantes de goma en caso de agua contaminadas
- Protector solar y sombrero
- Botiquín de primeros auxilios
- Linterna eléctrica y pilas extras
- Silbo para atraer atención en emergencias
- Agua potable y comida
- Portapapeles y lápices
- Hoja con tabla para notar datos
- Instrucciones
- Mapa
- Huincha a medir
- Camera para documentar actividades y condiciones encontradas

Métodos para el monitoreo de agua

Alrededor de un río hay varias zonas importantes:

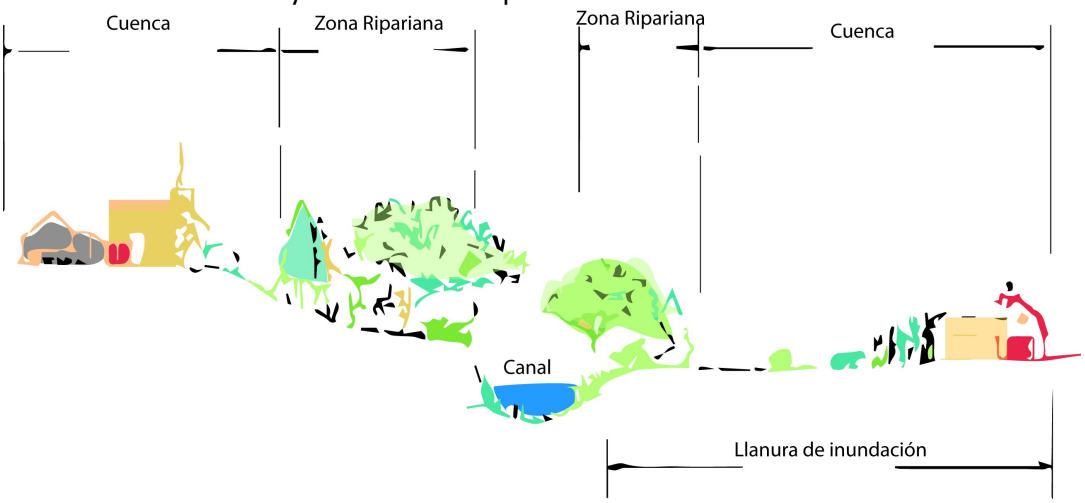


Figura 1. *Modificado de* EPA Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual

La cuenca es el área de donde viene toda el agua (de precipitación o del subsuelo) que entra en un rio. Las llanuras de inundación son importantes en áreas donde la

precipitación puede variar mucho entre estaciones o años, sobrepasando el canal del río. Llanuras de inundación suelen tener hábitats especiales adaptados a la inundación periódica. La zona ripariana es importante porque es un hábitat con alta humedad, y la vegetación previene la erosión del canal del río.

Tipos de monitoreo de la calidad de agua y sus aplicaciones:

Tipo	Aproche	Aplicaciones
Condición física	Monitoreo de la cuenca	• Determinar patrones de uso de terreno • Presencia de fuentes de polución actuales e históricas • Identificar usos y usuarios del agua • Identificar diversiones y bloqueos del agua
	Evaluación del hábitat	• Determinar impactos de la polución • Identificar problemas ecológicas
Condición biológica	Muestreo de macro-invertebrados	• Identificar impactos de polución y actividades de control de polución • Renquear sitios por impacto de polución • Identificar problemas ecológicas
Condición química	Muestreo de la calidad del agua	• Identifica problemas ecológicas • Identificar contaminantes • Identificar fuentes de contaminación • Determinar tendencias en cualidad del agua

Tabla adaptada de *EPA Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual*.

Monitoreo de la cuenca y hábitat

Camina por el río, anotando y dibujando el aspecto del agua, la presencia de terrenos altos y bajos del nivel del río, de puentes, diversiones, canales, obstrucciones y represas, y de diferentes usos y coberturas del terreno alrededor.

Muestreo de macroinvertebrados.

Véase Figura 2. Para identificar los macroinvertebrados e interpretar el resultado, se sugiere acercarse a un experto en macroinvertebrados acuáticos de Chile.

Métodos para el monitoreo de plantas.

Para monitorear plantas, se puede establecer plots permanentes, marcados con palos y con los puntos GPS registrados, o se puede repetir muestreos completamente aleatorias en zonas escogidas bajo ciertos criterios predeterminados, dependiendo de la pregunta a responder.

Se construye un marco de 20 cm x 20 cm o 50 cm x 50 cm, por ejemplo (Figura 3). Debe ser impermeable para no deshacerse. Se tire el marco en una dirección al azar. Donde cae el marco, se identifica todas las especies que se encuentran adentro. Hay varias

maneras de realizar la identificación. Si uno requiere solamente una lista de especies, es fácil hacerlo a la vista. Si la densidad de plantas es baja, es también relativamente factible contar cada planta para también saber la abundancia de cada especie. Sin embargo, cuando la abundancia es alta (o el cuadro es grande), puede ser imposible contar cada planta. Así, se puede formar una grilla con hilos en el marco (Figura 3). En cada punto donde cruzan dos hilos, se identifica la planta(s) que están abajo. Otra alternativa es sacar una foto directamente sobre el marco, para que el marco sale completamente cuadrado en la imagen. Luego, se puede usar un programa que se llama SamplePoint (Samplepoint.org) que es gratuito y funciona con Excel. Permite formar una grilla de puntos sobre la foto, para poder identificar la especie o tipo de cobertura debajo de cada punto de intersección de la grilla. Esta alternativa puede guardar tiempo en terreno, pero no funciona bien si los marcos salen distorsionados (no perfectamente cuadrados) en el imagen o hay mucha variación en la altura de la vegetación.

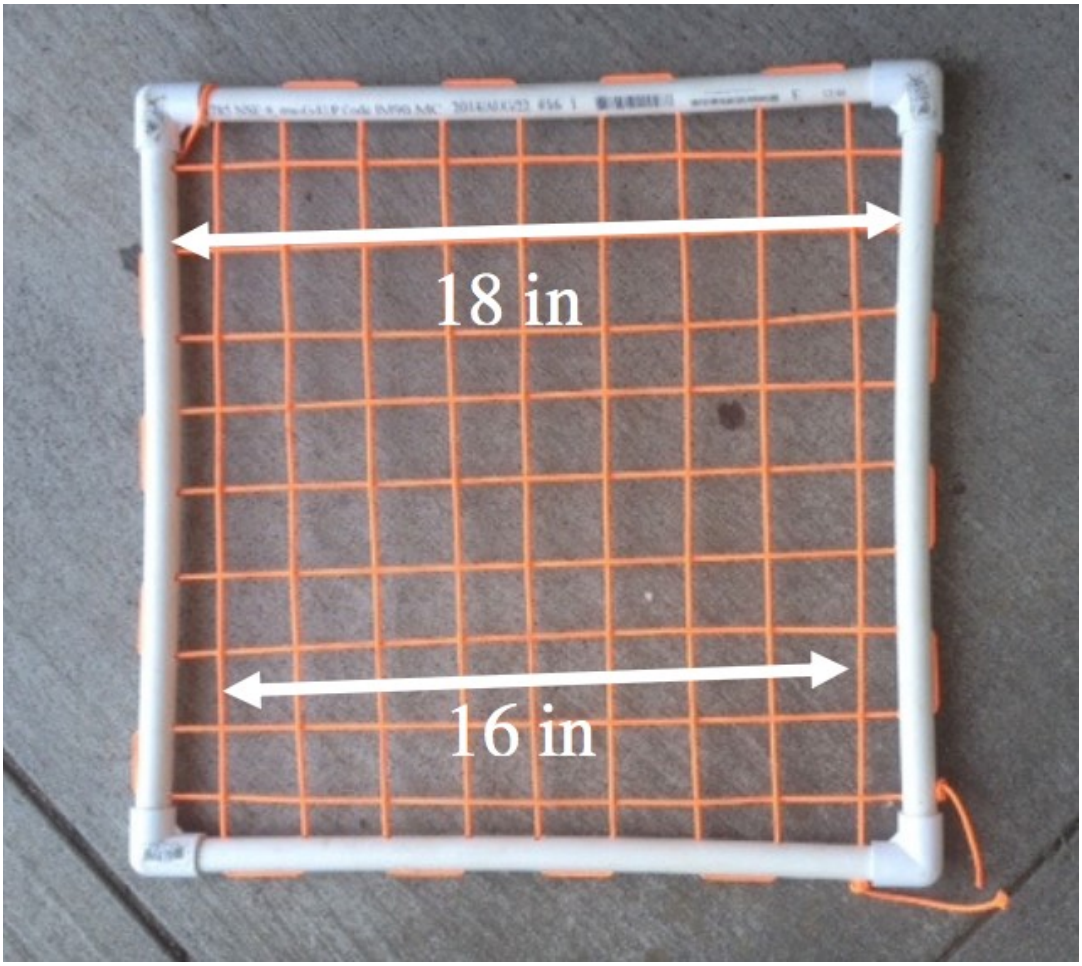


Figura 3. Arriba, un ejemplo de un cuadrante con grilla para identificar plantas en terreno (del Rangeland Monitoring Network Handbook). En medio, un cuadrante bien fotografiado para usar SamplePoint para identificar las plantas, o para estimar la

cobertura del suelo. Abajo, cuadrante mal fotografiado—no se ve bien y el marco se ve distorsionado, lo que impide muestreos o estimaciones visuales correctas.

Para estimar la cobertura del suelo con diferentes tipos de vegetación, rocas, etc., se puede estimar al ojo con referencia a la Figura 4.

Ojo que al identificar plantas, hay que reconocer que las plantas tienen un alto grado de variación fenotípica. La misma especie puede tener hábitos distintos, o variación en el tamaño y hasta la forma de las hojas. Recién brotados es igualmente muy difícil reconocer las especies y es mejor esperar que tengan flores cuando posible.

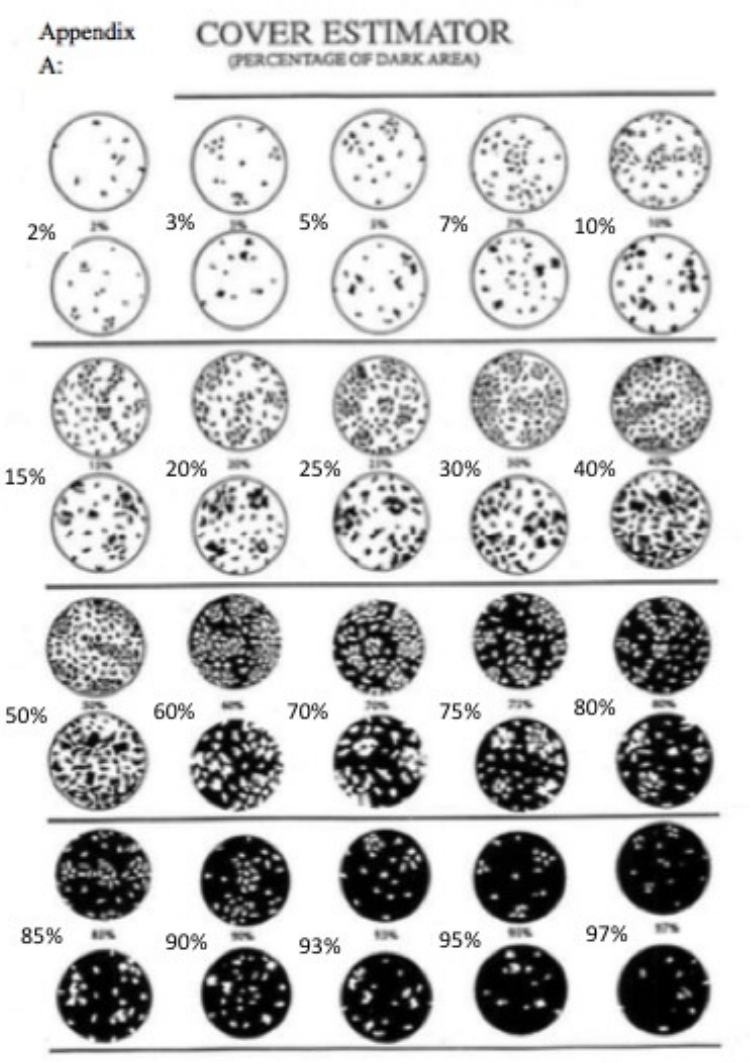


Figura 4. Porcentajes de cobertura de plantas (en negro). Los dos círculos asociados a cada porcentaje de cobertura demuestran diferentes tamaños de parches con la misma cobertura total. Del Rangeland Monitoring Network Handbook.

Monitoreo de insectos

Para monitorear invertebrados se puede usar trampas de caída, formadas de dos copas plásticas desechables de 200 ml una dentro de la otra (Figura 5). Se cubre la copa a media con un cartón. Se instala las copas en un hoyo, y se deja durante una semana. Luego, se vacía las copas. Para esto, se deja la copa exterior en el suelo, y se saca sólo la copa interior. Se llena la copa interior con mitad etanol, mitad glicerina, la remplaza en la copa exterior en el suelo, y se deja durante unos 10 días. Luego se colecciona los invertebrados, limpiándolos con agua y alcohol. Se puede guardar en jarros con un tercio agua, dos tercios etanol antes de identificar.

Figura 5. Trampa de caída. En color café, un cartón que cubre la mitad de la apertura de las copas. En azul, el superficie de la mixtura 50% etanol, 50% glicerina, que debe llegar a un tercio o la mitad de las copas.

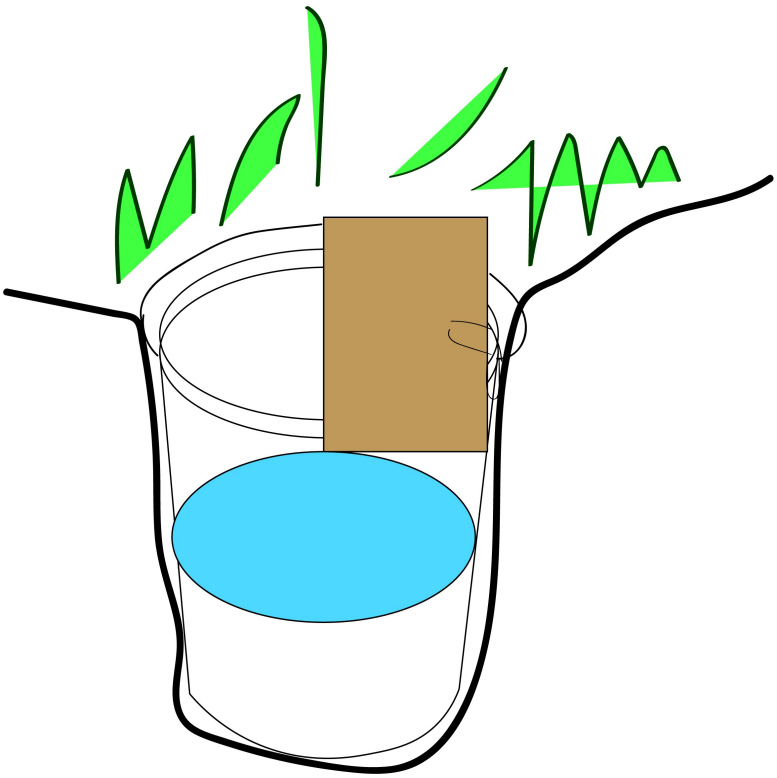
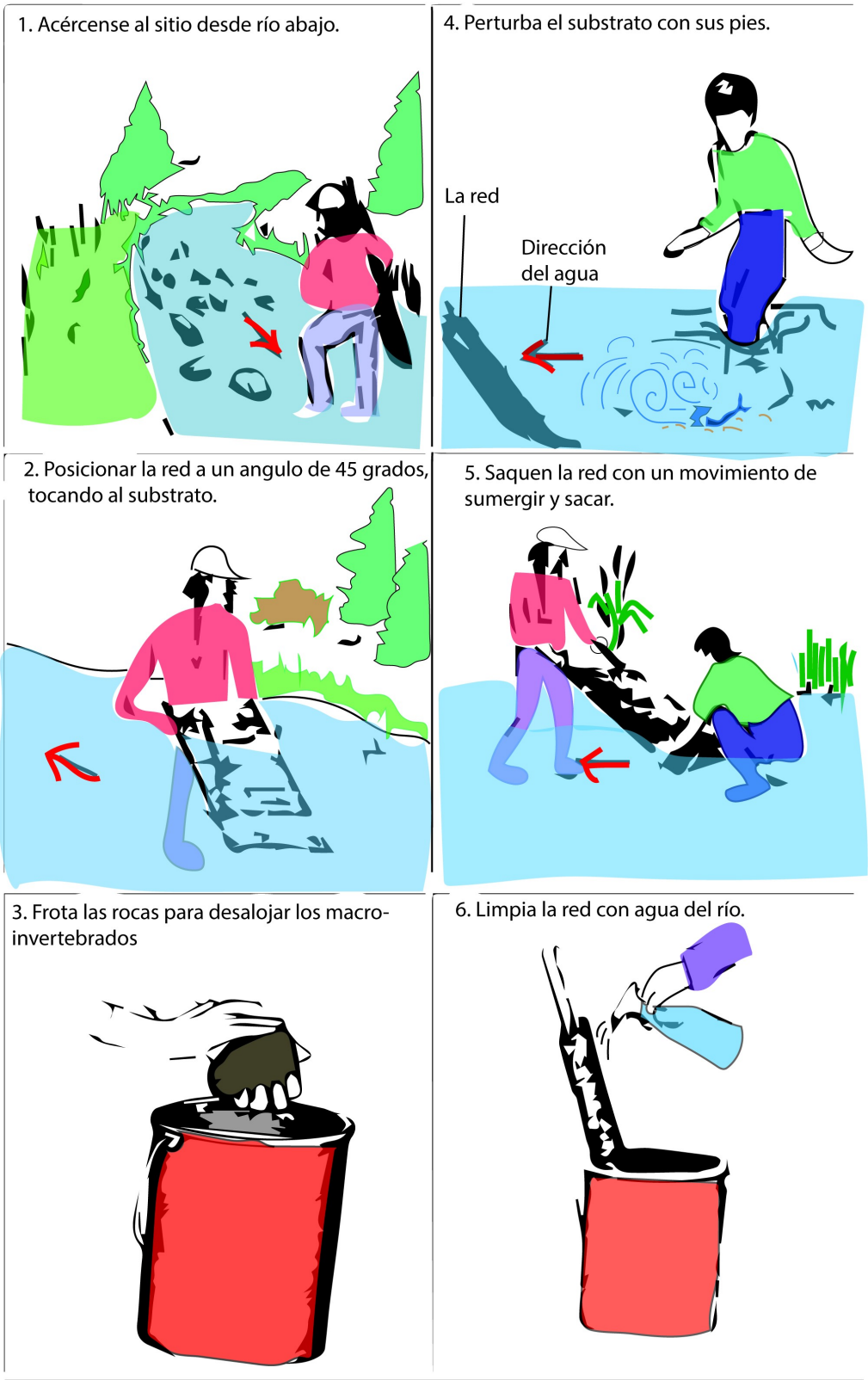


Figura 2. Modificado de EPA Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual.



Métodos para indagación en el campo / o de monitoreo

En la actualidad contamos un sistema mundial que puede señalar la localización de un animal, persona o cualquier objeto sobre nuestro planeta, es el denominado Sistema de Posicionamiento Global o *Global Positioning System* (*GPS*). Este sistema utiliza para obtener su información las señales de diversos satélites que orbitan la Tierra, necesitando como mínimo recibir la información de tres satélites que le permitan determinar la posición del objeto y entregarlas en coordenadas geográficas (latitud y longitud, las cuales se expresan en grados minutos y segundos) o coordenadas proyectadas (por ejemplo, en el sistema de coordenadas planas *Universal Transverse de Mercator* **o** UTM que se expresa en metros). En condiciones ideales se obtiene información de unos 6 a 12 satélites, pero en nuestra área de trabajo (Nahuelbuta) los bosques pueden intervenir y el GPS captar menos satélites.

Hoy en día existen en el mercado una gran cantidad de receptores GPS en el mercado. Pero para este manual hemos preferido utilizar la herramienta de libre acceso Locus Map que nos parece la más útil y amigable de las aplicaciones existentes para nuestro propósito de toma de datos en terreno.

LOCUS

Locus Map es una herramienta desarrollada para móviles (app) que puede descargarse desde Google Play Store de forma libre (https://play.google.com/store/apps/details?id=menion.android.locus).

Locus Map es un gran apoyo al trabajo en terreno principalmente porque permite utilizar el GPS que viene integrado en los celulares smartphones y combinar la información de localización obtenida en forma automática con imágenes satelitales de alta resolución visual. De esta forma puede usarse con imágenes en línea, con mapas online como Google Maps, o bien, con cartografía digitales incorporada por el mismo usuario, provenientes de un sistema de información geográfico o SIG. Por otro lado, Locus Map presenta una clara interface de presentación, que permite organizarla según tus prioridades de funciones y es relativamente fácil de usar. Además, cuenta también con constantes actualizaciones y mejoras del producto. Es importante tener en consideración que también existe una versión Pro, que se obtiene a través de pago por Google Play Store y presenta más funcionalidades Locus Map Free.

Información detallada sobre la aplicación puede encontrarse en su sitio web http://www.locusmap.eu/. Acá describiremos sus principales características y cómo ocuparlo en nuestros terrenos de estudios sobre biodiversidad y su conservación.

Utilizando Locus Map

Importante es primeramente configurar Locus Map en tu celular con las modalidades que tú necesitas. Para esto debes ir al módulo de tres líneas que te ofrece la app a tu izquierda arriba, lo abres y al final de la lista encuentras “Configuración”. Ingresas ahí, luego seleccionas “Idioma y unidades”. En esta sección eliges el idioma, y luego, lo más importante es seleccionar el tipo de

coordenadas en que quieres trabajar, ya sean UTM o coordenadas geográficas (latitud y longitud). Posteriormente eliges las unidades de longitud (recomendamos Metros m/km), área (ha), altura (m), velocidad y otros, en que tú deseas recibir la información entregada por la aplicación.

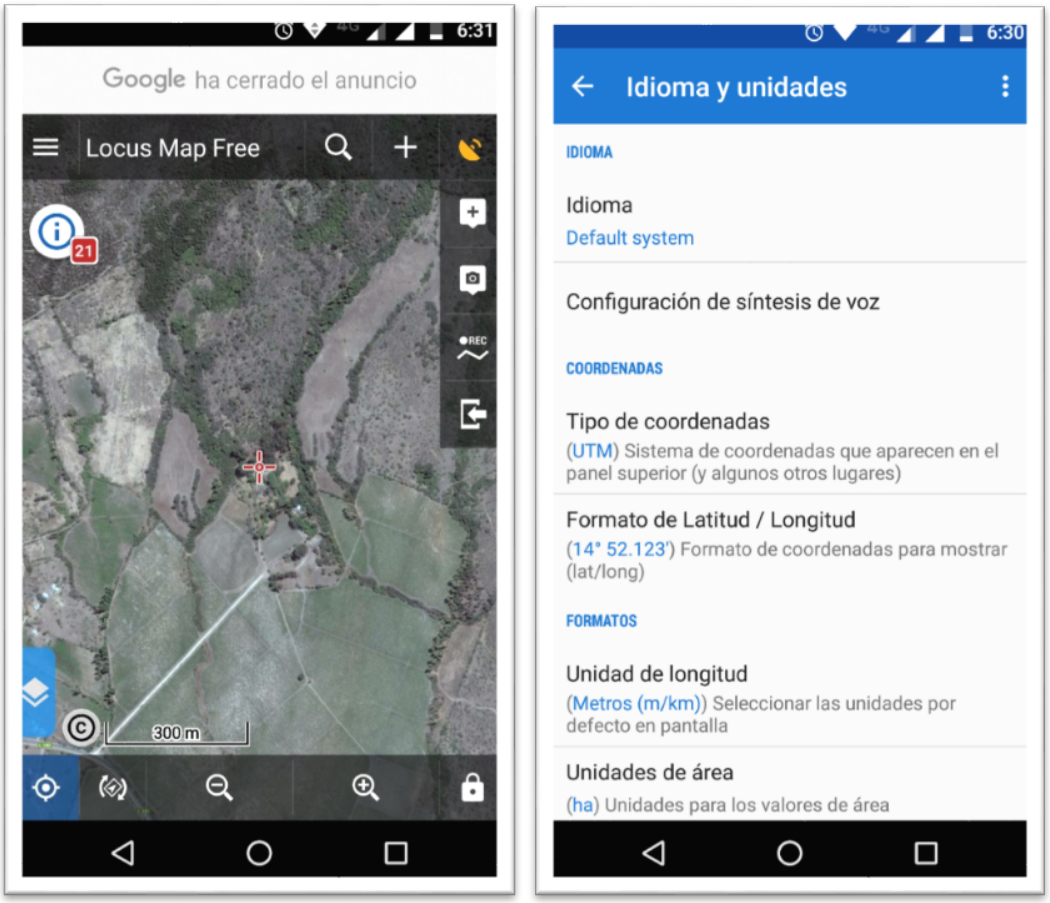


Figura 1 y 2

Como próximo paso es necesario configurar la pantalla de Locus en tu móvil para hacer más fácil la interacción en terreno, esto se realiza mediante la selección y edición de funciones que ofrece la app en su pantalla y configuración. Para esto abres la cruz que se encuentra arriba a la derecha en la pantalla y seleccionas las opciones que deseas poner en el panel. En la Figura 3 y 4 hemos seleccionado Nuevo punto (**New Point**), Foto georeferenciada (**Photo point**) y **Grabación del track**.

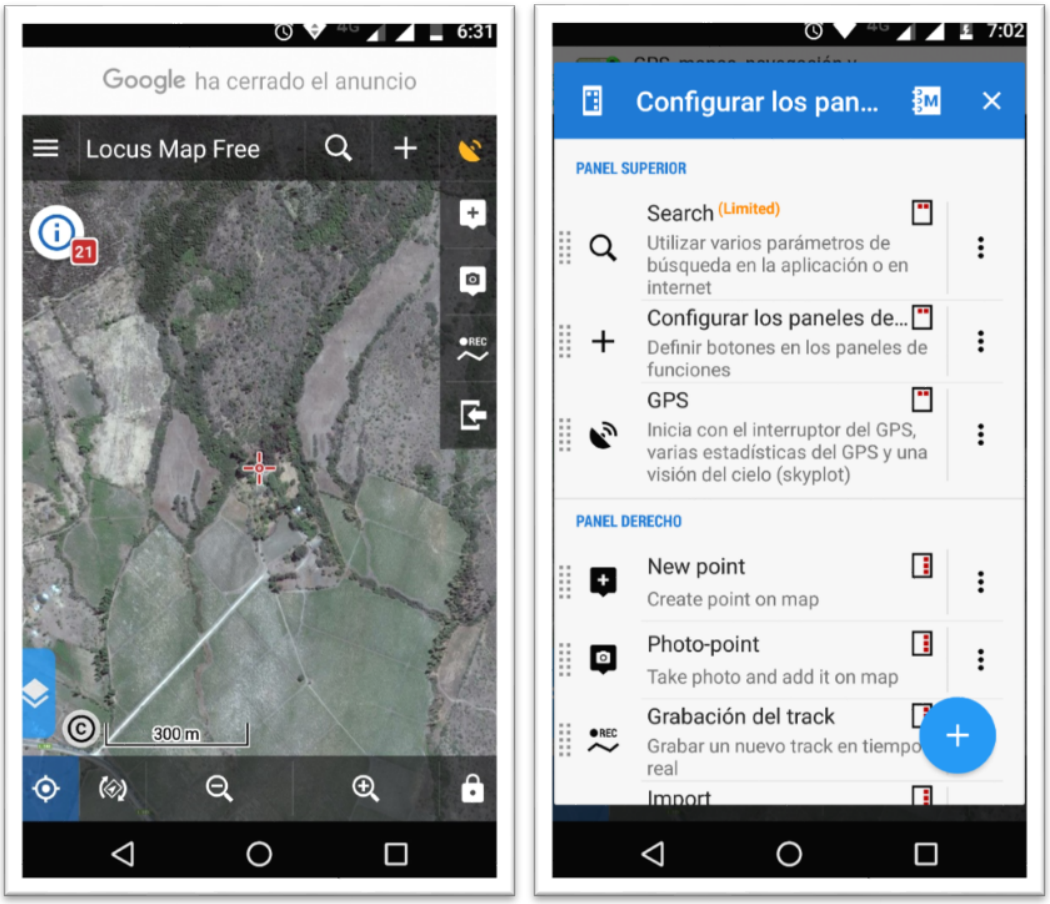


Figura 3 y 4

Para el trabajo directo en terreno, esta app presenta diversas funciones de interés. Una de ellas es que nos permite crear "puntos de interés personal" (presencia de especies, asentamientos humanos, avistamientos, presencia de amenazas a la biodiversidad y otros) denominados *Points* o *Waypoints*. Estos puntos se crean a través de la función **New point**, la cual permite caracterizar el punto por su localización espacial, y de acuerdo a información básica que le podemos asociar, tal como nombre, fecha, descripción, carpeta donde localizarla, etc. (Figura 5). Además, permite caracterizarlo visualmente en el mapa o pantalla, a través de distintos símbolos y colores que trae el programa en sus bases (ver Figura 6).

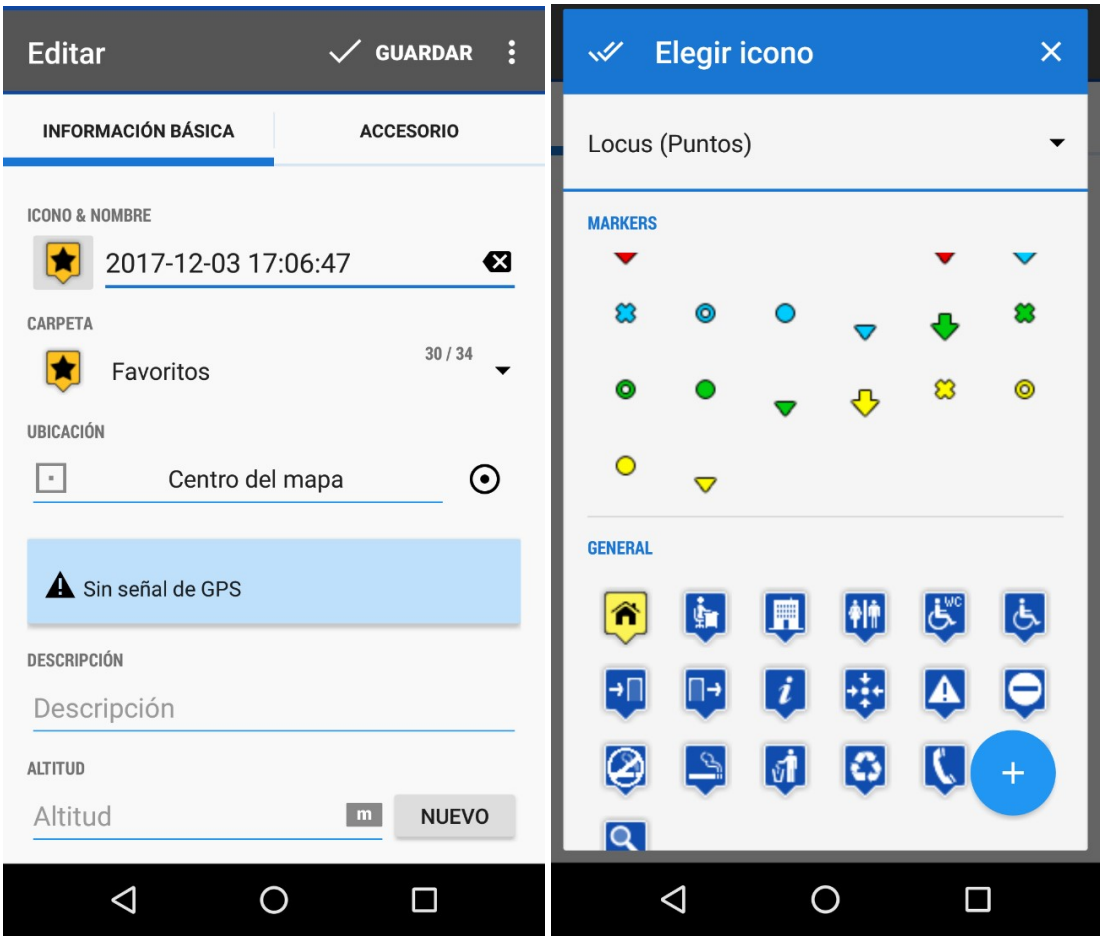


Figura 5 y 6

Similarmente, esta aplicación cuenta con la función **Photo point**, que te permite tomar una fotografía con la cámara del smartphone con su referencia espacial (coordenadas geográficas o UTM según tu configuración primaria) y agregarla visualmente al mapa o pantalla. Esta fotografía contara también con la información que tú le agregues en su base de datos al grabarla, tal como lo hiciste para crear el waypoint.

Como la mayoría de los receptores GPS, con esta app podemos ir grabando la ruta que realicemos en tiempo real, esto se realiza mediante la función **Grabación del track** que se visualiza en la Figura 7. Esta función permite grabar un track continuo, o bien, discontinuo (deteniendo la grabación y posteriormente continuando), o también crear tracks nuevos según los requerimientos que vayamos necesitando en el trabajo de terreno.

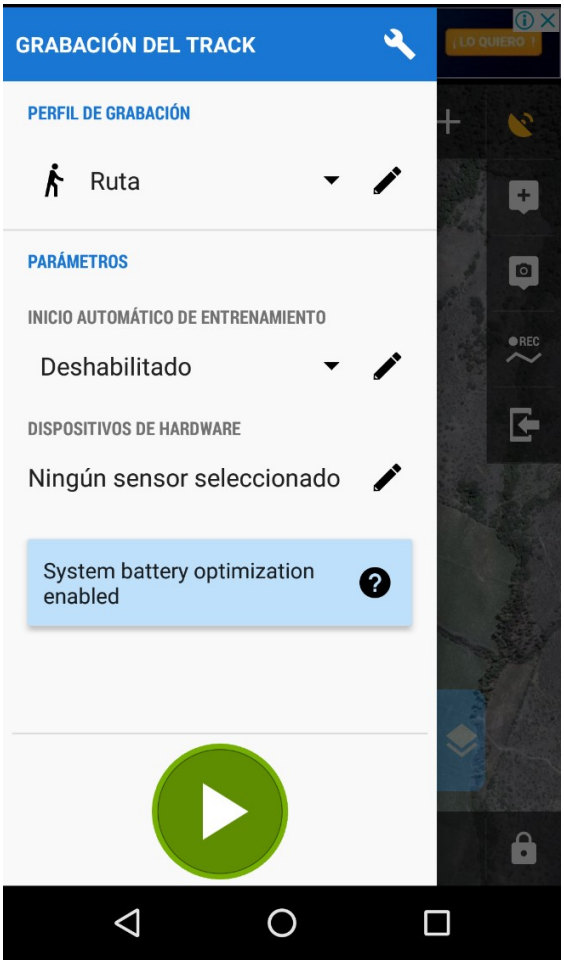


Figura 7

Otra de las funcionalidades comúnmente útiles de Locus Map, es poder importar archivos con información espacial de rutas o puntos de interés para poder para visualizarlos en la pantalla con el mapa o imagen con que estás trabajando en terreno. Esto se realiza con la función Import que se observa en la Figura 8 y 9.

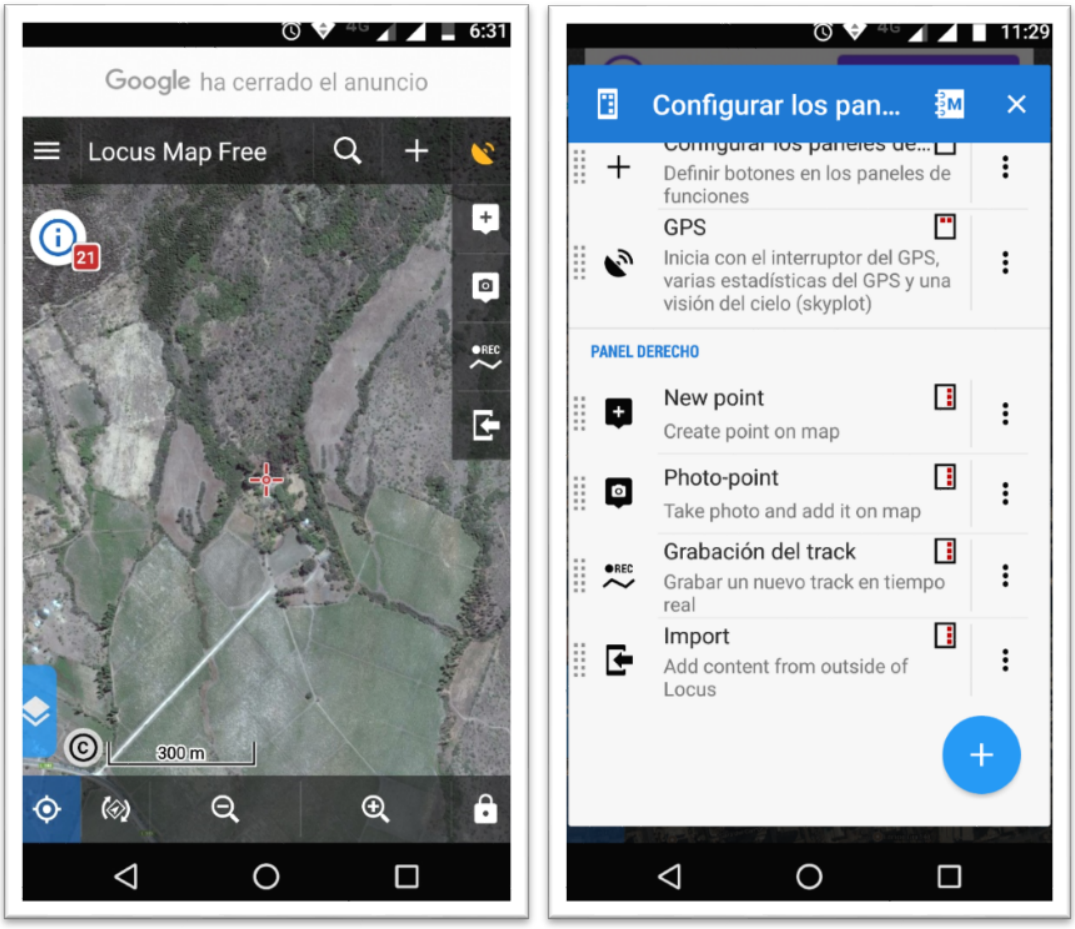


Figura 8 y 9

Así mismo es necesario poder exportar la información que vas obteniendo para trabajarla en Google Earth o bien en un Sistema de Información Geografico (SIG) luego de tu estadía en terreno (Figura 9). Existen diversos formatos para importar /exportar siendo kml/kmz el más útil ya que te lleva la información directamente al formato con que trabaja Google Earth y que puede ser transformado a archivo shape para trabajar la información en un SIG.

Es importante también la posibilidad que presenta Locus de ir guardando tu información en distintas carpetas (Figura 10), lo cual te permite ordenar tus datos de la forma que tu elijas (carpetas según taxonomía, especies, fechas, etc).

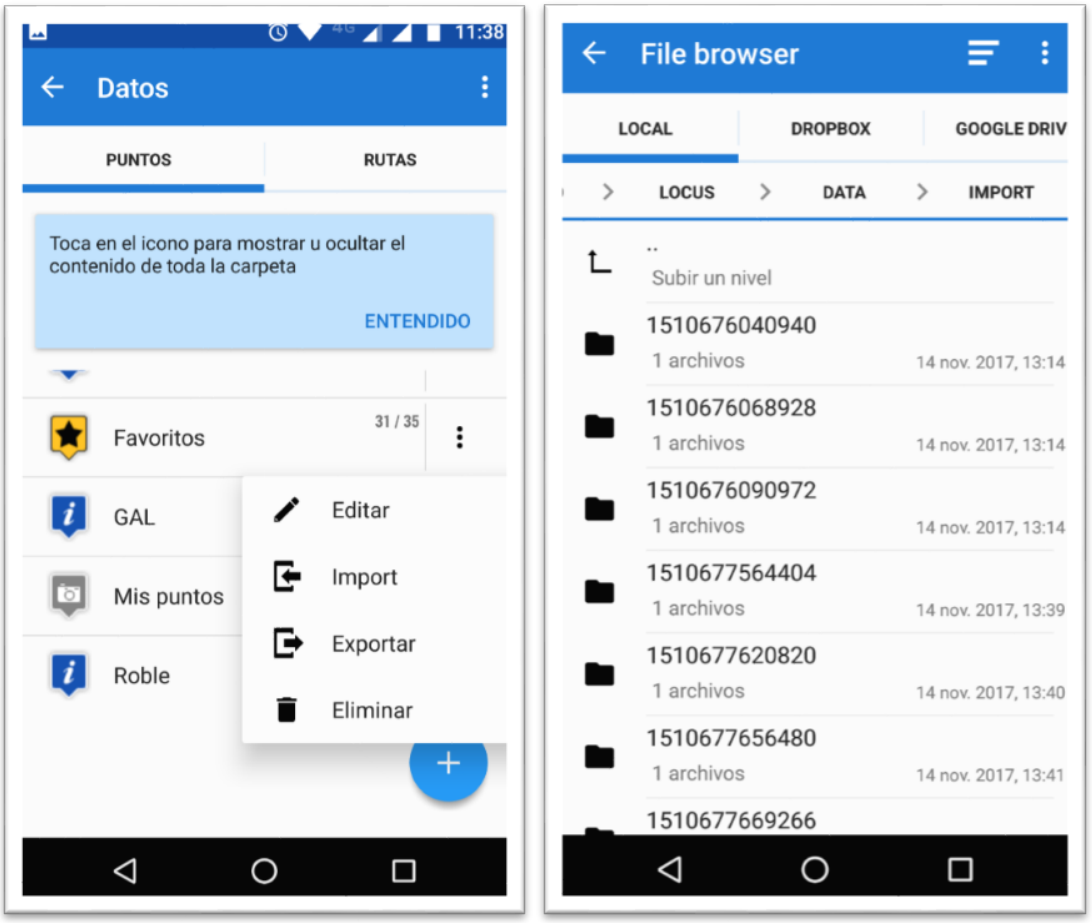


Figura 9 y 10

Otra de las facilidades de Locus es poder contar con la información de mapas o imágenes de satélite como base de donde realizaras tu terreno sin necesariamente tener conexión de teléfono o estar online. Para lograr esto debes descargar las imágenes del área del previamente al terreno para poder contar con ellas en la base de Locus y asi poder ir viendo donde caen los puntos que tomas en las imágenes.

Locus app también permite a través de la función **Search**, buscar direcciones que te interesan, lugares señalados por Google, coordenadas geográficas, contactos, entre otros, lo que puede ayudar más fácilmente a ubicarte o ubicar tu dirección de destino (Figura 11).

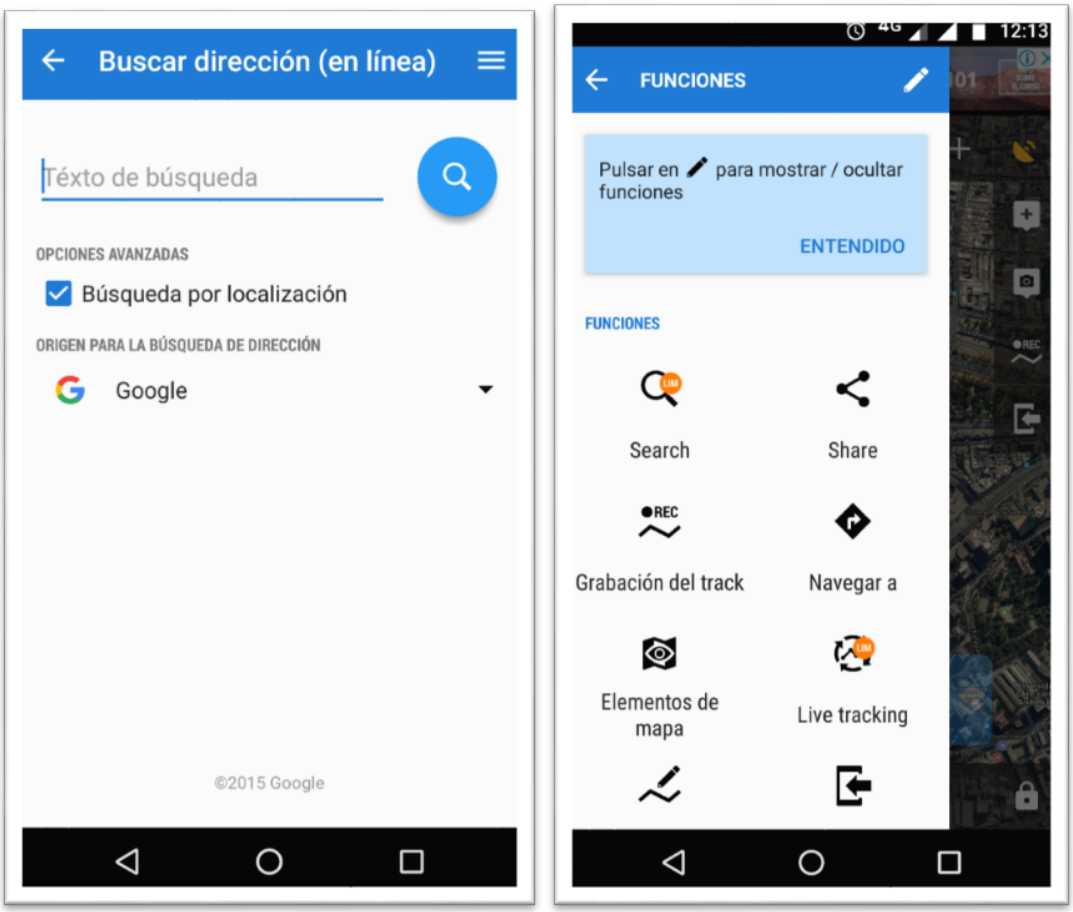


Figura 11 y Figura 12

También permite navegar a un punto señalado final ubicado por una localización GPS, con la función Navegar a (Figura 12) que solicita determinar el punto final de destino a través de Search, o un punto de interés guardados en carpeta, punto elegido en el mapa, entre otros, sugiriendo ruta según el medio de movilización; bicicleta, auto, caminata (figura 13 y 14).

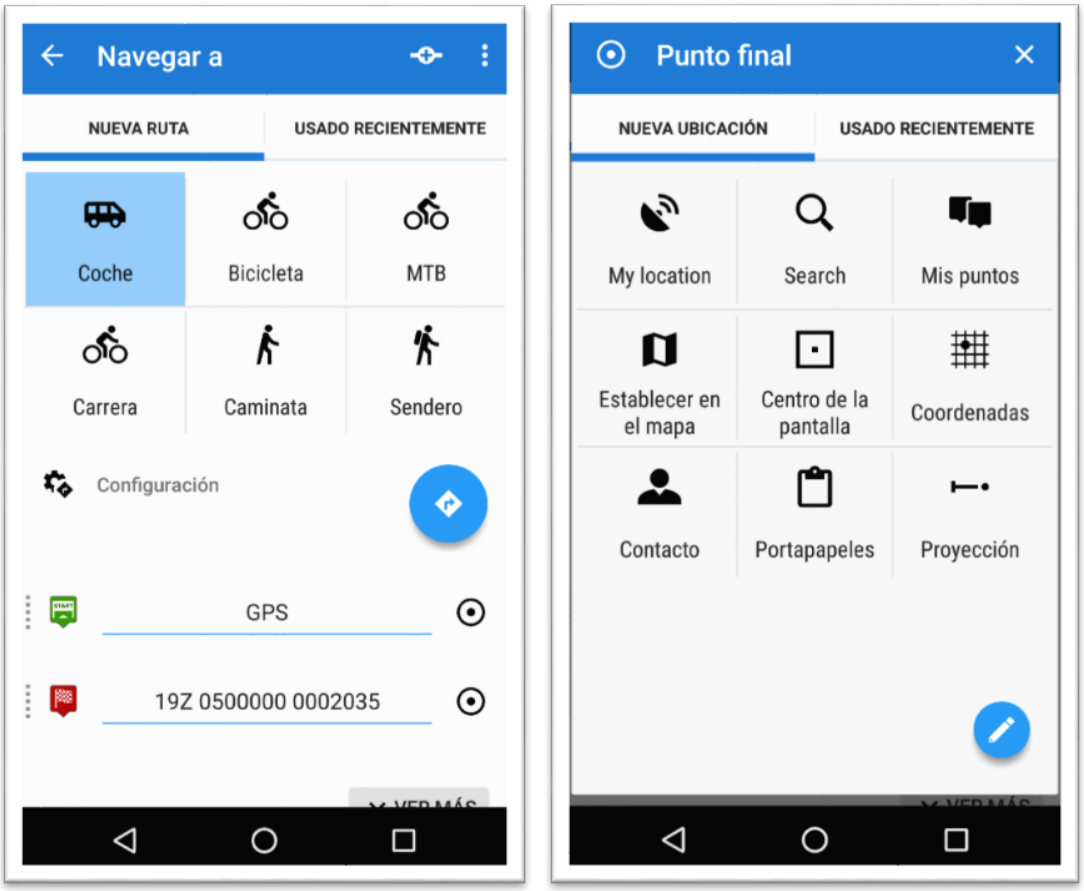


Figura 13 y 14