

COMUNICACIÓN TECNICA Nº 96
AREA FORESTAL
Ecología Forestal

Indicadores de Biodiversidad

Informe preparado por el proyecto INTA PI 038. Evaluación,
monitoreo y manejo de la biodiversidad en sistemas agropecuarios
y forestales.

Verónica Rusch; Fracassi, Natalia

2021

■ **Ediciones**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Centro Regional Patagonia Norte
Estación Experimental Agropecuaria Bariloche. "Dr. Grenville Morris"
eeabariloche.cd@inta.gob.ar





Indicadores de Biodiversidad

INFORME PREPARADO POR EL PROYECTO INTA PI 038
 EVALUACIÓN, MONITOREO Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD EN
 SISTEMAS AGROPECUARIOS Y FORESTALES

FEBRERO 2021

Autores: Verónica Rusch, Natalia Fracassi

Con la colaboración de Sonia Canavelli.



Ministerio de Agricultura,
 Ganadería y Pesca
Argentina

Contenido

INTRODUCCIÓN	0
El objetivo de esta publicación.....	0
¿Qué es un indicador y para qué sirve?.....	1
Como seleccionar los indicadores de biodiversidad.	2
Consideraciones generales a la hora de la selección.....	3
COMO SELECCIONAR LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD.....	6
1-¿Qué problema queremos evaluar mediante el empleo de Indicadores.....	6
1-¿Mejorar los sistemas de producción para mantener la biodiversidad?.....	7
2-¿Mejorar la biodiversidad para mantener los servicios ecosistémicos?.....	7
3- Reducir los conflictos con la biodiversidad.....	10
2-Indicadores tempranos y finales	11
2a- Indicadores tempranos: Factores Causales o Estrategias de conservación como base.	13
2b-Indicadores de resultado ¿Especies indicadoras?	18
3-Escalas. Combinando Indicadores en procesos:.....	22
Globales (evaluación y seguimiento).....	22
Prediales.....	22
Ejemplos	22
4- Formulación de indicadores en el marco de P. C & I.....	30
Complementariedad con Normas y Verificadores	30
Características	31
Proceso de construcción un indicador.	31
Monitoreo. Indicadores de monitoreo para el manejo adaptativo del sistema productivo.....	34
BIBLIOGRAFIA CITADA	35
ANEXOS.....	37
Anexo 1- Indicadores de Biodiversidad a escala nacional, del Proceso de Montreal. (extracto textual).....	38
Anexo 2. Indicadores del CerFoAr (Certificación Forestal Argentina), para plantaciones forestales.....	41
Anexo 3 Características de los indicadores	44

INTRODUCCIÓN

Se puede definir a la biodiversidad como “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.” (CBD. La biodiversidad es el sustento, en cada ecosistema, de su funcionamiento. Las funciones ecológicas, como el equilibrio y la resiliencia del sistema; la regulación de los ciclos biogeoquímicos, son a su vez la base de los servicios ecosistémicos. Entre ellos los servicios de provisión, como la producción de alimentos, medicinas, fibras, agua de bebida... los de regulación y sostén, como la regulación de los flujos de agua, la purificación del agua y el aire, el hábitat para la fauna ...; o los servicios culturales, como las experiencias recreativas, espirituales y hasta aspectos de la identidad de los pueblos... están ligados a la biodiversidad.

La conservación de la biodiversidad del planeta es en la actualidad uno de los temas ambientales más relevantes en todo el mundo. Es sabido que muchas especies se hallan amenazadas de extinción en la actualidad. Si bien se conocen extinciones naturales desde hace millones de años, en el siglo XX las tasas de extinción alcanzaron un orden 1.000 a 10.000 veces superior a las registradas previamente.

Al hacer uso de los ecosistemas, el hombre cambia las estructuras y la composición de los ambientes, alterando la biodiversidad y por ende las funciones, y los servicios ecosistémicos que los mismos proveen. Es por ello necesario conocer las relaciones entre la biodiversidad y estas funciones, para poder definir límites y alternativas de manejo que permitan el sostén de las funciones críticas del ecosistema.

El deterioro y pérdida de los ecosistemas naturales debidos al cambio de uso del suelo (por ejemplo) por agriculturización, urbanización, o mal uso de los mismos) ha determinado la pérdida de la biodiversidad

natural, y ha modificado las funciones asociadas. Generalmente esto se ha producido en pro de la maximización de una única función, por ejemplo, la productividad de un dado cultivo. La pérdida y fragmentación de los ecosistemas naturales, ha traído entonces aparejada la pérdida de especies, las estructuras soporte de las funciones, y muchas de las funciones, en especial los servicios ecosistémicos de regulación y sostén, además de la resiliencia de los sistemas ante eventos, sean estos climáticos, ataques de plagas, o manejos inadecuados.

Para abordar estas complejas problemáticas, es de suma relevancia evaluar, tanto el estado del sistema como los resultados de los posibles manejos del mismo. Para ello, se pueden emplear indicadores, que permitan dar seguimiento al estado y la evolución de la biodiversidad y sus funciones asociadas. Esto es necesario para identificar, informar y gestionar posibles formas de aumentar la eficacia de las medidas de manejo y de los programas de gestión en materia de biodiversidad.

EL OBJETIVO DE ESTA PUBLICACIÓN

A raíz del reconocimiento de los problemas de degradación ambiental en el mundo, en la Cumbre de la Tierra (en Rio en 1992) surgen numerosas herramientas que permiten hacer operativo el concepto de sustentabilidad. Entre ellos surge, en el sector forestal, el sistema de Principios, Criterios e Indicadores que permiten evaluar y guiar el uso de estos sistemas hacia la sustentabilidad. Estos sistemas, inicialmente propuestos para bosques, y lentamente incorporados a las actividades agropecuarias, se proponen para diferentes escalas espaciales. A nivel país, los indicadores de uso forestal sustentable, por ejemplo, permiten monitorear los cambios en los aspectos sociales, institucionales, económicos, productivos y ambientales ligados a los bosques agrupándose los países según la similitud de sus ecosistemas. A nivel predial, surgen los procesos de certificación del manejo sustentable, los

cuales permitirían a los manejadores de bosque, acceder a mercados más exigentes.

Desde INTA, existe experiencia en el desarrollo y uso de sistemas de Principios, Criterios e Indicadores, desde hace varias décadas, ya que ha participado en varias iniciativas nacionales e internacionales que incluyen la gestión de los recursos y el monitoreo de los indicadores a través de estos sistemas. Algunos ejemplos son, El Proceso de Montreal, Las Metas de Aichi, La Certificación Forestal Argentina (CERFOAR), El Manejo de Bosques con Ganadería integrada (MBGI), La certificación de bosques Forest Stewardship Council -FSC-, La Alianza Pastizal y la certificación Carne de Pastizal,

A la hora de evaluarla y tomar medidas o implementar prácticas y técnicas en el sistema agropecuario y forestal para lograr la meta de conservación de la Biodiversidad, en cambio, la falta de acuerdos se multiplica. Dentro del Proyecto Nacional de INTA Proyecto Nacional "Evaluación, monitoreo y manejo de la biodiversidad en sistemas agropecuarios y forestales" se consideró que era necesario contar con un documento en el cual se clarificaran aspectos que llevan a los mencionados desacuerdos, para que los participantes del proyecto puedan tomar decisiones a la hora de evaluar la diversidad con una visión global, realizando las mejores elecciones de procesos y metodologías ajustados a los objetivos propuestos. Es de esperar, también entonces, que este documento se pueda ir enriqueciendo con el tiempo, en la medida en que aparezcan nuevas dudas y necesidad de aclararlas sobre la elección de indicadores de biodiversidad u otros enfoques para su evaluación.

¿QUÉ ES UN INDICADOR Y PARA QUÉ SIRVE?

En líneas generales, entonces, podemos definir que un Indicador es un parámetro o variable cuantitativo o cualitativa empleado como instrumento de medición, que nos provee evidencia de un fenómeno que se desea conocer, monitorear y analizar, que pueda ser contrastado en diferentes momentos del tiempo. Permite evaluar el

estado de un aspecto de un sistema. Describe un elemento del ecosistema o sistema socio-ecológico de manera objetivamente verificable y no ambigua.

El uso de indicadores reduce la cantidad de mediciones que se requieren para describir un sistema. A su vez, los indicadores simplifican el proceso de comunicación que informa sobre el desempeño de un sistema productivo. Y es la herramienta práctica para el monitoreo y reporte necesario para la toma de decisiones.

A través de un indicador *siempre* se deberá poder dar un veredicto sobre el aspecto o criterio considerado.

Dentro de un sistema socio ecológico como un agroecosistema y el marco conceptual (ej: del manejo sustentable), existen diferentes objetivos relacionados a la biodiversidad tenidos en cuenta al momento de formular indicadores. Uno de ellos es la conservación de la misma, que posee un valor intrínseco y un potencial futuro no evaluado con precisión. Otro objetivo potencial es el mantenimiento o mejora del funcionamiento del ecosistema. En este caso, es común considerar por ejemplo la productividad vegetal, el mantenimiento de cadenas tróficas, la resiliencia, entre otras). Un tercer tipo de objetivos, podría estar relacionado a la reducción de conflictos existentes entre las funciones deseadas y ciertos componentes de la biodiversidad (como por ejemplo las plagas).

Es, a su vez, es importante considerar que, dada la complejidad de la biodiversidad y sus interacciones, no todos los aspectos de la misma pueden ser medidos. Es por ello que se suelen seleccionar algunas variables que nos permitan predecir el mantenimiento de estas estructuras (biodiversidad necesaria) y/o funciones (procesos deseados). Estas variables a seleccionar serán los "indicadores" que nos permitan entrever el estado de estas estructuras y funciones. O sea, cuando empleamos a la biodiversidad como indicadora, podemos buscar elementos o grupos que nos estén indicando la presencia o el mantenimiento de estructuras biofísicas más complejas (o sea, una mayor biodiversidad de interés pero que es más compleja de medir), o bien procesos funcionales del ecosistema que se

consideran relevantes (pero que, también, son más complejos de medir en forma directa).

En resumen, podemos seleccionar indicadores con diferentes objetivos como la conservación de la biodiversidad per se, o como base para alguna función específica (generalmente productividad o estabilidad del agroecosistema). Y debemos tener en cuenta que el indicador seleccionado deberá estar mostrando estructuras o procesos mas complejos o difíciles de medir.

Como seleccionar los indicadores de biodiversidad.

Antes de seleccionar, probar, definir y emplear Indicadores de Biodiversidad, (IB) es importante aclarar las metas generales que se pretenden con los mismos. Como ya introdujimos, la meta asociada a la utilización de los IB en este caso es: evitar la pérdida de biodiversidad o el mantenimiento de ciertas funciones sostenida por ella.

En algunos casos se emplean indicadores tempranos, que permiten evaluar si el sistema se halla en el camino adecuado al objetivo de conservación deseado. Estos indicadores tempranos generalmente se relacionan con acciones de manejo, o características del hábitat adecuadas, o reducción de las amenazas existentes que afectan la biodiversidad.

Estos indicadores pueden combinarse con mediciones directas del resultado del objetivo, o sea, mediciones de la biodiversidad que se busca mantener, lo que permitiría conocer la eficacia del manejo y por ende del mismo empleado como "Indicador".

En estos casos en los que se mide el objetivo deseado, también podemos emplear "Indicadores" en los casos en que se evalúan unas pocas especies o grupos de ellas que puedan dar cuenta del estatus de un número mayor. Sin embargo, la característica propia de una especie, que se caracteriza por tener requerimientos de hábitat específicos, dificulta el hallar especies que sean buenas indicadoras de la presencia de otras. Un ejemplo, sin embargo, sería la presencia de

carnívoros con requerimientos específicos, que nos hablaría de la existencia de ciertas presas y de cierta vegetación disponible para alimentar a las mismas.

Enfocando en la selección de indicadores de biodiversidad.

Entonces, para iniciar el proceso de selección o propuesta de indicadores, lo primero es "Empezar con la meta en mente", Se busca evitar la pérdida de la biodiversidad per se o se enfatiza en la diversidad que sostiene ciertos servicios ecosistémicos de interés particular.

En el primer caso, si se buscan indicadores tempranos, se pensará plantear acciones para el cuidado de las especies, genotipos o paisajes que puedan estar en riesgo o tener otro valor especial, combinados con estrategias que permitan el mantenimiento de la biodiversidad en general. Los indicadores, entonces, se relacionarán con variables que nos indiquen el estado de ambos grupos de elementos de la biodiversidad (con o sin valor especial). Esos manejos o diseños, si están relacionados con la biodiversidad resultante podrán ser buenos "Indicadores de Biodiversidad".

En el segundo caso el enfoque de las medidas de manejo y de los indicadores que señalen su efectividad estarán dirigidos hacia los elementos de la biodiversidad que sostienen los servicios (o las funciones) seleccionadas, sin tener en cuenta otras especies o funciones. En este caso, entonces, se puede estudiar inicialmente la relación entre el servicio o función y la biodiversidad. De esta manera se podrá seleccionar que elemento de la biodiversidad está más relacionado con el servicio o función objetivo, constituyendo esta diversidad en un potencial indicador. A su vez podremos posteriormente enfocarnos en determinar qué medidas de manejo o diseños de paisaje favorecen dicha biodiversidad, lo que podría constituir en un indicador temprano. Este brindaría información de la diversidad presente e, indirectamente, de las funciones del ecosistema esperadas.

Siguiendo el camino inverso, validarlos indicadores propuestos implica validar estas

supuestas relaciones entre manejo o diseño y biodiversidad y entre biodiversidad y funciones. Técnicamente, siendo más precisos, si lo que evaluamos es el diseño o el manejo como “proxi” de biodiversidad, estamos ante un verdadero “indicador de biodiversidad” (el manejo nos indica biodiversidad). En el caso en que se emplee la biodiversidad como “proxi” de funcionalidad del ecosistema se tratará de un “indicador de la función seleccionada” (productividad, resiliencia). Ambos grupos de indicadores pueden ser empleados en forma complementaria, pero siempre siendo claros de cuál es el objetivo de cada uno de ellos.

Como debe ser un indicador

Un indicador debe ser práctico de medir, objetivo, relevante, sensible, univoca la información que brinde y la interpretación del mismo, entre otras características. Es de gran valor que las evaluaciones del indicador permitan ajustar el manejo (manejo adaptativo) del sistema que se está analizando, y que la definición y el diseño de los registros sean adecuados para poder sacar conclusiones válidas que nos lleven a saber si las propuestas son adecuadas al objetivo que se plantea para la biodiversidad.

Como ejemplo, diferentes sistemas de certificación requieren del conocimiento de estas relaciones entre el manejo y la biodiversidad, aunque la mayor experiencia en las certificaciones que integran herramientas para el cuidado de la biodiversidad son las relativas a producciones forestales, la ganadería extensiva y las áreas protegidas. Estas cuentan con sistemas de este tipo más desarrollados. Más recientemente, en Europa, existen iniciativas en torno a la agricultura y en la región hay propuestas para el empleo de indicadores de biodiversidad en la certificación del uso sustentable de pastizales naturales.

Consideraciones generales a la hora de la selección.

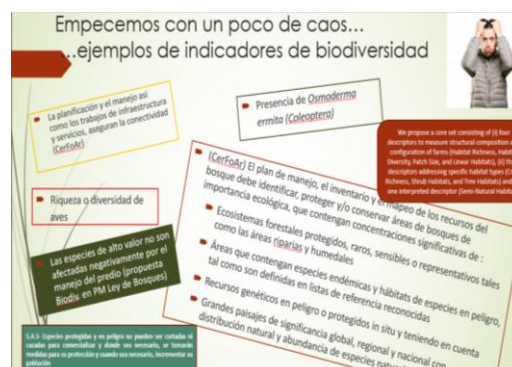


Figura 1- La formulación de indicadores requiere empezar aclarando ideas

Factores que determinan la complejidad en la búsqueda de indicadores de biodiversidad

La búsqueda de indicadores de biodiversidad no es una tarea sencilla y, de hecho, ha sido la temática que más discusiones ha llevado, en ámbitos internacionales, a la hora de lograr consensos sobre los posibles enfoques y caminos a tomar. Diversos son los factores que influyen en esta complejidad.

Factor 1: Entre las complejidades que se presentan, el concepto de “biodiversidad” es amplio e incluye a la diversidad y variabilidad de formas de vida en sus diferentes niveles jerárquicos (paisajes, ecosistemas, comunidades, especies, poblaciones y genes) y dimensiones (composicional, estructural y funcional) (ver Figura 2), y representa el basamento que origina una amplia gama de servicios ecosistémicos¹(SE) que son indispensables para la supervivencia y bienestar humanos.

¹ Se puede definir a los servicios ecosistémicos (SE) como todas las contribuciones que el ecosistema realiza al bienestar del hombre. (Haines- Young et al 2013)

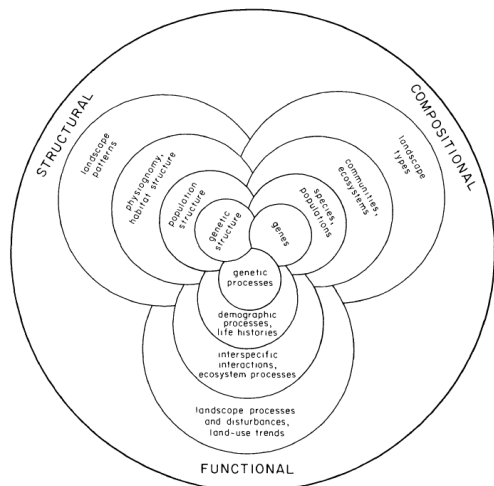


Figura 2. Dimensiones de la biodiversidad según Noss 1990.

f fuente potencial de germoplasma para las necesidades futuras de mejoramiento.



Figura 3- Existen diferentes argumentos y escalas de valores que promueven la conservación de la biodiversidad

Factor 2: Por otro lado, si bien la biodiversidad es la base de los SERVICIOS ECOSISTEMICOS, no es el único fundamento que justifica su conservación, lo que lleva a otro factor que hace compleja su evaluación. Por ejemplo, se han propuesto argumentos de distinta índole para comprender la importancia de la biodiversidad para diferentes grupos humanos (Figura 3). Entre otros, estos son:

- **Éticos:** todas las especies tienen el mismo derecho a existir.
- **Culturales:** muchas comunidades tienen una estrecha relación con su ambiente y distintos elementos naturales están cargados de significado e integrados en sus vidas y costumbres.
- **Religiosos:** Diversas culturas asignan valores espirituales o superiores a ciertos elementos de la biodiversidad
- **Ecológicos:** se considera que la presencia de alta diversidad específica y genética favorece la estabilidad de los ecosistemas frente a cambios naturales o antrópicos.
- **Funcionales:** la biodiversidad es el sostén de las funciones del ecosistema, por ejemplo, la descomposición, la fotosíntesis, ...
- **Estéticos:** poder disfrutar de un paisaje o una especie que nos parecen bellos.
- **Económicos:** tanto mediante la cosecha como del disfrute de la biodiversidad, el hombre recibe retribuciones que le permiten transformarlo en medio de vida, no sólo en la actualidad sino como

Pero si las miradas son tan diversas, ¿cómo abordar el tema? El indicador mediante una medición sencilla, deberá reflejar el aspecto más relevante de esta complejidad. Es importante tener un marco claro, especificar que argumentos son los que encuadran la evaluación. En el próximo apartado abordaremos los más comunes y complejos.

Factor 3: Otra fuente de complejidad es el hecho de que es común, en los sistemas de certificación, incluir indicadores que en realidad no expresan los resultados de los objetivos buscados, sino más bien la implementación de prácticas que permiten el mantenimiento de la biodiversidad, ya que generalmente, es difícil tomar medidas para revertir la pérdida de la biodiversidad, siendo más eficiente prevenirla mediante pautas de manejo específicas que se consideren apropiadas, evitando así las causas. En términos generales las principales causas de la extinción de especies en la actualidad son (Diamond 1984):

· La **sobreexplotación:** se cosecha una especie a un ritmo superior que el de su tasa de producción.

· La **degradación, la destrucción y la fragmentación** de hábitats.

· Los impactos generados por **especies introducidas:** actúan sobre las especies nativas a través de la depredación,

competencia por recursos o por interferencia, y transmisión de enfermedades.

·Las *cadena de extinciones*: la extinción de una especie muchas veces conlleva a la extinción de otras especies que tienen estrecha relación, como por ejemplo depredadores, polinizadores o dispersores de semillas de la especie extinta; y

·El *cambio climático*. Los cambios en los regímenes de lluvias y temperaturas, y el aumento de las frecuencias de los eventos extremos, actúan en forma directa sobre los organismos e indirectas a través de las modificaciones de los hábitats. Si bien algunos organismos pueden migrar (gran parte de la fauna, algunas especies vegetales de gran capacidad de dispersión), la alta velocidad de estos cambios determina que la mayoría de los componentes de los ecosistemas (por ejemplo, los árboles) no pueden hacerlo a la velocidad requerida.

BORRADOR

COMO SELECCIONAR LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD.

1-QUÉ PROBLEMA QUEREMOS EVALUAR MEDIANTE EL EMPLEO DE INDICADORES.

Los fundamentos para la conservación de la biodiversidad son diversos y numerosos. Antes de pensar en la búsqueda de indicadores, se debe tener claro cuál es el marco de pensamiento que impulsa la misma. Algunos argumentos pueden llevar a estrategias de intervención e indicadores similares, pero otras difieren.

En el marco del manejo sustentable de los sistemas productivos podríamos trabajar con 3 grandes principios, objetivos o metas de la sustentabilidad que son: 1) el mantenimiento o mejora de la integridad de los ecosistemas y sus funciones (meta ambiental) 2) la productividad del ecosistema (metaproductiva) y 3) el bienestar de las comunidades asociadas (meta socio-económica).

En cada meta o principio, la biodiversidad está involucrada de alguna manera. Si pensamos particularmente en la meta ambiental, podemos ver que mantener las estructuras funcionales (especies, y sus relaciones) permitirían sostener la funcionalidad del ecosistema y su resiliencia.

Desde el punto de vista de la meta productiva, vemos que la biodiversidad puede favorecer la producción o productividad del sistema, en algunos casos en cantidad, otras en calidad (inocuidad al reducir pesticidas, por ejemplo), o en estabilidad y resiliencia de las producciones, por ejemplo al contar con diferentes variedades y razas que hacen al sistema menos proclive a fuertes impactos de plagas o de eventos climáticos. Pero también puede incidir en forma negativa, reduciendo la producción por competencia (malezas) o bien generando conflictos a partir de la presencia de fauna que compite o depreda sobre la misma.

Desde el punto de vista de la meta socioeconómica, también la biodiversidad tiene incidencias, tanto por los ingresos o costos diferenciales que la presencia de mayor biodiversidad acarrea, asociados por ejemplo a la valoración que las diferentes culturas involucradas, y en el uso del espacio tienen en relación a los elementos de la diversidad (animales sagrados, percepción de la belleza, uso recreativo de la naturaleza).

Esto podría ser resumido, y presentado como visiones alternativas para agrupar las propuestas de trabajo en base a grandes grupos de temas centrales basados en objetivos:

1) aquellos que promueven la conservación de la mayor parte de la biodiversidad (argumentos éticos, económicos de largo plazo, ecológicos – de resiliencia- a nivel local hasta planetario). Se busca mejorar los sistemas de producción para mantener la biodiversidad;

2) aquellos que promueven la conservación de parte de la biodiversidad (las lógicas más antropocéntricas como las culturales, las centradas en los principales servicios ecosistémicos). Se busca enfocar en la biodiversidad que asista en el mantenimiento de SE específicos considerados valiosos, y

3) aquellos casos en los que elementos de la biodiversidad entran en conflicto con los intereses humanos (depredadores, plagas, enfermedades, malezas).

Entonces, dada la existencia de grandes compromisos (trade-offs) entre objetivos sobre ¿Qué problema queremos evaluar? ¿Usamos la biodiversidad como proxy de calidad de producción o pensamos en como producir para mantener la biodiversidad? Duelli et al. (2003), sugiere que A) si lo que se busca es la conservación, se deberá enfocar en las especies raras y en peligro; B) si es un problema ecológico (resiliencia) se deberá enfocar en diversidad genética y de especies; C) si es un problema biológico productivo, el tema rondará en el control biológico de plagas. A esto se le pueden agregar otros Servicios Ecosistémicos. Cada uno de estos grupos, contará con sus propios indicadores.

En todos los casos, obviamente, es claro que los indicadores agroambientales bióticos no deben abordar simplemente la maximización del número de especies en los ambientes bajo uso, sino también considerar el logro de una estabilidad sostenible y a largo plazo, y el potencial reproductivo de las poblaciones de especies (Büch et al 2003)

CASOS.

1-¿Mejorar los sistemas de producción para mantener la biodiversidad?

Sumado a los argumentos éticos están los ecológicos que indican la biodiversidad es necesaria para el mantenimiento del equilibrio a nivel planetario. Rockström et al (2009) demuestran que, de todas las macrovariables que permiten evaluar el estado del planeta en relación a la posibilidad de mantener la vida del hombre sobre el mismo, la pérdida de biodiversidad es la que ha superado en mayor medida, los límites aceptables (Figura 4).

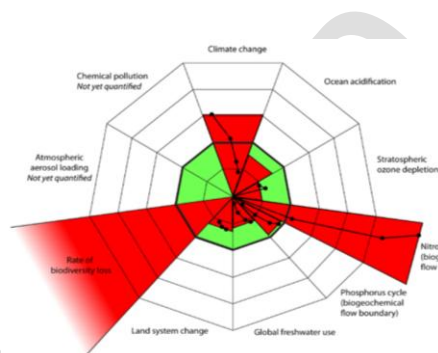


Figura 4. La pérdida de biodiversidad es la variable que más ha superado los límites aceptables para la vida humana (Rockström et al 2009). En verde, los límites de aceptación. En rojo, los valores relativos al momento de realizar la evaluación.

Esta situación, ha llevado a diversas iniciativas del mundo, a proponer la necesidad de la conservación de la totalidad de la biodiversidad, sugiriendo que no sólo la redundancia funcional es necesaria para la resiliencia (Rosenfeld, 2002) sino que se desconocen gran parte de los roles funcionales de especies y genotipos, en especial en lo que se refieren a la capacidad de mantener la resiliencia ante disturbios naturales o antrópicos y otras funciones

ecosistémicas. Esta resiliencia, se relaciona no con objetivos productivos, o sea, no con los rangos para el mantenimiento de la producción, sino como límites para el mantenimiento de las condiciones de vida de las especies.

En el apartado “Indicadores tempranos: Factores Causales o Estrategias de conservación como base” se precisan estrategias posibles para abordar este problema.

La evolución de las estrategias para afrontar este problema se ha modificado desde el cuidado de especies individuales en peligro en el pasado, por el cuidado –mediante áreas protegidas– de ecosistemas de alta biodiversidad, por el mantenimiento de porciones representativas de todos los ecosistemas, hasta la visión actual, de la necesidad de combinar porciones sustanciales (más del 24%) de todos los ecosistemas con mínima perturbación antrópica, combinándose con ambientes productivos que puedan funcionar como hábitat, y no como barrera, para la biodiversidad. Esta necesidad se basa en que se sabe que tanto las superficies como la ubicación de las áreas protegidas son insuficientes para mantener la totalidad de las poblaciones a largo plazo, como así tampoco, algunas de las funciones de los ecosistemas que implican áreas de gran tamaño (como por ejemplo las migraciones ante el cambio climático, la resiliencia antes disturbios de gran magnitud, entre otros).

2-¿Mejorar la biodiversidad para mantener los servicios ecosistémicos?

Un segundo enfoque, muy empleado en la actualidad, pero a veces confundido con el anterior, es la búsqueda de la optimización de ciertos servicios ecosistémicos (generalmente de provisión², pero no exclusivamente). Los SE son las salidas del ecosistema que brindan beneficios valorados por el hombre (Figura 5) y este enfoque es muy empleado en agro-ecosistemas.

²Una clasificación de los servicios ecosistémicos puede consultarse en Haines Young et al 2013 (CICES, Common International Classification of Ecosystem Services).

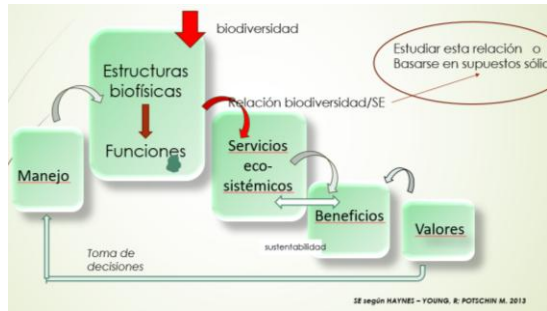


Figura 5-La Biodiversidad y los SE en el modelo de cascada

El nivel de regulación interna de las funciones en los agro-ecosistemas depende en gran medida del nivel de biodiversidad vegetal y animal presente. En los agro-ecosistemas, la biodiversidad realiza una variedad de servicios, entre los que se subrayan la producción de alimentos, el reciclaje de nutrientes, la regulación del microclima y los procesos hidrológicos locales, la supresión de organismos indeseables y desintoxicación de productos químicos nocivos (Altieri, 1999).

Diversidad funcional

Un enfoque comúnmente empleado, es el del mantenimiento de las diversas funciones ecosistémicas, a través de la conservación de la diversidad de grupos funcionales, asumiendo que, de esa manera, se mantendrán los procesos de dichos sistemas. Ejemplos de funciones a nivel ecosistema pueden ser la fijación de energía vía fotosíntesis, la descomposición, los ciclos del nitrógeno o del carbono, la polinización o la dispersión, entre tantos otros. Se parte de la premisa de la existencia de una alta redundancia funcional, aunque es sabido que la misma dependerá del nivel de detalle, la escala, del análisis.

Lo más frecuente es, sin embargo, centrar la mirada en funciones específicas relacionadas más estrechamente a servicios directos para el hombre, como lo son los elementos que maximizan o estabilizan la productividad, la mejora del control de plagas, o la reducción de malezas (Iermanó y col, 2020)

Diversidad de especies vegetales y productividad.

Una de los primeros y más discutidos temas se relacionó con la diversidad de la composición vegetal y la productividad total, especialmente relacionado a pastizales, y a ensayos de siembras (Loreau et al, 2004; Tillman et al. 2014), a lo largo de los cuales surgieron puntos sobresalientes como la relevancia de la productividad individual de cada componente y su capacidad competitiva, la capacidad de explotación de los recursos en condiciones de ambientes heterogéneos, la amplitud de nicho, y asociado a esto, la resiliencia ante disturbios o cambios. Sin embargo, una generalización del comportamiento de la relación entre estas dos variables se puede graficar como se indica en la Figura 6. La figura 7 muestra la comparación entre el patrón de desempeño (biomasa) de una comunidad completa en comparación al de especies individuales,

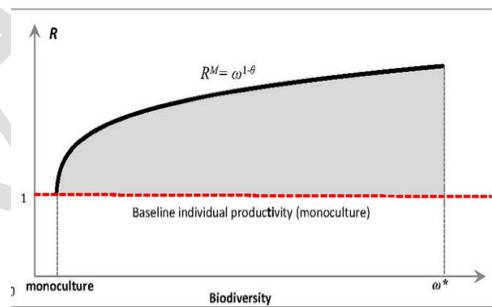


Figura 6- Patrón general de la relación productividad/biodiversidad (Liang et al. 2015).

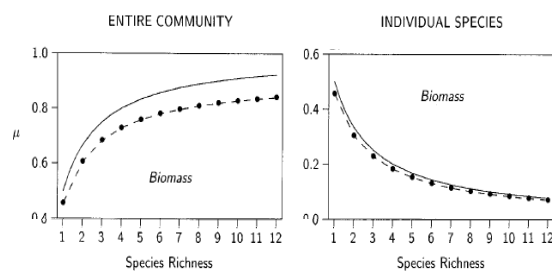


Figura 7. Relación entre biomasa con la riqueza de especies en una comunidad (izquierda) y especies individuales (derecha) (Lehman & Tillman 2000)

Diversidad de organismos asociados y productividad

Otro patrón habitualmente analizado y promovido, y sobre el cual existe extensa bibliografía, es el de la relación entre la productividad vegetal (servicio ecosistémico de provisión), con la diversidad de otros organismos que favorecen la producción, como los insectos polinizadores (Hoffmann 2005; Garibaldi et al. 2016) o los organismos controladores de plaga como, por ejemplo, las aves insectívoras (Martínez Salinas et al. 2016). Otras asociaciones frecuentes son entre la disponibilidad de nutrientes (como servicios de regulación) a diversidad de organismos edáficos.

En la Figura 8 se ejemplifica la relación entre rendimiento de los cultivos con la densidad de visitas de polinizadores, para casos en los que la riqueza de polinizadores es baja (figura a la izquierda), o alta (figura a la derecha) (Garibaldi et al. 2016).

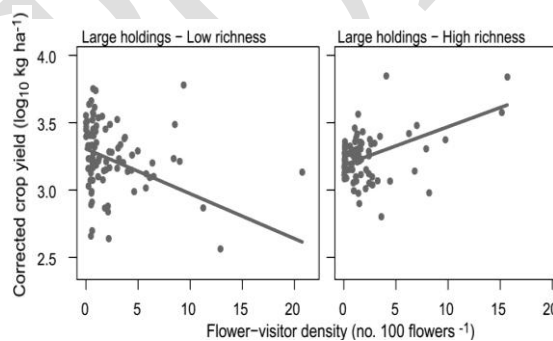


Figura 8. Relación entre rendimiento de los cultivos con la densidad de visitas de polinizadores, para casos en los que la riqueza de polinizadores es baja (izquierda), o alta (derecha) (Garibaldi et al. 2016).



Diversidad de especies y resiliencia

Si bien se ha propuesto que uno de los diversos argumentos para el mantenimiento de la totalidad de la diversidad es la resiliencia planetaria (Rockström et al. 2009), en este caso nos referimos a la búsqueda específica de la resiliencia de un sistema productivo. Existen numerosos estudios que relacionan la capacidad de recuperar funciones (como la productividad) ante disturbios en sistemas (Oliver et al. 2015). En la Figura 9 el mismo trabajo de Lehman & Tillman (2000), señala como se relaciona la estabilidad del sistema con la diversidad cuando evaluamos la comunidad en su conjunto, en comparación al comportamiento de especies individuales.

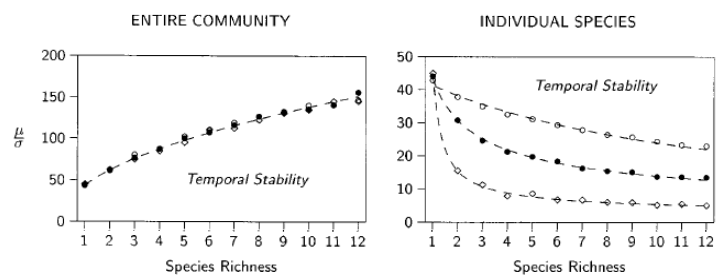


Figura 9. Relación entre la estabilidad en el tiempo, con la riqueza de especies en una comunidad (primera columna) y especies individuales (segunda columna) (Lehman & Tillman 2000)

3- Reducir los conflictos con la biodiversidad



Otro objetivo relacionado con la biodiversidad es su control dentro de márgenes aceptables cuando estos son nocivos para la producción. Estos son los casos de insectos o roedores que dañan los cultivos, malezas que compiten por recursos de luz, agua o nutrientes, enfermedades o parásitos, herbívoros que reducen la disponibilidad del forraje para el ganado, o carnívoros que predan sobre el ganado. Estos temas han sido evaluados desde los inicios de la agricultura y la ganadería.

BORRADOR

2-INDICADORES TEMPRANOS Y FINALES

Una vez que se tiene claro, (y se hace explícito) el objetivo de la selección de indicadores, existen abordajes para la selección de los mismos que pueden diferir, esencialmente dependiendo si se enfocan solamente en el objetivo final, (por ejemplo, la biodiversidad resultante), o si, por el contrario, incluye la mirada sobre evaluaciones más tempranas, ligadas a las estrategias o mecanismos que se supone conducirán hacia el objetivo (sea este la biodiversidad per se o algún SE derivado de ella). Este último abordaje se puede asimilar a un modelo de “acción- estado- resultado” (relacionado en parte con el clásico modelo de Presión, Estado, Respuesta creado por la Agencia de Ambiente de Canadá y la OCDE³).

En los sistemas de indicadores, es frecuente el empleo de indicadores tempranos que, si bien no evalúan el resultado final, sí nos dan una pauta de que se está en el camino correcto. Para procesos de largo plazo, la combinación de ambos tipos de indicadores es esencial.

Se basa en una lógica de causalidad, presupone relaciones de acción y respuesta entre actividades del hombre y el medio ambiente. Es un modelo de organización simple. Se origina de preguntarse: ¿Qué acciones realizo sobre el medio ambiente?, ¿Cuál es el estado del ambiente que espero generar con esas acciones?, ¿Qué resultados espero que esto determine –solución del problema-? Cada una de estas preguntas se responde con un conjunto o sistema de indicadores.

El contar con indicadores en estas diversas etapas es la base de la mayoría de los sistemas de indicadores empleados en la

³En este esquema se habla de “Fuerza motriz y Presión: como lo que determina (indirecta o directamente) cambios para el medio ambiente; Estado: son los efectos sobre el medio ambiente; y Respuesta, son las acciones se están tomando en los sectores público privados para responder a los cambios en el estado del medio ambiente?”

certificación forestal. En la Figura 10 se comparan y ejemplifican estos grupos de indicadores. Los indicadores de acción (que incluso en la certificación forestal incluye la consideración de las acciones en los planes de manejo) permite contar con indicios tempranos de que se está en el camino correcto, con un *bajo costo*. Sin embargo, no existe una certidumbre elevada de que se logre el objetivo (*bajo nivel de confianza*). Si el resultado esperado fuera asegurar la conectividad efectiva entre dos áreas, la plantación y cuidado de las plantas que conformarán a futuro el corredor, podría tener asociado un indicador de que esta acción se realiza. En el extremo opuesto, los indicadores de resultados nos aseguran que la meta fue alcanzada. Pero esto sólo puede lograrse en un *tiempo muy distante, alto costo, aunque gran certeza* del logro. Características intermedias presentan los grupos de indicadores de “estado” con costos, tiempos y certezas medias. En el ejemplo de la Figura 1, constatar que las plantas han logrado sobrevivir y crecer, conformando la estructura vegetal planificada inicialmente, por ejemplo, el establecimiento de un bosque adulto con un sotobosque natural.

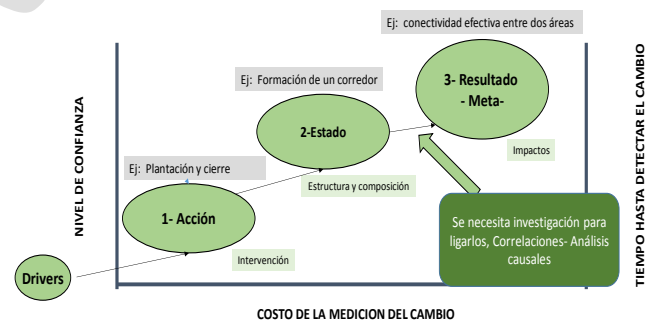


Figura 10- Grupos de indicadores en función de la etapa de evaluación, desde temprana (seguimiento), hasta el resultado definitivo esperado (monitoreo).

En todos los casos, es de suma importancia hacer explícitos los supuestos que subyacen en estas relaciones. Por ejemplo, en un diseño de paisaje con corredores, que los mismos serán efectivos (que circularán los individuos de las poblaciones de las especies “x”).

Aquellos supuestos con elevada incertidumbre, serán temas de investigación, que permita reducir la misma.

Se requiere de un planteo que explicita las creencias sobre las relaciones entre las variables, cómo funciona el mecanismo que quiero evaluar. Por ejemplo: flora abundante y con diverso periodo de floración mantiene los polinizadores en el medio y favorece la producción de granos; o presencia de aves insectívoras de follaje en bosques reduce la incidencia de plagas defoliadoras (resiliencia). Y requiere de conocimiento para entender en qué medida tal o cual indicador es útil para evaluar el estado del problema. Métodos como correlaciones o análisis causales, son usualmente empleados.

La base de las investigaciones serían preguntas tales como: esta estructura vegetal, ¿es hábitat para “x” especies?; esta estructura de corredor lineal, ¿funciona efectivamente para la interconexión de subpoblaciones de la especie “y”, o de datos ensamblados? Este conocimiento permitirá, a futuro, promover pautas de manejo a nivel de predio y de paisaje que sean más efectivas.

2a- Indicadores tempranos: Factores Causales o Estrategias de conservación como base.

Para poder combinar el monitoreo del logro de las metas establecidas con los grupos de indicadores tempranos, es posible: abordar los **factores causales** del problema o, mejor aún, si se pretenden ajustar pautas de manejo para la conservación de la biodiversidad, una **estrategia** que suponemos nos llevara al objetivo deseado.

La reducción de las amenazas, o factores causales de la pérdida de diversidad, pueden ser factores a evaluar y monitorear. Estas relaciones causales deben ser explicitadas al estructurar el set de indicadores, de manera que sea posible en el futuro establecer el nivel de relación causa- efecto, o bien características de las causas que pueden alterar los resultados. Por ejemplo, si se supone que la cacería es una amenaza, que puede producir cambios poblacionales graves, no sólo la “tasa de cosecha”, sino también el momento en que se produzca puede determinar diferentes efectos.

Lo más común, por su utilidad en el manejo, sin embargo, es asociar los indicadores de las variables objetivo (el mantenimiento de la biodiversidad), a una estrategia para el logro de los mismos.

Existen numerosos trabajos en Argentina y en el mundo, que ligan las estructuras de los hábitats con la biodiversidad. Las preguntas más frecuentes son:

- ▶ ¿Qué **superficie de espacios naturales** son necesarios para mantener en el largo plazo las poblaciones vegetales y animales en zonas de tierras de cultivo? (Cormont et al 2016).
- ▶ ¿Cuáles son los **usos, manejos y estructuras de paisaje** y que otras variables – clima, suelo, etc- que permiten el sostenimiento de la riqueza de especies de diferentes taxones? (Billeter et al 2008)

El problema es, sin embargo, que la función de la relación para cada grupo taxonómico tiene diferentes parámetros.

- ▶ Otros, en cambio, hacen foco en especies que mantiene las **funciones del ecosistema**; o en especies que sostienen los **Servicios Ecosistémicos** (Maes et al 2016)
- ▶ o se enfocan las **especies sensibles** a la pérdida de ambientes naturales y **de alto valor** –que están disminuyendo).

Ejemplo 1 de estrategias para la conservación de la biodiversidad

A continuación, se presenta una estrategia inicialmente desarrollada para los sistemas productivos generales, aunque perfilada más precisamente para plantaciones forestales y para el manejo de bosques nativos. Esta estrategia, originalmente propuesta en el norte de la región Andino Patagónica, fue el eje de cursos de capacitación a las provincias argentinas de las ecoregiones de Selvas subtropicales, Parque chaqueño y Monte y Espinal que brindara la SAyDS en el 2014.

EL objetivo de la estrategia es evitar la pérdida de la biodiversidad global, por un lado, y mantener la resiliencia de los sistemas ante el manejo forestal.

La evolución de las estrategias para afrontar este problema se ha modificado desde el cuidado de especies individuales en peligro o de alto impacto comunicacional (como el oso panda) en un principio, el cuidado de sitios de muy alta biodiversidad, como el Amazonas, para después pasar a centrarse en la necesidad de la conservación en áreas protegidas representativas de los diferentes ecosistemas del planeta, con superficie y calidad suficiente para albergar poblaciones viables de las especies animales y vegetales que las componían, y las funciones asociadas (Dinerstein et al. 2000). No fue sino hasta fines de la década de los '90, en los que se visualizó que la conservación exclusivamente dentro de las áreas protegidas era insuficiente para el mantenimiento de la totalidad de los genotipos, especies y paisajes. Por el contrario, las áreas bajo usos productivos deben colaborar en los objetivos de

conservación. Por un lado, no es posible transformar en áreas protegidas todas las áreas que contengan una biodiversidad particular. Por otro lado, existen especies en estado crítico que sólo el cuidado en todas sus áreas de existencia permitiría evitar su extinción, Para el resto de las especies, se requiere no sólo contar con áreas de hábitat adecuado, sino diseñar un paisaje en la que las mismas estén conectadas entre sí. Estas consideraciones permiten proponer mecanismos para evitar la pérdida de biodiversidad. A su vez, para evitar cambios no deseados ante el manejo y disturbios, es relevante mantener la resiliencia de los sistemas naturales.

En base a estas ideas se propone una estrategia de seis ítems, propuesta para mantener la totalidad de la diversidad combinando áreas de conservación y paisajes y predios productivos (Rusch y col 2008, 2014) cada una de las cuales es sostenida por metodologías de análisis y definiciones:

1- Áreas Protegidas efectivas

Este mecanismo es central en una estrategia de conservación. Propone que se cuente con Áreas Protegidas (APs) con representación de los diferentes ecosistemas, las cuales tienen diseños y manejos efectivos, o sea, que permiten mantener poblaciones viables de las especies que los componen y los procesos ecosistémicos asociados. Para definir este ítem, se cuenta con herramientas como el análisis de representación (Dinerstein et al 2000); la definición de poblaciones mínimas viables (Soulé, 1987), y los análisis de efectividad de manejo de áreas protegidas (Leverington et al 2008). En la Figura 11 se muestran los resultados del análisis de representación de los tipos de vegetación de Patagonia norte en las APs, siendo actualmente los valores aceptados de 24%, mínimos propuestos por la UICN. Los tipos de ambientes poco representados en las APs deberían ser manejados con mayores cuidados para su conservación.

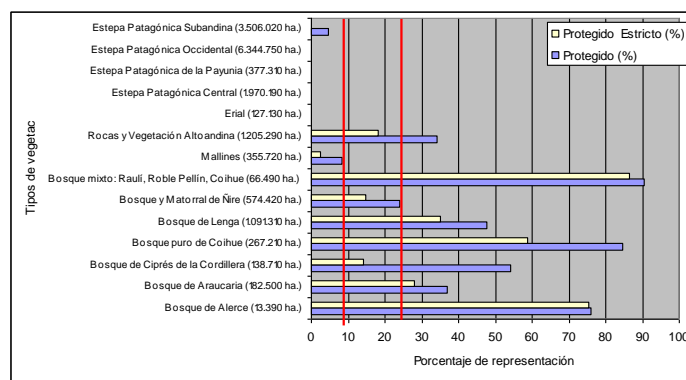


Figura 11. Análisis de niveles de representación de los tipos de vegetación de la “Región valdiviana” dentro de Áreas protegidas de diferente categoría (WWF 2000)

2- Sitios de alto valor de conservación.

Muchas áreas de valor particular están fuera de Áreas Protegidas. Las principales características de los sitios de alto valor están dadas por la presencia de una alta riqueza de especies, endemismos regionales y microendemismos, como así también de especies amenazadas. Para su identificación y nominación también se tiene en cuenta la ocurrencia de interacciones poco frecuentes o inusuales (como la coexistencia de tres especies de coníferas sobre un ambiente de turbera), la integridad ecológica de los hábitats, los fenómenos y procesos evolutivos y la presencia de poblaciones de valor genético particular, entre otros aspectos. En la Figura 12, se muestran los sitios de alto valor de conservación definidos, en 1999 para Patagonia norte (WWF, 1999). Cada sitio tiene identificado los valores que lo definen, de manera que se construyen protocolos de conservación que aseguren que las acciones allí realizadas no alteren negativamente dichos valores. Los indicadores se refieren a dichas acciones por un lado (indicadores tempranos), y el estado de dichos valores por otro (indicadores de resultado).

3. Especies de alto valor

Estas especies pueden ser especies de valor por su uso por las poblaciones locales o bien especies amenazadas de extinción, que requieren un esfuerzo especial fuera de las APs. La mayor susceptibilidad se da en especies con un rango muy estrecho de

distribución geográfica, tamaños poblacionales pequeños, bajas tasas de incremento poblacional, habilidad de dispersión limitada, poca variabilidad genética y/o requerimientos de hábitat muy especializados, o grandes requerimientos de hábitat. Entre estas especies se pueden incluir las de gran tamaño, con grandes áreas de acción. En general, cuando la población de una especie es muy pequeña, menor a 500 ejemplares, la interacción de factores estocásticos ambientales (como las catástrofes), demográficos y genéticos pueden incrementar su probabilidad de extinción. Las especies pueden enumerarse en base a las listas rojas nacionales o internacionales (UICN), se pueden trazar mapas de su área de distribución en base a conocimiento de especialistas y proponer protocolos de conservación en sus áreas, para basar en ellos los indicadores tempranos. En la Figura 12 se presentan el área de distribución de los mamíferos amenazados en el NO de la Patagonia.

4- Ambientes de alto valor

A una escala de detalle de más precisión que la de sitios, se pueden identificar ambientes de alto valor, que reúnen características distintivas como alta biodiversidad o características únicas y diferenciales del entorno, o pueden ser especialmente frágiles. Por ejemplo, entre los ambientes de valor particular del Noroeste de la Patagonia, se puede destacar los ambientes termales, los bosques maduros y los humedales. Los humedales (márgenes, cursos y cuerpos de agua, así como sistemas dependientes del agua en su dinámica) suelen ser este tipo de ambientes, en todas las ecorregiones. En un Taller sobre la temática, se seleccionaron también los Palmares para la ecorregión del Espinal, por ejemplo. Protocolos de conservación de los mismos pueden ser empleados como indicadores.

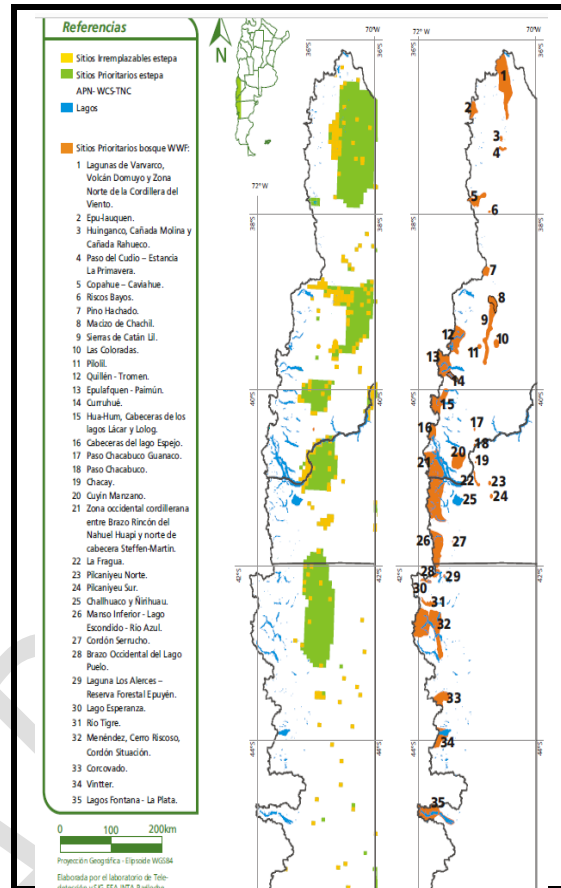


Figura 12. Ejemplo de "Sitios de alto valor de conservación" y "Mamíferos amenazados" en el NO de la Patagonia (tomado de Rusch y col 2015)

5- Hábitats de calidad conectados

En ambientes más naturales, esta conectividad puede darse con usos de bajo impacto, mientras que, en ambientes más modificados, con intensidades mayores de cambio del sistema, es necesario recurrir a estrategias de corredores efectivos que interconecten áreas naturales con calidad de hábitat suficiente.

6- Mantenimiento de elementos funcionales clave

Por último, en sistemas más naturales (como por ejemplo áreas de manejo de bosque nativo, o de pastizales naturales), una estrategia complementaria de utilidad es la de mantener el sistema con alta capacidad de **resiliencia**. Para ello, una propuesta es a) manejar áreas de superficies tales que permitan la recuperación en base a

fuentes adyacentes de propágulos vegetales o individuos animales y b) mantener elementos funcionales claves cuya pérdida podría causar desequilibrios (efecto cascada) superiores a la biomasa que implica su propia pérdida (Perry, 2008). (En la Caja 1 se da un ejemplo de elementos clave en un ecosistema, que fueron seleccionados en talleres de expertos analizando la cadena trófica y los principales procesos ecosistémicos (Aysen y col 1999, Rusch y col 1999). La selección de tamaños adecuados de las áreas con manejos de diferente intensidad, se complementa con las rotaciones de las áreas bajo uso, de manera de contar con áreas con diferente estado de disturbio y por ende, con diferente capacidad de actuar como hábitat para las especies. Se mantienen así, en el sistema, los ensambles de especies necesarias para repoblar las áreas que deseen recuperarse.

Caja 1 Ejemplo de proceso de selección de elementos clave de un ecosistema forestal

En 1999, se inició la confección de una estrategia de conservación, para los bosques andino patagónicos con un caso de estudio para los bosques mixtos de *Nothofagus* (de roble pellín, raulí y coihue). Se pensó que, en un manejo forestal, era importante mantener en el sistema algunos elementos que, si desaparecían, el sistema podría no permanecer en equilibrio. Así fue como se revisó la bibliografía para reconstruir la cadena trófica y se analizaron los principales procesos (polinización, dispersión, descomposición, etc.) (Rusch y col 1999). En la base de la cadena trófica, la fotosíntesis, dominada por las especies arbóreas, cuyo principal cuello de botella en estos casos es la **regeneración** de las mismas. (se seleccionó ese elemento como clave para mantener y monitorear). Los principales herbívoros en estos sistemas son los insectos. Se pensó, entonces, ¿que regula estas poblaciones? Las aves... Seleccionamos así, como otros elementos clave, a dos importantes aves de suelo (chucao y huet huet), dos de follaje (fio fio y rayadito), y una de tronco (carpintero magallánico). Posteriormente evaluamos el resto de la cadena trófica y pensamos que, a diferencia de lo que en otros sistemas típicamente se usa como elemento "clave" (carnívoros, especies en el extremo superior de la cadena), en nuestros casos la regulación de las poblaciones de fauna analizadas

era fundamentalmente ambientales o relativas a la vegetación, por lo que no incluimos lechuzas ni otros predadores.

Analizando la estructura de la cadena trófica y las redundancias (o la falta de ellas), se detectó que el picaflor cabeza granate, era el único polinizador de las siete especies de plantas tubiflorales rojas, por lo que también se seleccionó como clave. Por último, analizando otros procesos, se subrayó la importancia del abejorro *Bombus dalbohomi* en la polinización, y la permanencia de hongos descomponedores de la madera. Los troncos caídos (habita de nidificación de *Bombus* y para mantener microorganismos descomponedores, también se seleccionó como elemento clave (Aizen y col 1999).

Posteriormente, se analizaron las características de hábitat y las condiciones que estos elementos clave requerían (a excepción de elementos muy claros como los troncos caídos que se pueden evaluar muy fácilmente en forma directa). De esa manera, se formularon pautas de manejo e indicadores que expresaban la permanencia de estos elementos del hábitat y las estructuras de paisaje necesarias. Algunos elementos tienen requerimientos muy precisos (como el carpintero, otras son especies generalistas, como el fio fio, de modo que no en todos los casos fue necesario restringir el manejo con pautas precisas.

En el caso del carpintero no sólo se trabajaron con los requerimientos para su nidificación, alimentación y refugio a nivel de sitio, sino que se empleó bibliografía para establecer distancias de vuelo y su home range, definiendo así también los requerimientos de la estructura del paisaje (Sarasola y col 1999).

Caja 2. Protocolo: Estrategias de conservación de la biodiversidad en bosques plantados de Salicáceas del Bajo Delta del Paraná (Fracassi et al. 2013)

El Delta del Paraná es uno de los mosaicos de humedales más importantes del país, y para esta ecorregión la baja representatividad de áreas protegidas, así como la falta de implementación efectiva o de confección de planes de manejo ambientales específicos para los paisajes naturales, obliga a la biodiversidad en general y a muchas especies emblemáticas, amenazadas y/o claves a transitar o utilizar paisajes y ambientes con diferente grado de modificación, que incluyen las plantaciones de Salicáceas en sus diferentes modalidades (paisajes productivos).

Trabajar con los actores clave del territorio forestal en el Bajo Delta del Paraná para mejorar la calidad de las plantaciones como hábitat para la biodiversidad resultaba de vital importancia tanto para la conservación, como para el mantenimiento de las funciones ecosistémicas asociadas y la sustentabilidad de la producción de salicáceas. Para abordar la problemática de la conservación de la biodiversidad en paisajes forestales, a partir de 2009 se trabajó en tres pasos. 1) En el marco del convenio INTA-AFOA se realizaron una serie de jornadas de capacitación y difusión a productores forestales y otros actores clave del territorio sobre conceptos básicos para una producción forestal sostenible en humedales; 2) Se conformó desde la EEA Delta (INTA) un grupo de trabajo multisectorial e interdisciplinario del que participaron diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales, investigadores, técnicos y productores cuyo objetivo fue la creación de estrategias de conservación en plantaciones forestales de salicáceas. Para ello se tomaron los conocimientos científicos, técnicos y locales, así como los criterios e indicadores existentes sobre certificación forestal, tanto de la Certificación Forestal Argentina (CerFoAR), como sistemas de certificación internacional (ej Forest Stewardship Council -FSC-); 3) Se trabajó junto al CerFoAr y OPDS para determinar cómo y cuáles de las estrategias cumplían con: 1- los criterios e indicadores de biodiversidad del CerFoAr; 2- compatibilidad con los objetivos de la Ley de Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Buenos Aires. En este último caso se identificaron aquellas estrategias que podrían aplicar para obtener financiamiento por parte de la Ley Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos de la Provincia de Buenos Aires a través de los Planes de Conservación, Planes de Manejo, o de los Proyectos de Formulación de estos planes cuyos resultados definirían las medidas de conservación o manejo posibles de esas áreas. El Protocolo creado generado de dicho proceso en 2013 contiene las 22 estrategias desarrolladas interdisciplinaria y interinstitucionalmente divididas en Generales y Específicas, y mediante un cladograma se recomiendan estrategias a aplicar acordes al tipo al sistema forestal (Forestal o Silvopastoril) y el tipo de productor (pequeño, mediano o grande). Cada estrategia contiene indicadores para el monitoreo de la implementación y la evaluación del éxito de cada estrategia. Ej. Estrategia General "Efectivización de la Prohibición de Caza". Indicadores; a) Evidencia de que el productor forestal se compromete, conoce y aplica las leyes. b) Evidencia de indicaciones que muestren la protección de la fauna dentro del establecimiento como por ejemplo, cartelera. c) Existencia de medidas de difusión a los empleados y hacia la

comunidad local sobre la importancia del cumplimiento de la prohibición de cacería. d) Evidencia de denuncias realizadas, acuerdos con vecinos, demostración de vigilancia u otras acciones realizadas.

Con este ejemplo de estrategia general, se puede visualizar como lo que se busca, es el mantenimiento de la totalidad del ensamble de especies presentes, naturales de los ecosistemas, y sus funciones asociadas, integrando escalas espaciales y temporales.

2b-Indicadores de resultado

¿Especies indicadoras?

Los indicadores de resultado dependerán obviamente del objetivo propuesto, sea este mantener el ensamble natural de especies, promover o mantener elementos necesarios para la provisión de algún o algunos servicios ecosistémicos en particular, mantener poblaciones dentro de un rango de densidad, mantener la variabilidad de genética de una especie individual, entre otras. En los casos en los que se busca sostener la biodiversidad con un fin específico, el indicador final podría ser dicho fin (por ejemplo, la productividad). Desde el punto de vista técnico, sin embargo, es importante mantener la evaluación de ambas variables (el resultado en sí mismo y la base de la diversidad que lo sostiene), debido a que los factores determinantes del resultado suelen ser múltiples).

La evaluación de la conservación de la totalidad de paisajes, especies y genotipos es extremadamente compleja y costosa, de modo a que se tiende a buscar algún parámetro, especie o grupo de especies fuertemente asociado a todo el ensamble y que sea “Indicadora” de la presencia del resto. Esto no es sencillo por diversas causas: a) se han usado especies focales, como indicadoras, valiosas para el ecosistema o para el hombre pero que no siempre reflejan la presencia de otros elementos de valor y b) el término “especie indicadora” tiene otra acepción, refiriéndose a especies que indican, en general, calidad del ambiente y c) como veremos cada especie tiene requerimientos diferentes y por ende es complejo encontrar otra que la represente.

a) *Especies focales*

Diversas especies son objeto de análisis en particular por su valor para la sociedad o por la función que cumplen, pero no necesariamente están ligada a la presencia de otras, como por ejemplo las especies bandera, o las especies amenazadas. Otras poseen algún tipo de relación más estrecha con el resto de la biota, como son las especies clave o las especies paraguas.

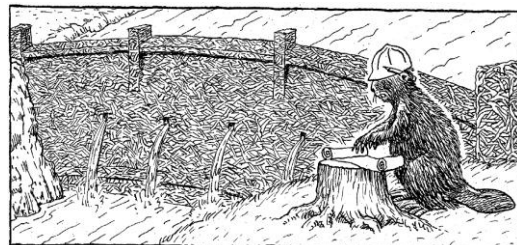
Las especies bandera son criaturas carismáticas, tienen una amplia popularidad y atraen la atención. Usualmente están en el centro de las relaciones público-políticas y son foco de campañas educativas.

Las especies amenazadas fueron descriptas en apartados anteriores.

Las especies clave son de alto valor funcional para la integridad de los ecosistemas; su pérdida produce un efecto cascada con cambios en biomasa que superan ampliamente la pérdida de la misma. En la Caja 1 se habían presentado ejemplos. Enriquecen, a través de sus actividades, las funciones ecosistémicas en una forma única y significativa. Sus efectos son desproporcionados en relación a sus abundancias y su remoción inicia cambios estructurales en los ecosistemas y pérdida de biodiversidad. En muchos casos, son constructores de estructuras que impactan sobre el resto de la biota (hacedores de huecos en árboles, constructores de represas, entre otras).

Las especies paraguas tienen como característica requerir áreas que permiten la presencia de numerosas especies. Generalmente cubren grandes áreas durante sus movimientos diarios o estacionales. Protegiendo suficiente hábitat para asegurar poblaciones viables de estas especies se benefician muchas otras de distribución más restringida. En general se proponen grandes carnívoros (rango amplio y generalistas) y también grandes herbívoros y rapaces. Sin embargo, no siempre la calidad de hábitat necesario para estas especies, coinciden con los requerimientos de otras.

a



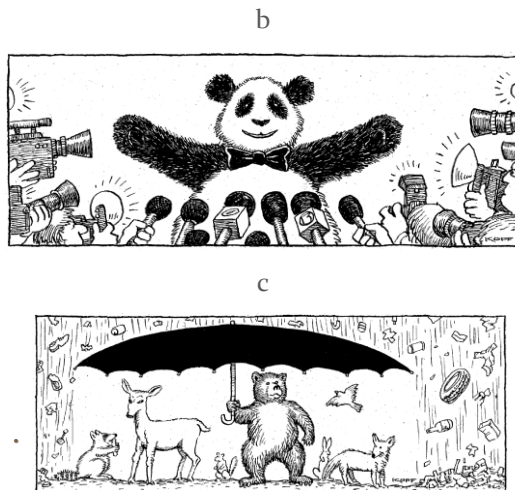


Figura 13. Especies clave (a), bandera (b) y paraguas (c).

b) Especies indicadoras de calidad ambiental

Son especies sensibles a los cambios ecológicos, útiles para monitorear calidad de hábitat por lo que son muy empleados en áreas de conservación. Ejemplos de ellas son las líquenes en la corteza de árboles, o algas que proliferan en aguas contaminadas. Están especialmente ligadas a ciertos elementos biológicos, calidades o procesos **específicos**. En general, proveen un alerta temprana y actúan por subrogado de la calidad del ambiente que habitan. Que especie deba ser considerada dependerá del objetivo.



Figura 14- Especie indicadora de calidad ambiental

Pueden ser indicadoras de cambios en **la calidad ambiental** (ej: para determinar la presencia de contaminantes o el efecto de otras perturbaciones provocadas por el ser humano). Se emplean comúnmente líquenes, invertebrados, peces o aves

También pueden ser especies indicadoras **poblacionales**. Estas permiten estimar las variaciones poblacionales de otras especies con las que coexiste. Es el caso de la relación depredador-presa.

En las Cajas 2 y 3 se presentan ejemplos de especies de fauna y flora indicadoras de calidad ambiental empleadas por el proceso de “La Alianza del Pastizal”, para pastizales del cono sur latinoamericano.

Caja 2- Especies de fauna indicadoras de calidad ambiental de pastizales (Alianza del Pastizal, Parera y col. 2014)

La **Ratona aperdizada** (*Cistothorus platensis*) es un ejemplo de especie indicadora de la calidad del pastizal ya que esta especie no estará presente en un sitio que no sea un pastizal de largos tallos. Sobre las varas de las gramíneas cantará y se hará notable, marcando su territorio. Pero si el campo sufre la sobrecarga de ganado, es quemado, rozado o sustituido por un cultivo, la **especie indicadora** desaparecerá. Su insistente canto es un aviso del ambiente donde existen suficientes pastizales altos, con especies vegetales que alcanzan a florecer y producir semillas, expresión de suficiente descanso y estructura diversificada del pastizal, y como probablemente consecuencia de lo anterior, presencia de especies normalmente escasas. La **Loica pampeana** (*Sturnella defilippii*) tiene preferencia de pastizales cortos, pero localizados en espacios en buen estado general de conservación.

Las **Cachirlas** (*Anthus* sp.) son también notables representantes de los pastizales, cortos y raleados. Son muy fáciles de detectar, incluso a la distancia debido a su curiosa conducta de ascender en vuelo escalonado y casi vertical, para luego lanzarse en picada propinando un trino característico de cada especie. La aparición de **Tordos Amarillos, Monjitas Dominicanas y el Yetapá de Collar** (*Alectrurus risora*), todos muy notables y conspicuos en el campo, pueden ser también señales bien recibidas: especies amenazadas e infrecuentes, muy sensibles a las condiciones de deterioro en el entorno. Su presencia estable, incluso en conjunto en ciertos lugares, habla de sitios especialmente valiosos para la conservación y sugieren que serían hábitat de muchas otras especies valiosas de la fauna y flora.

El **Venado de las Pampas** (*Ozotoceros bezoarticus*) es el único ciervo de la región que es habitante exclusivo de pastizales naturales. Es tan fiel a los mismos que, ante el retroceso de este ecosistema, se encuentra casi extinto en la actualidad, con muy pocas excepciones en el Uruguay (dos sitios conocidos) y la Argentina (cuatro sitios conocidos). Se trata de una especie tan sensible a la modificación del ambiente específico de los pastizales naturales y su intensificación de uso, que, donde están presentes los venados es porque aún existen importantes extensiones de ambientes de pastizales naturales bien conservados. La especie funciona como un indicador confiable de conservación en pastizales naturales y si bien es cierto que resulta relativamente fácil de detectar, no es una especie que retornará sencillamente a sitios donde ocurran procesos de recuperación. No están en condiciones de atravesar zonas alteradas para alcanzar otras en buen estado. Su poder como especie indicadora se ve entonces limitado a sectores específicos.

Por ello, muchas aves se convierten en indicadores más sensibles, en especial por su mayor poder de dispersión y más fácil detección. La aparición de especies como el **Tordo Amarillo, la Monjita Dominicana, la Ratona aperdizada**, algunas de las especies sensibles y amenazadas de **Capuchinos** (*Sporophila*), **los Yetapás** de Collar y Chico (este último en Paraguay), en sitios donde no eran observados será una señal indicadora de progresos en la conservación. Su desaparición, podría indicar lo contrario.

Caja 3. Especies de flora indicadoras de calidad ambiental de pastizales (Alianza del Pastizal, Parera y col. 2014)

Estudios desarrollados permitieron establecer la relación entre 12 especies vegetales y las características del sitio o manejo en el que se desarrollan. *Eryngium nudicaule* es indicadora de campo degradado y sobrepastoreo crónico; *Setaria geniculata* de campo degradado o pastizales «desnaturalizados»; *Bromus auleticus*, de buen estado de conservación; *Poa lanigera*, de campo húmedo y bien manejado; *Stipa setigera*, de campo bien manejado con potencial en invierno; *Paspalum plicatulum*, de pastoreo con descansos; *Paspalum urvillei*, de pastoreo con descansos; en suelos húmedos; *Paspalum*

dilatatum, de pastoreo mejorado y Fertilidad; *Bothriochloa laguroides*, de campo drenado y suelos secos; *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*, de pastoreo continuo

c) Especies indicadoras de biodiversidad

Dada la complejidad de todos los aspectos de la biodiversidad, no hay duda que la biodiversidad en el sentido amplio planteado en la Convención de Río, no puede ser medida como tal, a la vez que se acepta que no puede ser imaginado el empleo de un solo indicador (e.g., Büchs, 2003abc).

Las especies indicadoras presentan los supuestos de que -su riqueza o abundancia está relacionada con la presencia de un gran número de especies de otros taxones conocidos y 2-la riqueza de especies y la diversidad de hábitat están relacionadas con el estado de degradación. En realidad, una relación lineal entre una especie y degradación, se opone a la hipótesis del disturbio intermedio).

Los patrones de distribución de las especies indicadoras de biodiversidad se caracterizan por tener una amplia distribución, ser hábitat-especialistas, estar bien documentadas y ser fáciles de estudiar. (ej: aves, mariposas, coleópteros y plantas). Existen pocas evidencias y estudios que demuestren que la presencia de una especie o taxón esté relacionada con la presencia de un gran número de especies de otros taxones.

En algunos casos se ha determinado que este supuesto no se cumple, y si se cumple depende en gran medida de la escala en la que se trabaja). Pueden ser proxies, a validar. Es necesario saber qué significado tiene presencia de las especies indicadoras (o sea, que indiquen algo). Se considera que no es una herramienta inadecuada sino insuficiente. En la Caja 4 se presentan los principales resultados de la búsqueda de especies indicadoras desarrolladas por Billeter y un equipo de trabajo siete países de Europa (Billeter et al 2008).

Caja 4- Ejemplo de búsqueda de especies indicadoras (Billeter et al. 2008)

En muchos paisajes agrícolas europeos, la riqueza de las especies está disminuyendo considerablemente. Los estudios realizados a una escala espacial muy grande son útiles para comprender las razones de esta disminución y como base para orientar la política. En un estudio único a gran escala de 25 paisajes agrícolas en siete países europeos, se investigaron las relaciones entre la riqueza de especies en varios taxones y los vínculos entre la biodiversidad y la estructura y el manejo del paisaje. Se estimó la riqueza total de especies de plantas vasculares, aves y cinco grupos de artrópodos en cada paisaje de 16 km², y se registraron varias medidas tanto de la estructura del paisaje como de la intensidad del uso de la tierra agrícola. Los autores estudiaron correlaciones entre grupos taxonómicos y los efectos de parámetros de paisaje y uso de la tierra sobre el número de especies en diferentes grupos taxonómicos, teniendo en cuenta la variación regional en la riqueza de especies no relacionadas con el paisaje o los factores de uso de la tierra.

Los resultados revelan fuertes tendencias geográficas en la riqueza de especies en todos los grupos taxonómicos. ***Ningún grupo de especies único surgió como un buen predictor de todos los demás grupos de especies.*** La riqueza de especies de todos los grupos aumentó con el área de hábitats seminaturales en el paisaje y la riqueza de especies de aves y plantas vasculares se asoció negativamente con el uso de fertilizantes.

Los autores concluyen que es poco probable que los taxones indicadores proporcionen un medio eficaz para predecir la biodiversidad a gran escala espacial, especialmente donde hay grandes variaciones biogeográficas en la riqueza de especies. Sin embargo, hallaron que es posible una pequeña lista de parámetros de paisaje y uso de la tierra en paisajes agrícolas para inferir patrones de riqueza de especies a gran escala. Sus resultados sugieren que para detener la pérdida de biodiversidad en dichos paisajes, es importante preservar y, si es posible, aumentar el área de hábitat seminatural.

- ✦ iii) proporcionan una respuesta continua y poco variable sobre el impacto y
- ✦ iv) son efectivas, eficientes y fáciles de medir (principalmente aplicables en un lapso de tiempo corto y de bajo costo).

Browder et al. (2002) sugieren que las aves son especies indicadoras ideales y son preferibles a los insectos o plantas debido a su fácil detección, su sensibilidad a cambios ambientales y a su extensa presencia en el ambiente

Son de utilidad si:

- ✦ i) proporcionan respuestas tempranas sobre la presencia de un problema,
- ✦ ii) señalan la causa del problema,

3-ESCALAS. COMBINANDO INDICADORES EN PROCESOS:

Para evaluaciones de la biodiversidad, tanto globales, como nacionales o a escala de predio, se suelen emplear en forma combinada, indicadores tempranos, de acciones y estados, con indicadores de resultados, registrando la biodiversidad. En muchos casos se usan proxies, o grupos indicadores, etc. Y es aquí donde la investigación puede colaborar estableciendo estas relaciones.

Caja 5- Indicadores del criterio de conservación de la biodiversidad del Proceso de Montreal

1.1 Diversidad de ecosistemas

Indicador 1.1.a Área y porcentaje de bosque por tipo de ecosistema boscoso, estado sucesional, clase de edad y tenencia y propiedad

Indicador 1.1.b Área y porcentaje de bosque en áreas protegidas por tipo de ecosistema boscoso, clase de edad y estado sucesional

Indicador 1.1.c Fragmentación de los bosques

1.2 Diversidad de especies

Indicador 1.2.a Área y porcentaje de bosque por tipo de ecosistema boscoso, estado sucesional, clase de edad y tenencia y propiedad

Indicador 1.2.b Área y porcentaje de bosque en áreas protegidas por tipo de ecosistema boscoso, clase de edad y estado sucesional

Indicador 1.1.c Fragmentación de los bosques

1.3 Diversidad genética

Indicador 1.3.a Número y distribución geográfica de especies asociadas al bosque en riesgo de perder su variabilidad genética y ecotipos adaptados localmente

Indicador 1.3.b Niveles poblacionales de especies asociadas al bosque representativas seleccionadas para describir la diversidad genética

técnicas en forma conjunta. Para el tema Bosques, existen procesos que, evalúan la sostenibilidad de sus sistemas naturales, sociales y productivos mediante el sistema de Principios, Criterios e Indicadores. Entre otros se destacan el proceso de Helsinki (que reúne a países europeos); el de Tarapoto (para bosques tropicales) y el de Montreal (con países que poseen bosques templados fuera de Europa), en el que participa Argentina.

Los Principios que guían el Proceso de Montreal son los desarrollados en la Agenda 21 para bosques. Los Criterios que evalúa (ambientales, sociales, económicos, productivos, legales institucionales) son siete. Uno de ellos, es el criterio de Biodiversidad. Los indicadores se refieren a la biodiversidad de ecosistemas, de especies y genética. En la Caja 5 se presentan los indicadores con los que, cada 5 años, se da seguimiento a la evolución de estos sistemas. En el Anexo 1, se incluye el texto completo original, incluyendo la racionalidad del criterio y de los Indicadores, así como aproximaciones para su medición. (Proceso de Montreal 2009).

Prediales

Estos indicadores son comúnmente empleados para la certificación. Los desarrollados con mayor coherencia, presentan indicadores relacionados a como es la inclusión de los temas en el plan de manejo (permiten una evaluación de la propuesta), como es que la implementación de las propuestas de cada tema se plasma y observa en el terreno o en la gestión (permite un seguimiento o fiscalización de la propuesta), e indicadores que permitan medir los resultados esperados (permiten monitorear la propuesta y realizar cambios si fuera necesario).

Globales (evaluación y seguimiento)

Ejemplo: Proceso de Montreal

Existen numerosos procesos de evaluación y seguimiento de la biodiversidad que reúne a países que colaboran sentando las bases

Ejemplos

En uso forestal

El FSC (Forest Stewardship Council) es un sello de manejo sustentable de bosques, que

presenta una serie de principios, criterios e indicadores que permiten evaluar la gestión de los bosques. Los principios son operativos (por ejemplo, uno de ellos es el “Cumplimiento de las leyes”, otro la existencia de una “Evaluación de impacto ambiental”). En Argentina, se desarrolló una propuesta para la certificación a nivel nacional de manejo de plantaciones forestales, que, no solo aborda estas tres escalas de trabajo, sino que, en temas de biodiversidad, formula una red con una estructura lógica y jerárquica, que permite establecer indicadores en base a una estrategia de conservación. En la Caja 6 se presentan los criterios relacionados con la biodiversidad

Caja6-. Criterios del esquema de certificación de CerFoAr (Certificación forestal argentina) para la planificación, el manejo y el monitoreo de plantaciones forestales. (Principio 4: Conservación de la Biodiversidad, Principio 7: Monitoreo y control). (Los indicadores se presentan en el Anexo 2)

- Criterio 4.1: El manejo forestal se planifica y ejecuta para mantener los **valores de la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema** presentes en la unidad de manejo y para no reducir la superficie de bosques nativos de valor para la conservación o de otro tipo de **vegetación de valor para la conservación**.
- Criterio 4.2: En la *planificación* del manejo forestal, los **hábitats singulares y los sitios** prioritarios para la conservación son identificados.
- Criterio 4.3: Los **hábitats singulares y los sitios prioritarios** de conservación, cuentan con *prescripciones específicas* incluidas en el plan de manejo basadas en el principio de precautoriedad que aseguran el mantenimiento o incremento de sus valores.
- Criterio 4.4: Las **especies raras, vulnerables, amenazadas, en peligro y en peligro crítico de conservación y sus hábitats**, poseen prescripciones

específicas incluidas en el *plan de manejo*, que aseguran su conservación.

- Criterio 4.5: Las *operaciones forestales* son realizadas de manera tal que los impactos negativos sobre la biodiversidad y el paisaje aledaño son minimizados
- Criterio 4.6: Los *trabajadores forestales* son conscientes de la importancia de la biodiversidad y han sido entrenados de modo tal que las acciones que desarrollan no dañan la perjudican de las áreas y conocen la ubicación de las mismas en la unidad de manejo.
- Criterio 7.1: Se diseña, implementa y documenta el monitoreo
- Criterio 7.2 Se incorpora los resultados de las evaluaciones para producir una mejora continua de las operaciones

En ganadería extensiva

Existen estudios que buscan indicadores para evaluar el efecto de las prácticas ganaderas en la biodiversidad en Europa (ej Büchs et al. 2003) que se basan en el conocimiento existente de las reacciones de las poblaciones y comunidades de especies al estrés ambiental, y que dan información sobre la aptitud fisiológica de las poblaciones de especies que son miembros relevantes de la agro ecosistema, tanto desde el punto de vista cualitativo (elementos raros o con status de amenazadas) como funcional (enemigos naturales, parasitoides, descomponedores, relacionados al sistema productivo).

En la Argentina, uno de los procesos más importantes relacionados con la conservación de la biodiversidad en ambientes con ganadería fue el fruto del trabajo de la “Alianza del Pastizal”. Esta iniciativa para la conservación de pastizales naturales del Cono Sur Latinoamericano, se inició por la preocupación BirdLife International, de la degradación y los riesgos que sufrían las AICAS (Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves).

El proceso reunió a especialistas en conservación y en producción agropecuaria de las principales instituciones, y productores ganaderos. Proponen el empleo de un índice para identificar y calificar a quienes son los actores de la provisión de una serie de *servicios ecosistémicos* sustentados en los pastizales naturales. O sea, a aquellos productores que, además de producir, sus tierras y aportar a la economía regional, lo están haciendo en forma «sustentable» y conservando pastizales naturales. Brinda recomendaciones de manejo para mejorar el desempeño del establecimiento.

Subrayan que las aves silvestres son relativamente fáciles de observar en el campo, siendo más visibles que reptiles, anfibios o mamíferos. Y que muchos productores rurales son capaces de identificar especies y conocen sus hábitos. Aquellas especies de aves más sensibles a los cambios en el ambiente son sugeridas como indicadoras, con su presencia, del estado de conservación de los pastizales naturales. Esta condición se maximiza en aves residentes, aquellas que uno esperaría que *siempre estén*, y en especial aquellas más conspicuas o fáciles de detectar, ya sea por el canto, sus colores conspicuos o un tipo de conducta evidente, como un tipo característico de vuelo.

En las Cajas 7 y 8 se presentan especies de fauna y flora indicadoras de calidad ambiental y manejo. Ellos consideran estrategias como los refugios dinámicos (áreas que presentan alta calidad ambiental pero que van rotando en el espacio por otras de similar calidad ya que son usadas en determinados momentos, en los que se reduce su calidad de hábitat, pero permiten la permanencia por un tiempo de la fauna, que podrá contar con dichos hábitats en otros potreros cuando éstos son usados. Otra estrategia es la de la definición y cuidado de “Áreas de valor ecológico especial”

El Índice de Contribución a la Conservación de los Pastizales Naturales del Cono Sur (en forma abreviada *Índice de Conservación de Pastizales Naturales, IPC*)– mide el aporte que un productor rural hace a la conservación de los pastizales naturales en esta región del Cono Sur de

Sudamérica tomando en cuenta las características de su establecimiento rural.

Ciertos aportes pueden ser determinados por su conducta o actitud, aunque otros aspectos escapan a la esfera de sus decisiones (por ejemplo, el «porcentaje de pastizal natural» presente en su campo puede ser bajo porque su propiedad se encuentra en una zona donde prevalecen otro tipo de ambientes naturales). Presenta tres componentes valorados: 1. **Sistema Pastizal**: Revisa la condición o *calidad* de los pastizales naturales; 2. **Sistema Predial**: Considera composición del resto del campo, la fracción que no corresponde a pastizales naturales y 3. **Sistema Externo**: Evalúa la posible ubicación del establecimiento de acuerdo a su participación en Áreas de Valor Ecológico Especial o en zonas de alta transformación. En la Caja 7 se presenta la fórmula empleada para la construcción del Índice

Caja 7 Construcción del IPC (Índice de Conservación del Pastizal, Parera y col 2014⁴)

$$IPC = PPN \times (\text{Sistema Pastizal}) \times (\text{Sistema Predial}) + (\text{Sistema Externo})$$

$$IPC = PPN * ICV * (CEF - CEEEx - HE) * (ADPN - AD) + AVEE + ATP$$

PPN: Porcentaje de Pastizal Natural⁵, variable crítica del índice

Sistema de Pastizal

⁴ En la publicación se precisan los detalles de la forma de medición, los valores que puede tomar cada indicador, su significado y la manera de incluirlo en la fórmula.

⁵ se define pastizal natural como “sólo aquellos que están allí donde la naturaleza indica que debe haber un ecosistema del tipo correspondiente a «pastizal» y donde su composición de especies vegetales corresponde aproximadamente al elenco de las especies nativas”. No deben haber tenido desmonte en los últimos 40 años, no tener una cobertura de árboles >30%, tener <70% de cobertura de arbustos y estar dominado por gramíneas nativas.

ICV: Índice de Cobertura Vegetal;
CEF: Cobertura de Especies forrajeras
CEE: Cobertura de Especies Exóticas
HE: Heterogeneidad Estructural

Sistema Predial:

ADPN- Ambientes Diferentes de Pastizal Natural

AD Factor de Agro-diversidad

Sistema Externo

AVEE: Pertenencia a algún Área de Valor Ecológico Especial (incluye Áreas Naturales Protegidas; Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS); Áreas Valiosas del Pastizal (AVP); Humedales de Importancia Internacional (Sitios Ramsar); Áreas del Patrimonio Natural de la Humanidad (Unesco); Reservas de la Biosfera (Unesco); Áreas de conservación prioritarias

ATN Condición de Área, Transformación de la Naturaleza en su entorno. (pastizales en áreas sin transformación no reciben puntaje por este factor, pastizales en áreas extremadamente transformadas reciben un puntaje bajo, el mayor valor corresponde a áreas con transformación media/alta)

Independientemente de estos desarrollos de especies e indicadores e índice de conservación del pastizal, el sistema actual de certificación incluye algunos de estos aspectos o condiciones diferentes, que se presentan en la Caja 8.

Caja 8. Indicadores relativos a la biodiversidad empleados para la certificación de campos con el sello “Carnes de Pastizal”, derivado del proceso de la Alianza del Pastizal

- 1) Alimentación del ganado en base a pasto
- 2) Al menos 50% del predio con pastizal natural

Y adicionalmente:

- 3) Integrar un AVP, un AICA o un área Protegida Oficial.
- 4) Al menos una parte de la propiedad como Área Protegida Privada.
- 5) Personal consiente con apego al manejo conservacionista de la propiedad.
- 6) Caza prohibida o actividad cinegética controlada con aplicación conservacionista.
- 7) Manejo adecuado de perros en la propiedad.
- 8) Actitud conservacionista visible, liderazgo e influencia sobre los productores de la zona
- 9) Otras certificaciones de calidad operando en la propiedad
- 10) Desempeño exitoso de otras actividades que contribuyen a la valorización de los pastizales (turismo rural, turismo de la naturaleza, eco-turismo, observación de aves,
- 11) Manejo consiente y efectivo de la heterogeneidad de paisaje (con pastizales de distintas alturas, en distintos momentos y lugares).
- 12) Manejo consiente del recuso “pasturas naturales” y adecuada complementación con otros recursos de la propiedad (aporte de forraje producido en el propio establecimiento, manejo silvopastoril en áreas forestadas, manejo de aguadas, diferimiento de pasturas).

Otros indicadores que aportan puntaje son:

- 1) Presencia confirmada de especies de valor especial
- 2) Abundancia de especies comunes de pastizal

En sistemas de ganadería en Bosque



La iniciativa MBGI (Manejo de Bosque con Ganadería Integrada) permite aunar intereses productivos y ambientales, siendo un convenio firmado por las respectivas Secretarías del estado nacional de Argentina. Propone indicadores para el monitoreo de la sustentabilidad, de entre los cuales, la biodiversidad es uno de los aspectos ambientales considerados. Dado que presenta aun un desarrollo incipiente, no presenta aún las condiciones necesarias para un sistema de monitoreo que aporte al manejo. O sea, no presenta umbrales de aceptación de las variables que permitan decidir si el estado del sitio es aceptable o si por el contrario se necesita re-direccionar el manejo.

Cabe aclarar muchos de los sistemas de indicadores, carecen de estos marcos necesarios para el ajuste del manejo en dirección a la sustentabilidad del sitio y de la región. En la Caja 9 se presentan los indicadores seleccionados para la región del Bosque Chaqueño. Ciertos indicadores emplean como base de comparación, las comunidades vegetales de los estados de referencia de los sitios ecológicos (sensu Bestelmeyer et al 2010) donde se hallan los sistemas evaluados.

Caja9. Indicadores relacionados a la Biodiversidad de la Iniciativa MBGI (Carranza y col, 2019)

Indicador	Variables relevadas	Verificadores
Estructura de la vegetación (ocupación del espacio por los distintos estratos) / índices de diversidad	Especies dominantes por estrato / suelo desnudos y alturas de especies dominantes por estrato	. Índice de heterogeneidad espacial horizontal. . Índice de heterogeneidad espacial vertical . Diversidad alfa, beta, y gamma de las comunidades a nivel intrapredial . Diversidad beta de la comunidad del predio con

		respecto a la comunidad de referencia
Biodiversidad (funcional del ecosistema)	Frecuencia de cavidades en árboles, frecuencia de cavidades en el suelo, otras señales de presencia de fauna	Densidad de micrositios relacionados a especies claves de fauna
Número de especies, especies raras, especies endémicas, especies de baja frecuencia	Registro de especies vegetales	. Riqueza específica

En agricultura

En tierras agrícolas, se han considerado diversos elementos útiles en la configuración del hábitat para favorecer la biodiversidad. La diversidad biológica muestra un correlato con la diversidad del paisaje. Eso no sólo es válido para los sistemas naturales, sino también con relación al hábitat que proveen los agrosistemas. Los elementos más valorados son: la diversidad de estructuras de la vegetación, la heterogeneidad espacial y temporal, el contexto del paisaje circundante, la presencia de parches de vegetación natural y los humedales. También elementos lineales como las banquinas y márgenes de arroyos, los bordes de cultivos, las barreras cortavientos y las terrazas de conservación de suelos (Gavier y col 2014).

Butler et al. (2009) desarrollaron un índice de sostenibilidad en base a diversos grupos taxonómicos para evaluar tanto la salud actual de la biodiversidad de las tierras agrícolas como los impactos de los cambios agrícolas futuros en relación con los

objetivos cuantitativos de biodiversidad.

En base al conocimiento de los hábitats de cada grupo, y las probabilidades de impactos ambientales, construyeron marcos de evaluación de riesgos para plantas herbáceas de hoja ancha, mariposas, abejorros y mamíferos. Estas agrupaciones se seleccionaron para demostrar la utilidad del este enfoque y se utilizaron como proxies de la respuesta al cambio agrícola de una biodiversidad más amplia; basándose en conocimientos previos.



Figura 15- Elementos de valor en áreas con actividades agropecuarias

Ej: Proyecto BioBio: Indicadores de Biodiversidad para granjas orgánicas y de bajos insumos de Europa

En Europa, se parte de la premisa de que el uso creciente de la tierra desde hace 1000 años fue fundamental para el desarrollo de un alto nivel de biodiversidad de especies (un paisaje biocultural), pero que las técnicas actuales de uso de la tierra son responsables de la pérdida de biodiversidad (Büchs et al 2003). La situación de partida, por ende, difiere de la de América, con usos agropecuarios relativamente más recientes.

El Proyecto BioBio se enfoca en indicadores que puedan dar cuenta de los cambios, de los efectos de la agricultura y la ganadería sobre la biodiversidad y los procesos en estos sistemas bioculturales. Incluye indicadores directos (biodiversidad) o indirectos (presiones, acciones, políticas, etc.). Considera tres componentes de la biodiversidad: el hábitat, las especies y la diversidad genética (Figura 16):

(i) La diversidad de hábitats en paisajes agrícolas, que consisten en campos de producción de uso intensivo (cultivos herbáceos, pastizales, huertos) y hábitats manejados en forma laxa (por ejemplo, pastizales seminaturales, elementos estructurantes como setos, franjas cubiertas de hierba, etc.);

(ii) La diversidad de especies de la vida silvestre que depende de los hábitats de las tierras agrícolas, incluidas las plantas con flores anuales (algunas conocidas como malezas) en los campos de cultivo; pastos y hierbas de pastizales seminaturales; pequeños vertebrados como pájaros y roedores; numerosos artrópodos, innumerables microorganismos, etc.;

(iii) La diversidad genética de cultivos y variedades de árboles frutales, especies de pastizales y razas de animales de granja.



Figura 16. Enfoques de la biodiversidad en el Proyecto Bio Bio en Europa

Esta iniciativa (Herzog et al. 2012), propone y valida indicadores capaces de detectar

relaciones cualitativas y cuantitativas entre diferentes sistemas productivos orgánicos y de bajos insumos y la diversidad biológica para Europa; con la función de simplificación, cuantificación, estandarización y comunicación sobre el efecto sobre la biodiversidad de este tipo de sistemas productivos (Dennis et al. 2009).

Los autores sugieren que estos indicadores cumplen con las diferentes metas de los indicadores de biodiversidad: conservación de la naturaleza (porque consideran especies); resiliencia ecológica (porque consideran recursos genéticos y otros componentes de la biodiversidad) y el SE de producción (porque considera aspectos económicos). Sin embargo, si bien inicialmente se consideraron en las listas de potenciales indicadores, aspectos como la presencia de especies raras, o valores especiales de la vida silvestre, finalmente, estos aspectos no quedan incluidos en la selección final de indicadores, como así tampoco el efecto sobre anfibios, aves o mamíferos silvestres. Las listas rojas de ambientes (Jansen et al. 2016) tampoco fueron consideradas. A su vez, gran parte de la biodiversidad considerada no es la natural de los ambientes, o sea, de utilidad para la conservación de elementos naturales, sino que es la asociada a la producción (ganado, especies cultivadas) y por ende mas relacionada a aspectos de equilibrio, resiliencia o sustentabilidad de los aspectos productivos.

Los indicadores finales seleccionados (Caja 10) se relacionan con el hábitat, las especies y la diversidad genética (de cultivos o ganado), así como con las operaciones de manejo de fincas que actúan sobre la biodiversidad de las tierras agrícolas.

Caja 10. Ejemplo de Indicadores del Proyecto BioBio.

Tipo de indicador	Indicador
Genética y diversidad	Número y cantidad de razas diferentes
	Número y cantidad de diferentes variedades
	Origen de los cultivos
Indicadores de diversidad de especies	Plantas vasculares
	Abejas y abejorros salvajes
	Arañas
	Lombrices
Indicadores de diversidad de hábitats	Riqueza de hábitats
	Diversidad de hábitats
	Tamaño medio de los parches
	Longitud de los elementos lineares
	Riqueza de cultivos
	Porcentaje de la granja con arbustos
	Hábitat de árboles
Indicadores de manejo del predio	Porcentaje de hábitats seminaturales
	Insumos energéticos totales directos e indirectos
	Intensificación/extensificación
	Area con uso de fertilizante nitrogenado
	Total de agregado de N
	Operaciones en el campo
	Uso de plaguicidas
Carga promedio	
Intensidad de pastoreo	

Otro ejemplo: Índice de Quinn

Quinn et al. (2012), construye un índice para evaluar la biodiversidad; cuya meta es la de alentar a los productores a **a restaurar y mantener un nivel de biodiversidad beneficiosa para la finca y el ecosistema local, y a su vez contribuir a los esfuerzos de conservación locales y regionales.** O sea, combina una propuesta que beneficie el sistema productivo, pero a su vez, que contribuya con objetivos extraprediales de conservación para el beneficio global. Las métricas a nivel de ecosistema incluyen la abundancia de elementos raros en el paisaje (ej: humedales, áreas riparias, bosques primarios, praderas), el porcentaje del predio con vegetación que no sea de cultivo y la riqueza de tipos de cobertura de tierras.

El índice de “Salud del Predio”, se basa en indicadores de Biodiversidad y de Servicios ecosistémicos. Los indicadores que emplean se presentan en la Caja 11.



En Argentina

En Argentina, existen diversas iniciativas que proponen Buenas Prácticas de Manejo agropecuario, pero que no siempre hacen hincapié en aspectos de la conservación de la biodiversidad. La “Red de Buenas Prácticas Agropecuarias” (BPA), por ejemplo promueven “que los productos agropecuarios no hagan daño a la salud humana y animal ni al medio ambiente” (agua y suelo); protegen la salud y la seguridad de los trabajadores y tienen en cuenta el buen uso y manejo de los insumos agropecuarios. Únicamente hace mención a la necesidad de “Relevar si se cuenta con un área protegida (parque nacional, reserva ecológica, etc.) en las cercanías del establecimiento para dimensionar el impacto de la actividad sobre las especies; Promocionar la implantación de zonas buffer o barreras vegetales”.

Existen iniciativas relacionadas a las buenas prácticas como el “Manual de Buenas Prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos” (Zacagnini y col 200), las de ArgenINTA con Singenta, las “Buenas prácticas de Manejo Agroecológico” de INTA; “Agricultura responsable” y la de “CREA”. sobre las cuales se podría trabajar en la formulación de indicadores.

Caja 11. Indicadores que integran el Índice de Quinn (Quinn et al. 2012) para evaluar la salud del predio.

Categoría	Métrica	
Diversidad de especies	Riqueza vegetal planificada	Puntaje de biodiversidad
	Riqueza de ganado	
	Especie de ave indicadora	
	Proporción de nativas/total	
Diversidad de ecosistemas	Riqueza de elementos del paisaje	Puntaje de biodiversidad
	Porcentaje sin cultivo	
	Porcentaje de elementos del paisaje raros	
Servicios de provisión	Rendimiento promedio	Puntaje de Servicios ecosistémicos
	Oportunidades de mercado	
Servicios de regulación	Porcentaje de líneas de flotación con buffers o protegidas	Puntaje de Servicios ecosistémicos
	Porcentaje de los campos de la chacra protegidos	
	Porcentaje de áreas con cobertura viva	
Servicios culturales	Satisfacción	Puntaje de Servicios ecosistémicos
	Tenencia	

4- FORMULACIÓN DE INDICADORES EN EL MARCO DE P. C & I

En líneas generales, un Indicador es un instrumento de medición que nos provee evidencia cuantitativa de un fenómeno que se desea conocer, monitorear y analizar, que pueda ser contrastado en diferentes momentos del tiempo.

En el sistema de jerarquías lógicas mencionado previamente denominado “Principios, Criterios e Indicadores” (P,C&I) de uso sustentable, un indicador es definido como “Un parámetro cuantitativo o cualitativo que puede ser evaluado en relación a un criterio. Describe de una manera objetivamente verificable y de manera no ambigua, características del ecosistema o del sistema social relacionado, o describe elementos de las políticas predominantes y condiciones de manejo y procesos conducidos por el hombre, indicativos del estado del sistema socio-ecológico.” (Lammerts van Bueren et al. 1997).

Para hacer una lista consistente y exhaustiva de indicadores, deben ser tenidos en cuenta varios aspectos. Nuevamente; es un requisito contar con una *formulación consistente en el nivel jerárquico superior para definir indicadores* relevantes. Esto fija la dirección y el aspecto que los indicadores deberán reflejar, En el caso de los P,C&I de manejo forestal sustentable, el criterio que conforma el nivel jerárquico superior es “La conservación de la Biodiversidad”.

Complementariedad con Normas y Verificadores

Un indicador puede derivar directamente de un criterio, pudiendo ser monitoreado como un “parámetro de resultado”. Estos indicadores, directamente conectados a un criterio, deben ser formulado de una manera tal que la evaluación no resulte ambigua. Esto quiere decir que deben ser evitados los indicadores que no requieren una evaluación objetiva. A su vez, deben ser evitados indicadores formulados como prescripciones con un final abierto, tales como “se minimiza el daño”. En lugar de esa

formulación, por ejemplo, se podría incluir un parámetro que especifique el nivel de daño actual.

A veces se confunde un indicador de resultado con un criterio. El criterio debe permitir un veredicto (ej: si se logra mantener la biodiversidad). Generalmente, el indicador no deriva un veredicto, sino que más bien describe, por ejemplo, el estado de la biodiversidad. El veredicto se obtendrá cuando este indicador se ligue con una “**Norma**”. Las normas indican valores de referencia, valores meta o umbrales, y acompañan a los indicadores para permitir su interpretación.

Una norma es un valor de referencia, se establece para servir como una regla, una base de comparación. A comparar la norma con el valor medido, el resultado demuestra el grado de cumplimiento de un criterio y la conformidad con el principio.

En la Caja 12 se presentan una serie de ejemplo de indicadores bien formulados (Lammerts von Bueren 1997).

Caja 12. Ejemplo de indicadores de manejo forestal sustentable bien formulados.

Balance entre extracción de madera y crecimiento del bosque
Cambio en el número y porcentaje de especies amenazadas
Área y porcentaje del bosque manejo con fines de conservación
Naturaleza y cantidad de beneficios derivados del bosque
Ancho de las zonas buffers en el borde de los arroyos
Número de personas empleadas
Número de visitantes –día atribuidos a la recreación y turismo, en relación a la población y superficie del bosque

Otro complemento de los indicadores son los **Verificadores**, que describen la manera en que los indicadores se miden en el campo. Se refiere a la fuente de información para medir el indicador. Clarifica como relevar la información y como se establecen los valores de referencia, los cuales son esenciales para el sustento del rol del

indicador, al poder comparar el resultado con la referencia. Indica donde y de qué forma, con qué métodos se obtiene la información. La fijación de Umbrales de aceptación, que marcan los límites de lo que se considera adecuado para el cumplimiento de los objetivos, ayuda a precisar en qué medida se avanza hacia la meta y esta se logra. En la Figura 17. Se grafica como se puede dar seguimiento al avance del indicador, desde el estado inicial, y considerando los umbrales de aceptación,

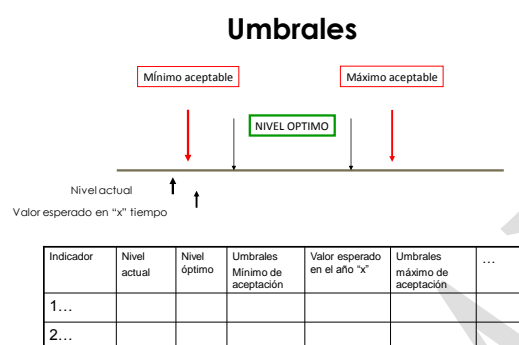


Figura 17- Esquema gráfico que permite visualizar el proceso de seguimiento de indicadores

Características

Un buen indicador debe tener diversas características, dentro de las cuales, las más relevantes son ser:

- ✚ Relevante y significativo: que permita generar información para poder enviar un mensaje claro para la toma de decisiones o generación de políticas
- ✚ Objetivo: independiente del modo de sentir o pensar
- ✚ Medible: debe poder registrarse con alguna metodología sin estar influenciado por intereses particulares
- ✚ Unívoco: El resultado debe permitir, junto a la norma, dar un veredicto sobre el criterio; en un único sentido, con un solo significado o interpretación.
- ✚ Relevante: que mida los aspectos importantes del criterio, o del logro esperado

- ✚ Sensible: debe mostrar las tendencias de cambio en forma temprana, en marcos temporales que permitan una acción mediante la toma de decisiones.
- ✚ Robustos: que los errores de medición no puedan modificar la interpretación
- ✚ Práctico y económico: que implique poco trabajo y bajo costo

Además, es positivo que sea

- ✚ Un número reducido de indicadores a medir
- ✚ Asequible para el modelado: que pueda contarse con las relaciones causa- efecto de modo de poder establecerse claramente la correlación entre presión, estado y respuesta, Esto permite los análisis de escenarios-
- ✚ Que sea escalable, o sea, que permita integrarse a otras escalas espaciales generando así indicadores para superficies mayores.
- ✚ Que permita, cuando sea posible, distinguir entre cambios antropogénicos de naturales

Proceso de construcción un indicador.

En forma resumida, podemos plantear 4 pasos generales en la construcción de los indicadores:

Paso 1: El primer paso es tener claro que es lo que se busca como resultado, como estructura o composición deseada, o (en caso de indicadores de utilidad para certificaciones), de las condiciones de manejo que determinan el logro de los resultados deseados, para lo cual, en muchos casos, se requiere investigación que permita precisar, asociar, o correlacionar el manejo o la estructura con los resultados esperados. Los indicadores deberán ser claros y precisos, lo mismo que los resultados esperados

Paso 2: Proponer indicadores considerando los factores relevantes, construyendo la "fórmula" (porcentajes, tasas de variación,

índices, etc.). Debe ser auto-explicativo, reflejando lo que se quiere medir, incluyendo el universo que abarca, el objeto o característica que se quiere medir y el sujeto en el que se realiza la medición.

Paso 3: Establecer la línea de base, la meta, los verificadores y la norma. La línea base se construye aplicando el indicador a la situación del inicio. Al igual que la meta pueden ser variables de stock o flujo

Paso: 4: Fijar la frecuencia de medición, los responsables de la misma, los recursos necesarios y la fuente de los mismos.

Para complementar, Sarandón y col (2014) proponen una serie más detallada de pasos en la construcción de los indicadores (Fig...18)

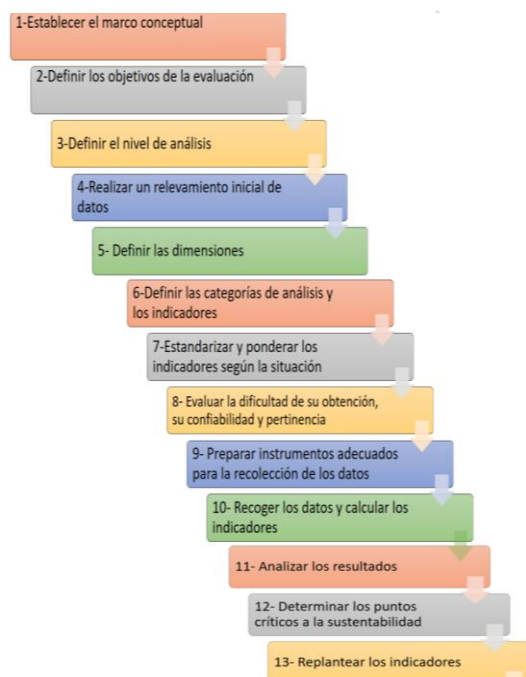


Figura 18: Pasos metodológicos según Sarandón y col (2014)

1. Establecer el marco conceptual.

e sustentable del ecosistema (agricultura, manejo forestal, ciudades) y requisitos para su logro. Es un paso esencial que, sumado a la coherencia interna del sistema, permitirá seleccionar los indicadores adecuados. Se refiere a los o ideas que define lo que es bueno o malo para la sustentabilidad. Es uno de los mayores problemas, no saber

qué se entiende por sustentabilidad, que es agricultura o manejo forestal sustentable, se debe aclarar que requisitos debe cumplir, porque diversos autores o disciplinas lo definen en forma diferente. Mientras más claros estén estos conceptos, más sencillo será obtener resultados y proponer las medidas de corrección adecuadas.

2. Definir los objetivos de la evaluación

Del mismo depende la metodología a emplear y las características de los indicadores a desarrollar y la metodología a emplear. La definición de los objetivos de la evaluación constituye la esencia del proceso evaluativo y puede abordarse buscando la respuesta a las siguientes preguntas:

¿Qué se va a evaluar? ¿Por qué se va a evaluar? ¿Para qué se va a evaluar? ¿Quién es el destinatario de la evaluación?

Hay grandes diferencias ¿es la sustentabilidad del predio? ¿del agricultor/a? ¿del modelo productivo en ese ambiente y con esas características socioculturales?

3. Definir el nivel de análisis.

¿Es a nivel predial, regional, de país? Es importante establecer los límites del sistema y una escala temporal adecuada. El tipo de indicadores elegido está influenciado fuertemente por esta decisión. Sarandón (2014) sugiere tener en cuenta, por lo menos, tres niveles jerárquicos: el sistema que nos interesa, el que está por encima o lo contiene y los subsistemas o componentes del mismo. Además de los límites, la definición de los componentes es importante, para no olvidar tener en cuenta ningún aspecto

4. Realizar un relevamiento inicial de datos.

Realizar un diagnóstico inicial (con mapas, censos, informes existentes) relevando la información (suelo, clima, vegetación, fauna, tipología de productores) que se utilizará como base para la selección del conjunto de indicadores a utilizar.

5. Definir las dimensiones a evaluar.

En general, la mayoría de los autores proponen, al menos, tres dimensiones de evaluación: la ambiental, la productiva y la socioeconómica, entendiéndose que la

economía es un aspecto social; o bien la ecológica, la económica y la social o socio-cultural; coherentemente con la definición de sustentabilidad adoptada)

6. Definir las categorías de análisis, descriptores e indicadores

Esto se basa en la definición de la sustentabilidad, y basándose en los valores y objetivos de la misma, se plantean aspectos (también llamados criterios o descriptores, por eje: suelo) y los indicadores que darán cuenta del cumplimiento de los principios a través de ese aspecto. También se puede seguir descendiendo en la escala jerárquica y seleccionar sub-indicadores, variables y verificadores del cumplimiento de esos indicadores. Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable. En el Anexo 3 se presentan las características que debe tener un buen indicador.

7. Estandarizar y ponderar los indicadores según la situación a analizar.

Dado que cada variable tiene sus propias unidades, es difícil comparar entre indicadores. Para ello, se suelen emplear escalas semi-cuantitativas, en los que los valores de cada variable, se presenta en rangos (4, 5 o 10 categorías o niveles). Es importante, sin embargo, resaltar, que es necesario conocer los efectos o impactos que las variables determinan, en relación a los umbrales de aceptación de las variables. Dos variables pueden tener 10 categorías, pero en una; si se sobrepasa el valor 3, se pueden producir cambios severos en el ecosistema, haciéndolo no sustentable, mientras que otra variable, también con 10 categorías puede resultar que refleja problemas de sustentabilidad cuando su valor se acerca a 8. Algunos autores proponen ponderar, dar un peso relativo a cada variable. Si bien puede parecer muy práctico para “resumir” mucha de la información, se le quita al interesado, la verdadera información del sistema, que permite evaluar y replantear prácticas, por ejemplo y mejorar el manejo. Siempre que se presenten variables “empaquetadas” en sistemas de ponderación, es sumamente importante desglosar el contenido de dicho

paquete, para tener una mayor comprensión del sistema.

8. Evaluar la dificultad de su obtención, su confiabilidad y pertinencia.

Deberá evaluarse si la dificultad de obtención es acorde con la disponibilidad de recursos, económicos y humanos; o bien pueden no estar dando la respuesta esperada, pueden no ser adecuados al objetivo perseguido. En ese caso, hay que replantearlos

9. Preparar instrumentos adecuados para la recolección de los datos.

Sarandón, hace especial hincapié en la búsqueda de las técnicas de medición adecuadas en relación a los aspectos socioculturales: encuestas, mediciones; siendo clave para un análisis de la sustentabilidad, la conjunción de equipos interdisciplinarios.

10. Recoger los datos y calcular los indicadores.

Pudiendo ser muy variada, desde encuestas, hasta análisis de imágenes, datos de campo, de laboratorio.

11. Analizar los resultados: representación gráfica adecuada.

Para simplificar la información, se suelen calcular índices, y presentar gráficos, siendo muy comunes los de tela de araña.

12. Determinar los puntos críticos a la sustentabilidad.

El análisis de los indicadores permitirá detectar los puntos críticos del manejo del sistema que atentan o comprometen la sustentabilidad. Esto se aprecia como la diferencia entre el valor ideal y el valor real obtenido. Por otra parte, si los indicadores están bien construidos, nos brindarán información valiosa acerca de las causas que originan estos problemas.

13. Replantear los indicadores: evaluar su utilidad y proponer las modificaciones necesarias.

Si existen dudas acerca de los resultados, o si se considera que la metodología no estuvo adecuada a los objetivos, o que los resultados son muy diferentes de lo esperado, entonces conviene ir al paso 6 y

comenzar de nuevo el desarrollo de indicadores. Si, por el contrario, los resultados son convincentes y racionales, a partir del diagnóstico efectuado, se pueden proponer medidas **correctivas** y efectuar un **monitoreo** de las mismas en el tiempo. Para ello podrían elaborarse un conjunto de indicadores para este monitoreo, que permitan realizar un seguimiento de la evolución de aquellos aspectos detectados como críticos para la sustentabilidad del sistema analizado. Para ello, ahora con otros objetivos, se debe comenzar de nuevo la serie de pasos a partir del punto 2.

ciertos resultados. Esto permite un proceso continuo de diseño, implementación, monitoreo y cambio del diseño, como lo representa la Figura 20 el “modelo lombriz” de Colfer (20005). Básicamente, este sistema de aprendizaje, permite probar supuestos de interrelaciones sobre las cuales la certidumbre no es alta.



En base a supuestos: ¿qué resultados espero tener?

¿O estoy estudiando la relación entre el manejo y la biodiversidad, sin supuestos?

Figura 20 Modelo de continuo aprendizaje del Manejo Adaptativo

Monitoreo. Indicadores de monitoreo para el manejo adaptativo del sistema productivo.

Mucho se habla de monitoreo, pero no siempre con el mismo significado. El monitoreo implica un registro sistemático y en forma repetida que permite definir si el resultado es el esperado, de manera de poder implementar acciones que faciliten el cambio de rumbo (Figura 19).

Como desarrollaremos en el texto de este informe, para la selección de todo indicador, debe estar claro, en el inicio el objetivo, las escalas a las que se desea evaluar dicho objetivo y la función que el indicador tendrá en un sistema de evaluación (Figura 21)



Figura 19. Diferencias entre el monitoreo y otras formas de mediciones

El monitoreo diseñado correctamente permite generar información sobre las causas del mismo, sobre los manejos o condiciones del medio que determinan

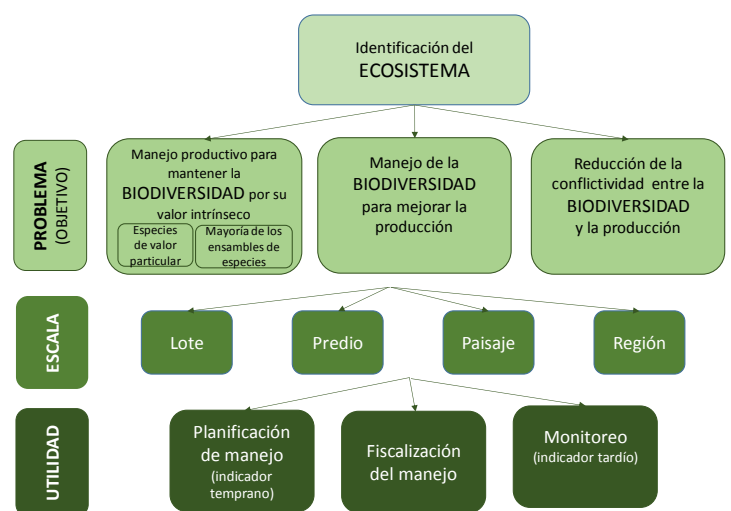


Figura 21 Elementos esenciales a tener en cuenta al iniciar el proceso de desarrollo de indicadores

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Altieri, M. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74: 19-31
- Aizen, M.; N. Bonino; J. Corley; C. Chehébar; H. Gonda; T. Kitzberger; V. Rusch; M. Sarasola; T. Schlichter. 1999. Empleo de Criterios e Indicadores en el Manejo Forestal Sustentable. Biodiversidad. Parte II, La aplicación a los bosques Andino Patagónicos -A-. Actas Segundas Jornadas Iberoamericanas sobre Diversidad Biológica; Tomo II, pg 24 -31; San Luis, 7-11/6/99. En: Comunicación Técnica Area Forestal. Ecología Forestal N.20
- Bestelmeyer B.; K. Moseley, P. Shaver, H. Sanchez, D. Briske & M. E. Fernández-Giménez. 2010. Practical Guidance for Developing State-and-Transition Models. *Rangelands* 32: 23-30.d
- Billeter, R; J. Liira; D. Bailey; R. Bugter; P. Arens; I. Augenstein; et al. 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology* 45: 141-150 doi: 10.1111/j.1365-2664.2007.01393.x
- Büchs, W. 2003a. Biodiversity and agri-environmental indicators - general scopes and skills with special reference to the habitat level. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98(1-3), 35-78.
- Büchs, W. 2003b. Biotic indicators for biodiversity and sustainable agriculture - introduction and background. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 98(1-3), 1-16.
- Büchs, W., et al. 2003c. Biodiversity, the ultimate agri-environmental indicator? Potential and limits for the application of faunistic elements as gradual indicators in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 98(1-3), 99-123.
- Carranza, C; P. Peri & M. Navall (eds.) 2019. Manual de Indicadores para Monitoreo de Planes Prediales MBGI Región Parque Chaqueño. INTA, 84 pp.
- Dennis P., Arndorfer M., Balázs et al. 2009. Conceptual foundations for biodiversity indicator selection for organic and low-input farming systems. Aberystwyth, Deliverable 2.1 of the EU FP7 Project BioBio. ISBN 978-3-905733-16-7. <http://www.biobio-indicator.org/deliverables.php>
- Diamond, J.M., 1984. "Normal" extinctions of isolated populations. Pages 191-246 in M. H. Nitecki, editor. *Extinctions*. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Dinerstein, E. et al. 2000. A workbook for conducting biological assessments and developing biodiversity visions for ecoregion-based conservation. Part I: terrestrial ecosystems. WWF, Conservation Science Program, 249 pp.
- Hoffmann, F. 2005. Biodiversity and pollination. Flowering plants and flower-visiting insects in agricultural and semi-natural landscapes. Thesis. University of Groningen.
- Garibaldi, L. et al.; 2016. Mutually beneficial pollinator diversity and crop yield outcomes in small and large farms. *Science* 351:388-391.
- Herzog, F.; K. Balázs, P. Dennis, J. Friedel, I. Geijzendorffer, P. Jeanneret, M. Kainz, P. Pointereau. 2012. Biodiversity Indicators for European Farming Systems. A guidebook, Swiss confederation, 109 pp
- Jansen J. et al 2016. European Red List of Habitats Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. EU, 44 pp
- Lammerts von Bueren, E.; E. Blom 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards. Principles, Criteria and Indicators. Tropenbos, 82 pp.
- Lehman, C. D. Tilman. 2000. Biodiversity, stability, and productivity in competitive communities. *The American naturalist* 105 (5): 82 pp. 34-552.
- Leverington, F.; M. Hockings; H. Pavese; K. Lemos Costa; J. Courreau. 2008. Management effectiveness evaluation in protected areas. A global study. Supplementary report N 1. Overview of approaches and methodologies. The University of Queensland, Gatton, TNC, WWF, UICN,
- Loreau, M.; S. Naeem; P. Inchausti. 2004. Biodiversity and ecosystem functioning. Synthesis and perspectives. Oxford University Press 294 pp.

- Martines Salinas, A.; F. De Clerck; K Vierling; S. Vilches Mendoza, et al. 2016. Bird functional diversity supports pest control services in a Costa Rican coffee farm. *Agriculture, ecosystems & Environment* 235: 277-288.
- Noss, R. 1990. Assessing and monitoring forest biodiversity: A suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115: 135-146.
- Oliver, T. et al. 2015. Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology and Evolution* 30: 673-684.
- Parera, A. y E. Carriquiry. 2014. Manual de Prácticas Rurales asociadas al Índice de Conservación de Pastizales Naturales (ICP). Publicación realizada por Aves Uruguay para el Proyecto de Incentivos a la Conservación de Pastizales Naturales del Cono Sur, 204 pp.
- Perry, D. 2008. *Forest Ecosystems*. The Johns Hopkins University Press.
- Proceso de Montreal 2009. Montréal Process Criteria and Indicators for the Conservation and Sustainable Management of Temperate and Boreal Forests Technical notes on implementation of the Montréal Process Criteria and Indicators. Criteria 1- 7. Third Edition
- Rockström J. et al., 2009. Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14 (2): 33 pages.
- Rosenfeld, J. 2002. Functional redundancy in ecology and conservation. *OIKOS* 98 (1): 156-162
- Rusch, V; M. Sarasola. 1999. Empleo de Criterios e Indicadores en el manejo Forestal Sustentable. Biodiversidad. Parte I, Propuesta metodológica. Actas Segundas Jornadas Iberoamericanas sobre Diversidad Biológica, Tomo II, pág. 15-24; San Luis, 7-11/6/99.
- Rusch, V.; A. Vila; B. Marqués. 2008 La conservación de la biodiversidad en sistemas productivos. *Forestaciones en el noroeste de la Patagonia*. Ediciones INTA, 89 pp
- Rusch, V.; A. Vila. 2014. Informe curso de capacitación. *Biología de la conservación en el manejo de los bosques nativos aplicado a la Ecoregión Chaqueña*. Sáenz Peña, nov 2014, 39 pp.
- Sarandón, S. & C. Flores (ed.) 2014. *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables*. Facultad de ciencias agrarias y forestales. 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. E-Book: ISBN 978-950-34-1107-0.
- Sarasola, M.; B. Marqués; V. Rusch. 1999. Determinación de aptitud de hábitat para el Pájaro Carpintero Patagónico (*Campephilus magellanicus*) como indicador de mantenimiento de la integridad de los Sistemas bajo Manejo Forestal". Informe interno INTA EEA Bariloche, 16 pp.
- Soulé, M.E., ed. 1987. *Viable Populations for Conservation*, Cambridge University Press
- Tillman, D., I. Forest & J. Cowles. 2014. Biodiversity and Ecosystem Functioning. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 45:471-493

ANEXOS

BORRADOR

ANEXO 1- INDICADORES DE BIODIVERSIDAD A ESCALA NACIONAL, DEL PROCESO DE MONTREAL. (EXTRACTO TEXTUAL)

Racionalidad y abordaje metodológico propuesto

CRITERION 1 – CONSERVATION OF BIOLOGICAL DIVERSITY

Forests, and particularly native forests, support a substantial proportion of the planet's biological diversity and terrestrial species. Biological diversity enables an ecosystem to respond to external influences, to recover after disturbance, and to maintain essential ecological processes. Human activities and natural processes can impact adversely on biological diversity by altering and fragmenting habitats, introducing invasive species, or reducing the population or ranges of species. Conserving the diversity of organisms and their habitats supports forest ecosystems and their ability to function, reproduce, and remain productive.

1.1 ECOSYSTEM DIVERSITY

Maintenance of the variety and quality of forest ecosystems is necessary for the conservation of species. Without sufficient habitat size, adequate connectivity, necessary structural diversity and appropriate protection and management measures, species may decline and become vulnerable to extinction. These indicators provide information on the area and extent of ecosystem types, forest area under formal protection and the effects of fragmentation.

INDICATOR 1.1.a Area and percent of forest by forest ecosystem type, successional stage, age class, and forest ownership or tenure

Rationale

This indicator provides information on the area and extent of forest ecosystem types, including successional stage, age class and the nature of tenure or ownership. The sustainability and stability of forest ecosystems may depend on their size and diversity. If these are not maintained, forests may become vulnerable to habitat degradation and loss. Tenures or ownership types may have a variety of management regimes associated with them - each with a different impact on biological diversity.

Approaches to measurement

Data should include the total area and percentages of forest by type, successional stage and age class. Both the total area and percentage of Information should be available from forest inventories and management plans. Remote sensing, multi-spectral imaging and

photographic data combined with statistical plot measurement and boundary surveys provide useful information including data on forest type, age or successional stage. Forest types may be categorised or aggregated by each country as appropriate to their circumstances and reporting processes. Each country should have records relating to forest ownership and tenure. Useful data may be obtained from government, universities, research organisations and industry sources. The Ministerial Council for the Protection of Forests in Europe (MCPFE) with the European Environment Agency of the European Union (EEA), International Union for Conservation of Nature (IUCN), United Nations Economic Commission for Europe and the United Nations Food and Agriculture Organisation (UNECE/FAO) have developed international forest classification systems that may be useful for reporting purposes.

INDICATOR 1.1.b Area and percent of forest in protected areas by forest ecosystem type, and by age class or successional stage

Rationale

This indicator provides information on the area and extent of forest by ecosystem type, age class or successional stage protected to safeguard biological diversity and representative examples of forest ecosystem types. This indicator will also help identify forest types of conservation value that are in need of protection. The level of formal protection given to forests is a reflection of the importance society places on their conservation.

Approaches to measurement

Protected forest areas are those safeguarded by legal or policy instruments where there is a clear intention to protect them for all time. This may include forests on public or private land protected for multiple values and uses and not just for the forests themselves. This indicator does not include either public or private forests safeguarded or set aside over short time frames where there is no certainty of protection inter-generationally. Forest inventories in protected areas are often not as comprehensive as inventories in areas used for commercial forest activities. In addition, protected forest areas within a country may be managed by different levels of government that often have different inventory requirements. Co-operation between all levels of government is important to establishing a comprehensive assessment of this indicator. Where sufficiently detailed forest inventories are not available, estimates of the area protected can be accomplished by identifying the legal boundaries of protected areas and classifying the lands they contain to identify types. Additional care should be taken to distinguish the proportion of forest in protected areas from non-forest lands (ice-covered regions, deserts, grasslands, water bodies). The International Union for the Conservation of Nature (IUCN) has developed a set of categories of protected areas. These may be useful for reporting purposes. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

INDICATOR 1.1.c Fragmentation of forests

Rationale

This indicator provides information on the extent to which forests are being fragmented over time by human activities and natural processes. Fragmentation may lead to the isolation and loss of species and gene pools, degraded habitat quality, and a reduction in the forest's ability to sustain the natural processes necessary to maintain ecosystem health.

Approaches to measurement

This indicator is concerned with the increase or decrease in fragmentation as a result of human intervention. Natural processes such as fire and storm damage may further exaggerate the impacts of human induced fragmentation. The sensitivity of biological diversity to the effects of fragmentation is not fully understood due to the complexity of the process. There is no single method to measure fragmentation. However, the precautionary principle suggests that the potential impacts attributed to fragmentation be carefully monitored and considered. Reporting may describe the effects of fragmentation including the loss of species and genetic diversity and habitat degradation. The extent of fragmentation may be reflected in the number and size of remaining fragments. The distance between forest patches, the presence or absence of linkages and corridors, and the impacts of edge effects on forest condition should also be monitored. The sensitivity of keystone, foundation, flagship or other indicator species including species guilds, to degrees and types of fragmentation, may also be value. Reporting should seek to illustrate the extent and effects of the process of fragmentation over time where possible. The effects of fragmentation may be illustrated by impacts on representative or keystone species or species associations including guilds. Fragment size, the distance between forest fragments and forest edge effects have different impacts on individual species. In countries with extensive areas of forest, road and highway density may act as a surrogate measure of fragmentation. Remote sensing, aerial photography and field verification and computer-based spatial analysis may be used to measure forest fragmentation and generate comparative statistics. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

1.2 SPECIES DIVERSITY

The greatest and most readily recognisable aspect of biological diversity is the variety of species and their population levels. A key objective for the conservation of biological diversity is slowing down the rate of population decline, and species depletion and extinction due to human factors⁶. Changes in species population levels and distribution may also provide an early warning of changes in ecosystem stability and resilience, as will increases in the number of invasive, exotic forest-associated species.

⁶The Millennium Ecosystem Assessment and the Red List of Threatened Species™ indicate that a large and increasing number of populations and species globally are threatened or being lost due to the loss and degradation of forest habitats.

INDICATOR 1.2a Number of native forest-associated species

Rationale

This indicator provides information on the health of forest ecosystems through the number of native forest-associated species. Knowledge of the number of native forest-associated species highlights the importance of certain forest types in meeting conservation objectives and in understanding the relationships species have within ecosystems. The loss or addition of species in an ecosystem can provide valuable insights into the overall health and productivity of that system.

Approaches to measurement

The simplest way to express this indicator is through tables, inventories or baseline data relating to the number of native and endemic forest-associated species by appropriate categories. Countries may wish to express this number by forest ecosystem type. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

INDICATOR 1.2.b Number and status of native forest-associated species at risk, as determined by legislation or scientific assessment

Rationale

This indicator provides information on the number and status of forest-associated species at risk or in serious decline. As a result, these species may require specific action or intervention to ensure their survival. The number of species at risk and their status is a measure of the health of forest ecosystems and their ability to support species diversity.

Approaches to measurement

At a national level, countries should have clearly defined listing procedures based on scientific assessment and legislation for threatened, rare, vulnerable, endangered and extinct species. In reporting, countries should highlight those species that are wholly or partially dependent on forests for their survival. Countries may also wish to report on the number of species at risk and their relationship with a particular forest type. In reporting, reference should also be made to the IUCN framework for categorising species at risk. In the absence of quantifiable data, modelling of species habitat from satellite data or aerial photography and displaying results in map form may provide data. Useful data may be obtained from government, university, research organisation, industry, and other non-governmental organization sources.

INDICATOR 1.2.c Status of on site and off site efforts focused on conservation of species diversity

Rationale

This indicator provides information that describes on site (or in situ) and off site (or ex-situ) efforts to conserve species diversity. Some forest species and

habitats may have declined to such an extent that intervention is required to safeguard them for the future.

Approaches to measurement

On site conservation refers to actions taken within the forest to conserve species diversity. This indicator does not include general designations of land for conservation purposes. It does include specific actions taken at a species level to ensure their survival in their natural habitat. Examples may include the provision of artificial refugia (nest boxes, hibernacula), predator or pest control measures, and monitoring species using remote technologies (satellite tagging and sensors). On site conservation also addresses habitat restoration or creation linked to species action plans and strategies, for example, the provision of corridors for migrating species. Off site conservation is a usually a measure of last resort. Species may be taken from their natural habitat or range and moved to new sites such as specially protected areas (for example islands or reserves) or, in extreme circumstances, placed in captivity as part of breeding programmes or collections. Genetic material may be safeguarded in seed banks or gene stores. Countries should describe the number and type of on site and off site programmes in place. In reporting, countries may also wish to focus on species under threat of extinction or in serious decline. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

1.3 GENETIC DIVERSITY

Genetic diversity, or the variation of genes within populations and species, is the ultimate source of Biological Diversity at all levels and is important for the functioning of healthy forest ecosystems. Threats to gene pools come from climate change, catastrophic events, and human activities and pressures. Loss of genetic variation reduces the ability of species to adapt to environmental change and for society to maximise the potential benefits available from forest species, for example for medicines and other bio-resources. High levels of genetic diversity within populations are usually a measure of their greater potential for survival. The loss of genetic variation within species also makes forest ecosystems less resilient to change.

INDICATOR 1.3.a Number and geographic distribution of forest-associated species at risk of losing genetic variation and locally adapted genotypes

Rationale

This indicator provides information on the number and distribution of forest-associated species at risk of losing genetic variation across their population. This erosion in genetic variation makes species less able to adapt to environmental change and more vulnerable to extinction. Some local populations with unique gene pools may also risk being swamped by larger populations introduced intentionally, by accident, or by natural processes.

Approaches to measurement

Countries should provide information relating to the number and distribution of forest-associated species with locally adapted populations or subspecies that are declining or under threat. Reporting should highlight the conservation status of the species concerned and its subspecies, local populations and genotypes as appropriate. Selected species may be a subset of those species reported under 1.2.b. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

INDICATOR 1.3.b Population levels of selected representative forest-associated species to describe genetic diversity

Rationale

This indicator provides information on the population status of selected forest-associated species that are considered to reflect the genetic diversity present in forest ecosystems. Some forest species support or rely heavily on particular forest structures, patterns, associations and processes and can therefore be used to describe the status of genetic diversity in forests as a whole.

Approaches to measurement

Representative species are those that can be used as a surrogate measure of genetic diversity and may include keystone, foundation, flagship or other indicator species. Species guilds may also be a useful approach to describe genetic diversity. Countries may wish to select representative species to illustrate diversity between forest ecosystem types or within forests themselves. Selected species may be subset of those species reported under 1.2.b. Useful data may be obtained from government, university, research organisation and industry sources.

ANEXO 2. INDICADORES DEL CERFOAR (CERTIFICACIÓN FORESTAL ARGENTINA), PARA PLANTACIONES FORESTALES

Principio 4: Mantenimiento de la diversidad biológica.

El productor forestal planificará e implementará el manejo de los recursos forestales de una manera sustentable, de manera de mantener o incrementar la diversidad *biológica* y las funciones del ecosistema presentes en la unidad de manejo.

Criterio 4.1: El manejo forestal se planifica y ejecuta para mantener los valores de la biodiversidad y el funcionamiento del ecosistema presentes en la unidad de manejo y para no reducir la superficie de bosques nativos de valor para la conservación o de otro tipo de vegetación de valor para la conservación.

Indicadores:

- a) La planificación e implementación de las forestaciones, las tareas de infraestructura y servicios identifican las áreas aptas para dichos usos o áreas sujetas a transformación con aval legal, o ambos tipos de áreas;
- b) La planificación y el manejo de las áreas no sujetas a plantaciones (bosques nativos) identifica los elementos clave para el funcionamiento de los ecosistemas y asegura el mantenimiento de los mismos.

Nota: Estas especies o estructuras del bosque, o ambas, cuya desaparición provocan un efecto en cascada determinando la pérdida de otros componentes de manera tal que los cambios de biomasa del sistema exceden largamente los producidos por la remoción del elemento clave para el funcionamiento. Estas especies clave ayudan a estructurar el sistema del cual son parte.

- c) La planificación e implementación de las forestaciones, las tareas de infraestructura y servicios, aseguran la conectividad de los sistemas naturales de la unidad de manejo o adyacentes a la misma.

Nota: la conectividad de los sistemas naturales o el diseño de los paisajes interconectados, se logra mediante corredores de tamaño adecuado (funcionales), que conectan parches remanentes del sistema nativo original y áreas protegidas entre ellos.

- d) La planificación y el manejo promueven la diversidad de especies y ecosistemas.
- e) La planificación considera acciones para prevenir la reducción de la diversidad genética.
- f) Las actividades planificadas reflejan correspondencia con las ejecutadas y aseguran el mantenimiento de la biodiversidad y de las funciones de los ecosistemas presentes.

► **Criterio 4.2: En la planificación del manejo forestal, los hábitats singulares y los sitios prioritarios para la conservación son identificados.**

Indicadores:

- a) Procedimientos para la identificación de hábitats singulares y de sitios prioritarios de conservación en la unidad de manejo.

Nota: cuando se lleva a cabo la identificación de hábitats singulares y sitios prioritarios, son consideradas de la misma manera que áreas protegidas de cualquier tierra o jurisdicción, adyacente o incluidas total o parcialmente dentro de la unidad de manejo.

- b) Identificación en la cartografía del plan de manejo de las tierras con

hábitats singulares y sitios prioritarios de conservación.

conservación y sus hábitats, presentes dentro de la unidad de manejo.

Nota: en la identificación de especies raras, vulnerables, en peligro y en peligro crítico de conservación, se tiene en cuenta lo que es importante por los libros rojos o lo que se establece por competencia de las autoridades, entre otros.

► **Criterio 4.3: Los hábitats singulares y los sitios prioritarios de conservación, cuentan con prescripciones específicas incluidas en el plan de manejo basadas en el principio de precautoriedad que aseguran el mantenimiento o incremento de sus valores.**

Indicadores:

- a) Cada hábitat singular o sitios prioritarios de conservación, tiene objetivos de manejo específicos, que aseguran el mantenimiento o mejora de los valores de los mismos.
- b) Zonas buffer alrededor de los hábitats singulares o sitios prioritarios dentro de la unidad de manejo.
- c) Se minimiza la presencia de invasoras arbustivas en las áreas de conservación.
- d) Un programa de monitoreo para evaluar el mantenimiento de los valores de cada hábitat singular y sitio prioritario de conservación.
- b) Identificación en la cartografía del plan de manejo de la unidad, de las especies raras, vulnerables, en peligro y en peligro crítico, presentes en la unidad de manejo.
- c) Adopción de prácticas para la protección de especies raras, vulnerables, en peligro y en peligro crítico de conservación y sus hábitats en el transcurso de las operaciones forestales
- d) Se controla la extracción, corta o caza de las especies raras, vulnerables, en peligro o en peligro crítico de conservación.
- e) Se implementa un procedimiento de registro y reporte a las autoridades competentes, de cazadores, pescadores o cosechadores no autorizados, dentro de la unidad de manejo.

► **Criterio 4.4: Las especies raras, vulnerables, amenazadas, en peligro y en peligro crítico de conservación y sus hábitats, poseen prescripciones específicas incluidas en el plan de manejo, que aseguran su conservación.**

Indicadores:

- a) Implementación de procedimientos para la identificación y registro de especies raras, vulnerables, en peligro y en peligro crítico de

► **Criterio 4.5: Las operaciones forestales son realizadas de manera tal que los impactos negativos sobre la biodiversidad y el paisaje aledaño son minimizados.**

Indicadores:

- a) Procedimientos para minimizar los efectos negativos de las operaciones forestales implementados.
- b) Evidencia de la inexistencia de cortas de árboles nativos excluidos en el plan de manejo.

- c) Evidencia de que las áreas adyacentes al plan de manejo no son afectadas negativamente por las operaciones forestales.

■ **Criterio 4.6: Los trabajadores forestales son conscientes de la importancia de la biodiversidad y han sido entrenados de modo tal que las acciones que desarrollan no dañan la perjudican de las áreas y conocen la ubicación de las mismas en la unidad de manejo.**

■

Indicadores:

- a) Programa de entrenamiento para los trabajadores sobre los diferentes aspectos de la protección de la biodiversidad implementado.
- b) Cartografía sobre las áreas protegidas a disposición de los trabajadores.

■ **Criterio 7.1: Se diseña, implementa y documenta el monitoreo**

Indicadores:

- a) Procedimientos que incluyen las encuestas a las partes interesadas relevantes para evaluar periódicamente las condiciones de los recursos forestales y los impactos ambientales, sociales y económicos de las operaciones forestales más relevantes establecidos e implementados.
-
- f) Procedimientos para monitorear, evaluar y registrar periódicamente el cumplimiento de las legislaciones, políticas, manuales de operaciones y procedimientos, códigos de buenas prácticas de los planes de manejo y de las

operaciones forestales, documentados e implementados.

■ **Criterio 7.2 E productor forestal incorpora los resultados de las evaluaciones para producir una mejora continua de las operaciones. Se evalúa y mejora regularmente la efectividad y eficiencia del manejo forestal.**

Indicadores:

- a) Los resultados de las evaluaciones periódicas se registran, comparan y analizan con el fin de determinar cambios en el desempeño del manejo forestal de la unidad de manejo.
- b) El plan de manejo y todos sus procedimientos son revisados periódicamente con el fin de incorporar las conclusiones del monitoreo y de las evaluaciones.
- c) Proceso para evaluar y registrar situaciones de emergencia que ocurren durante las operaciones forestales documentado e implementado es incorporado adecuadamente al plan de manejo.

ANEXO 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS INDICADORES

(tomado de Sarandon et al. 2014)

Definición y características de los indicadores: Un indicador es una variable, seleccionada y cuantificada que nos permite ver una tendencia que de otra forma no es fácilmente detectable (Sarandón, 2002a). Un ejemplo claro lo tenemos en el tablero de un automóvil: en un lugar visible los fabricantes han colocado un variado instrumental que brinda una valiosa información (indicadores) necesaria para manejar adecuadamente el sistema automóvil. Algunos de ellos brindan información sobre el estado actual (temperatura del motor, velocidad) y otros sobre tendencias futuras (nivel de combustible).

Tipo de Indicadores. Modelo presión-estado-respuesta: Un aspecto que es necesario definir es el tipo o clase de indicadores a utilizar. Esto se refiere al modelo de indicadores de *presión*, de *estado* o de *respuesta*.

Los indicadores de *estado* son los que aportan información sobre la situación actual de sistema.

Los indicadores de *presión* son aquellos relacionados al funcionamiento del sistema e indican el efecto que distintas prácticas de manejo ejercen sobre el sistema, sobre los indicadores de estado.

Los indicadores de *respuesta* indican qué se está haciendo para modificar el estado actual del sistema. Por ejemplo, el % de materia orgánica del suelo puede considerarse un buen indicador de la calidad del suelo: es un típico indicador de estado: nos brinda información sobre un aspecto de la calidad del suelo en un momento dado. Nos dice cómo está hoy ese suelo, pero no nos dice si el manejo que ese agricultor/a está haciendo lo mejora o no. Puede darse el caso de un suelo que tenga aún un buen contenido de materia orgánica, pero que la ha estado perdiendo en los últimos 10 años por el mal manejo que ese agricultor/a realiza. Los indicadores de presión nos indican las acciones que pueden modificar esta variable, por ejemplo, la intensidad de laboreo del suelo o uso de

implementos agresivos o calidad del rastrojo (restos vegetales dejados). Un excesivo laboreo del suelo, modificará (disminuirá) la materia orgánica del suelo.

Las variables de respuesta se refieren a qué es lo que se está haciendo para remediar este problema. Por ejemplo, cambio de la labranza convencional por el sistema de siembra directa o la incorporación de estiércol o de residuos vegetales.

No es conveniente mezclar indicadores de estado con indicadores de presión. Si uno desea evaluar la sustentabilidad del manejo de suelos, entonces se está refiriendo a indicadores de presión o manejo que inciden o tienen efecto sobre indicadores de estado que, para el caso, son las que se refieren a atributos de calidad del suelo.

Un aspecto importante a tener en cuenta, es que todos los indicadores deben desprenderse de alguno de los objetivos o categorías de análisis elegidos. No puede haber ningún indicador que no cumpla esta condición. Es decir, no puede haber indicadores “suelos”. Por otro lado, ninguna de las dimensiones o condiciones de sustentabilidad debe quedar sin un indicador que la cuantifique o evalúe.

¿Cómo construir un indicador? Veamos un ejemplo del procedimiento para construir un indicador, derivándolo del marco conceptual y sus requisitos (Tabla A 1). Primero definimos el marco conceptual de la sustentabilidad: aceptemos como definición de agricultura sustentable a aquella que “*permite mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agroecosistemas) que lo soportan*” (Sarandón et al., 2006b). Coincide con el criterio de la sustentabilidad fuerte, que considera que el capital natural puede ser sustituido por capital manufacturado, sólo en algunos casos muy puntuales (Harte, 1995).

De esta definición podemos deducir que “*un sistema será sustentable si es económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable*”. Por lo tanto, tendremos 3 dimensiones (u objetivos) a evaluar: económica, ecológica y

socio cultural (4 si separamos lo cultural de lo social). Elegimos, por ejemplo, el objetivo o **dimensión ecológica**, lo justificamos y explicamos: “*Un sistema será sustentable (ecológicamente) si conserva o mejora la base de los recursos intra y extraprediales*”. Ahora deberemos definir cuáles son los recursos que hay que conservar. Por ejemplo, suelo, agua, biodiversidad, atmósfera y otros recursos no renovables: energía fósil. Son las categorías de análisis. Elegimos una de las categorías de análisis, por ejemplo, el suelo. La siguiente pregunta es ¿qué propiedades o características se deben mantener de este recurso? Debemos mantener su calidad (o propiedades) en el tiempo, lo que podría sintetizarse en propiedades físicas, químicas y biológicas. Cada una de esas propiedades puede ser considerada un descriptor de la categoría. Ahora avanzamos y elegimos una propiedad. Por ejemplo, entre las propiedades químicas, una importante es la dotación o contenido de nutrientes ya que le confiere, en parte, su fertilidad y se traduce en un buen crecimiento de los cultivos. La conservación de la dotación de nutrientes es, por lo tanto, un requisito para el cual debemos desarrollar un indicador. Si hemos decidido escoger indicadores de presión nos interesa saber qué variable nos dice si en ese establecimiento se está conservando la dotación de nutrientes de los suelos. Un indicador para medir esto es el *Balance de nutrientes*. Elegimos uno de ellos, por ejemplo, el fósforo, El indicador es entonces: *kg P. ha⁻¹ por año*. Como indicador, ya tiene unidades.

Definición de A. sustentable
 Requisito de la A. sustentable elegida: ser ecológicamente adecuado
 Dimensión u objetivo: Ecológico.
 ¿Qué quiere decir? Que preserve los recursos naturales (intra y extraprediales)
 Recurso (Categoría de análisis): Suelo:
 ¿Qué aspecto del suelo debo preservar? Su calidad o atributos.
 Atributos: físicos, químicos y biológicos.
 Químicos: Mantenimiento de la “dotación” de nutrientes.
 Balance de nutrientes (N,P,K). Diferencia entre lo extraído en la cosecha y lo suministrado.

Nutriente elegido: fósforo. **Indicador:** Kg P.ha⁻¹ x año.

Tabla. A 1: Ejemplo del desarrollo de un indicador de sustentabilidad, para medir un aspecto de la dimensión ecológica

De esta manera, hemos llegado al indicador, que ha sido deducido de la definición de sustentabilidad adoptada y de sus requisitos. Es un gran paso, aunque aún tenemos varias dificultades que vencer, las que serán analizadas más adelante. Si los indicadores no logran derivarse mediante este proceso lógico, se puede incurrir en el error de obtener “indicadores” que constituyen una serie inconexa de datos o variables a medir, sin un orden o motivo claro. Y esto dificulta enormemente la interpretación correcta de los resultados.

Características de los indicadores: A pesar de que existe una gran variabilidad en el tipo de indicadores, se pueden sintetizar algunas características que estos deberían reunir

- ☐ e
- ☐ Ser adecuados al objetivo perseguido.
- e Ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo.
- e Presentar poca variabilidad natural durante el período de muestreo.
- ☐ Tener habilidad predictiva.
- ☐ Ser directos: a mayor valor más sustentables.
- ☐ Ser expresados en unidades equivalentes. Mediante transformaciones apropiadas. Escalas cualitativas.
- ☐ Ser de fácil recolección y uso y confiables.
- ☐ No ser sesgados (ser independientes del observador o recolector)
- ☐ Ser sencillos de interpretar y no ambiguos.
- e Brindar la posibilidad de determinar valores umbrales.
- ☐ Ser robustos e integradores (brindar y sintetizar buena información).
- ☐ De características universales pero adaptados a cada condición en particular.

Tabla A. 2: Algunas características deseables que debe reunir los indicadores de sustentabilidad (de Sarandón 2002a, modificado)

Además de las dos primeras (ya analizadas), los indicadores deben ser sensibles a un amplio rango de condiciones y a los cambios en el tiempo. Por ejemplo, la textura del suelo, aunque importante, no es un buen indicador, pues generalmente no presenta variaciones en el tiempo. La estructura, o la materia orgánica, en cambio, sí resultan buenos indicadores, porque se modifican en un plazo relativamente corto con diferentes prácticas de manejo. Por otro lado, los indicadores no deben tener gran variabilidad natural durante período de análisis como podría ser el caso de la humedad del suelo o el nivel de nitratos. Son demasiado variables en el corto plazo.

Una característica siempre deseable es que los indicadores sean de fácil recolección y uso, aunque esto no siempre es posible. Otro aspecto importante a tener en cuenta es la independencia del observador en la determinación del valor del indicador. Hay que evitar utilizar indicadores fáciles y rápidos de obtener, pero demasiado ambiguos: por ejemplo: alto o bajo rendimiento, buena o mala rentabilidad, alta o baja densidad de malezas, alta o baja biodiversidad. Lo que para un observador puede ser alto o bajo, para otro puede no serlo tanto. La interpretación de los mismos debe ser sencilla, para

que nos indique rápidamente lo que está pasando. Por ejemplo, en algunos casos, algún índice biológico puede ser importante, pero su interpretación puede requerir un análisis complejo o la opinión de un experto. En el otro extremo, como ejemplo de indicador sencillo, tenemos la "huella ecológica" que traduce una serie compleja de cuentas y operaciones, en un valor de hectáreas por persona, que es muy fácil de interpretar. A mayor valor, mayor necesidad de superficie para suministrar los recursos y absorber los residuos que se generan.

Siempre que sea posible, es interesante y útil establecer valores umbrales. Esto es, definir un valor por debajo del cual la sustentabilidad del sistema evaluado se verá seriamente comprometida. Aunque no deja de tener cierto grado de subjetividad, constituye una gran ayuda para la interpretación de los resultados de su aplicación.