



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**

*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA**

**TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Propuesta de indicadores de integridad de la vegetación como respuesta a las perturbaciones antrópicas en los bosques secos de Macará y Zapotillo.

**TRABAJO DE TITULACIÓN.**

**AUTOR** : Nole Nole, Dario Alexander

**DIRECTORA** : Jara Guerrero, Andrea Katherine, Dra

**LOJA - ECUADOR**

**2019**



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

201J

## **APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Doctora.

Andrea Katherine Jara Guerrero

**DOCENTE DE LA TITULACIÓN**

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Propuesta de indicadores de integridad de la vegetación como respuesta a las perturbaciones antrópicas en los bosques secos de Macará y Zapotillo, realizado por Dario Alexander Nole Nole ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, diciembre de 2019

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo. Darío Alexander Nole Nole, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: Propuesta de indicadores de integridad de la vegetación como respuesta a las perturbaciones antrópicas en los bosques secos de Macará y Zapotillo, de la Titulación Ingeniería en Gestión Ambiental, siendo Andrea Katherine Jara Guerrero directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f. ....

Autor : Darío Alexander Nole Nole

Cédula: 1104781180

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios por estar siempre a mi lado, luego a mis padres Adriana y Manuel por siempre creer en mí. A mis 11 hermanos por su apoyo incondicional.

De manera especial dedico mi esfuerzo a mi prometida Paola y mi amado hijo Sebastián, que son la verdadera razón de mi vida.

Öæø Á[ ^Á

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento sincero al Departamento de Ciencia Naturales, sección Ecología y Sistemática de la Universidad Técnica Particular de Loja por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo de investigación. De manera particular a todos aquellos que formaron parte del muestreo en la materia Técnicas de Biología de Campo, docentes y estudiantes, muchas gracias por su colaboración en el trabajo de campo.

Agradezco de manera muy especial a los docentes de mi amada carrera Gestión Ambiental, que supieron dar lo mejor buscando la excelencia en mi formación académica. Especialmente estoy muy agradecido con mi tutora de tesis Dra. Andrea Katherine Jara Guerrero, gracias por su apoyo incondicional, paciencia y esfuerzo durante todo el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos con los que he compartido muchas experiencias a lo largo de toda la carrera, gracias por siempre estar ahí en las buenas y las malas.

Öæø Á[ ^Á

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARATULA.....	i
APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS .....	6
2.1. Área de estudio.....	6
2.2. Definición del sistema de indicadores y validación.....	7
2.3. Evaluar el estado del bosque mediante la propuesta de indicadores.....	9
2.4. Propuesta de indicadores a monitorear en el tiempo. ....	11
RESULTADOS .....	13
3.1. Definición de indicadores. ....	13
3.1.1. Indicadores de presión.....	13
3.1.2. Indicadores de estado.....	13
3.2. Indicadores efectivos.....	32
3.3. Estados del bosque a partir de los indicadores efectivos.....	36
3.4. Propuesta de indicadores para evaluar cambios temporales en el estado del bosque. .....	38
DISCUSIÓN .....	40
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

<b>TABLAS</b>	<b>PÁGINAS</b>
Tabla 1: Categorización de los indicadores según su resultado	10
Tabla 2: Factores de corrección para cada indicador para definir el estado del bosque	11
Tabla 3: Categorías de estado del bosque	11
Tabla 4: Indicador de presión, intensidad de carga ganadera	13
Tabla 5: Indicador de presión, superficie de área antropizada	15
Tabla 6: Indicador de presión, accesibilidad al bosque	17
Tabla 7: Indicador de estado, cambios en la densidad de árboles	18
Tabla 8: Indicador de estado, cambio en la complejidad estructural del bosque	19
Tabla 9: Indicador de estado, pérdida de la altura del bosque	20
Tabla 10: Indicador de estado, cambios en la frecuencia de especies indicadoras	21
Tabla 11: Indicador de estado, cambios en la superficie de suelo desnudo	22
Tabla 12: Indicador de estado, cambios en la diversidad alfa	24
Tabla 13: Indicador de estado, cambios en la diversidad beta	25
Tabla 14: Indicador de estado, tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles	27
Tabla 15: Indicador de estado, cambios en la capacidad de regeneración	28
Tabla 16: Indicador de estado, cambios en la diversidad de regeneración natural	29
Tabla 17: Indicador de estado, cambios en la capacidad de reclutamiento.	30
Tabla 18: Estado del bosque en los 34 puntos de muestreo	37

## **FIGURAS**

Figura 1: Modelo descriptivo de los indicadores: presión, estado y respuesta.	4
Figura 2: Ubicación de los sectores donde se establecieron los puntos de muestreo.	7
Figura 3: Ubicación de las parcelas de muestreo	8
Figura 4: Modelos lineales representando la relación entre el grado de superficie antropizada y los indicadores de estado	32
Figura 5: Modelos lineales representando la relación entre el peso de las fecas y los indicadores de estado	34
Figura 6: Modelos lineales representando la relación entre la accesibilidad al bosque y los indicadores de estado	35
Figura 7: Ejemplo del uso de gráficas de control	39

## RESUMEN

El presente trabajo se enmarcó en el desarrollo de una propuesta de indicadores de presión y estado de los bosques tropicales estacionalmente secos de Zapotillo y Macará, que permitan determinar la integridad de la vegetación ante las perturbaciones antrópicas. Los indicadores fueron validados utilizando información previa procedente de 34 parcelas establecidas bajo un gradiente de presión tomando como referencia las dos actividades antrópicas de mayor incidencia en los bosques secos, agricultura y ganadería. Se definieron catorce indicadores; tres de presión y once de estado. Siete de los 11 indicadores de estado mostraron una respuesta significativa a dos variables de presión; superficie de área antropizada y accesibilidad. Con estos indicadores se determinó el estado del bosque en cada punto de muestreo. Dos de los 34 puntos se definieron como estado natural, doce en estado seminatural, cinco como bosque dominado por arbustos y quince como tierras áridas. Se presenta el uso de graficas de control para medir cambios en el bosque en el tiempo.

**Palabras clave:** actividades antrópicas, bosques tropicales estacionalmente secos, indicadores de integridad, vegetación leñosa.

## **ABSTRACT**

The present work was framed in the development of a proposal of pressure and state indicators of the seasonally dry tropical forests of Zapotillo and Macará, to determine the integrity of the vegetation. The indicators were validated using previous information from 34 plots established under a pressure gradient given by agriculture and livestock. Fourteen indicators were defined; three indicators of pressure and eleven of state. Seven of the 11 state indicators showed a significant response to two pressure variables; anthropized area surface and accessibility. With these indicators, we determined the state of the forest at each sampling point. Two of the 34 points were defined as a natural state, twelve as a semi-natural state, five as shrub-dominated, and fifteen as arid land. The use of control graphs to measure changes in the forest over time is presented.

**Keywords:** anthropic activities, indicators, seasonally dry tropical forests, woody vegetation.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales estacionalmente secos (BTES), son zonas productivas con suelos aptos para el desarrollo de agricultura y con recursos naturales de gran valor para las comunidades que los habitan. En los cantones de Zapotillo y Macará del suroccidente de la provincia de Loja se encuentra una de las mayores extensiones de bosque seco en el país (Aguirre, Buri, Betancourt & Geada, 2014; Neill, 2000). Estos ecosistemas según Maass & Burgos (2011) en Espinosa <sup>^</sup> ~~et al.~~ (2012) están comprendidos por bosques caducifolios y semi-caducifolios que se desarrollan en áreas tropicales expuestas a una severa estacionalidad climática que comprende cuatro meses de invierno donde reciben el 80% de precipitación y el 20% restante de las lluvias se distribuye entre los ocho meses de verano en el resto del año (Linares-Palomino, 2004). En el Neotrópico los BTES están distribuidos desde el norte de México hasta el sur brasileño, y constituyen el 67.7% de la superficie de estos ecosistemas en el mundo (Miles <sup>^</sup> ~~et al.~~ 2006). En los BTES de Ecuador y Perú se han registrado 313 especies leñosas (arbustos y árboles), mientras que 136 han sido reportadas solamente para Ecuador, de las cuales 67 especies son endémicas (Aguirre, Linares-Palomino, & Kvist, 2006). El estrés hídrico en la época de verano condiciona la estructura de la vegetación, siendo esta de menor altura y área basal en comparación a los bosques húmedos tropicales (Aguirre <sup>^</sup> ~~et al.~~ 2006). De igual manera su composición florística es muy particular y su fisionomía está fuertemente representada por cactáceas y leguminosas (Espinosa, de la Cruz, Luzuriaga, & Escudero, 2012).

Se ha catalogado a los bosques secos como un ecosistema vulnerable debido a los altos niveles de intervención antrópica (Aguirre, Kvist & Sánchez, 2006; Freile & Vázquez, 2005), caracterizada por las fuertes actividades extractivas que se desarrollan a su alrededor (Primack <sup>^</sup> ~~et al.~~ 2001). Entre las principales actividades antropogénicas que generan cambios negativos sobre la composición y estructura del bosque tenemos: la intensificación de la actividad ganadera, incendios forestales, expansión agrícola y la extracción de madera (Fehling-Fraser & Ceccon, 2015). Las actividades agrícolas se han desarrollado con base en desmontar, rozar y quemar hectáreas de bosque para convertirlas en chacras y cultivos temporales (Hocquenghem, 1986). La ganadería constituye una fuente de ingresos económicos importante para la mayoría de la población local alrededor del bosque. Típicamente los pobladores prefieren la crianza de chivos porque requieren menos cuidado y su reproducción es más rápida que las vacas (Chiriboga & Andrade, 2001). El mayor problema de las cabras en el bosque es que su ramoneo perjudica el proceso de regeneración (Emmons & Albuja Viteri, 1992), ocasionando la degradación y modificación del hábitat (Bedoya-Patiño, Estévez-Varón & Castaño-Villa, 2010). Así mismo, la extracción de productos maderables y

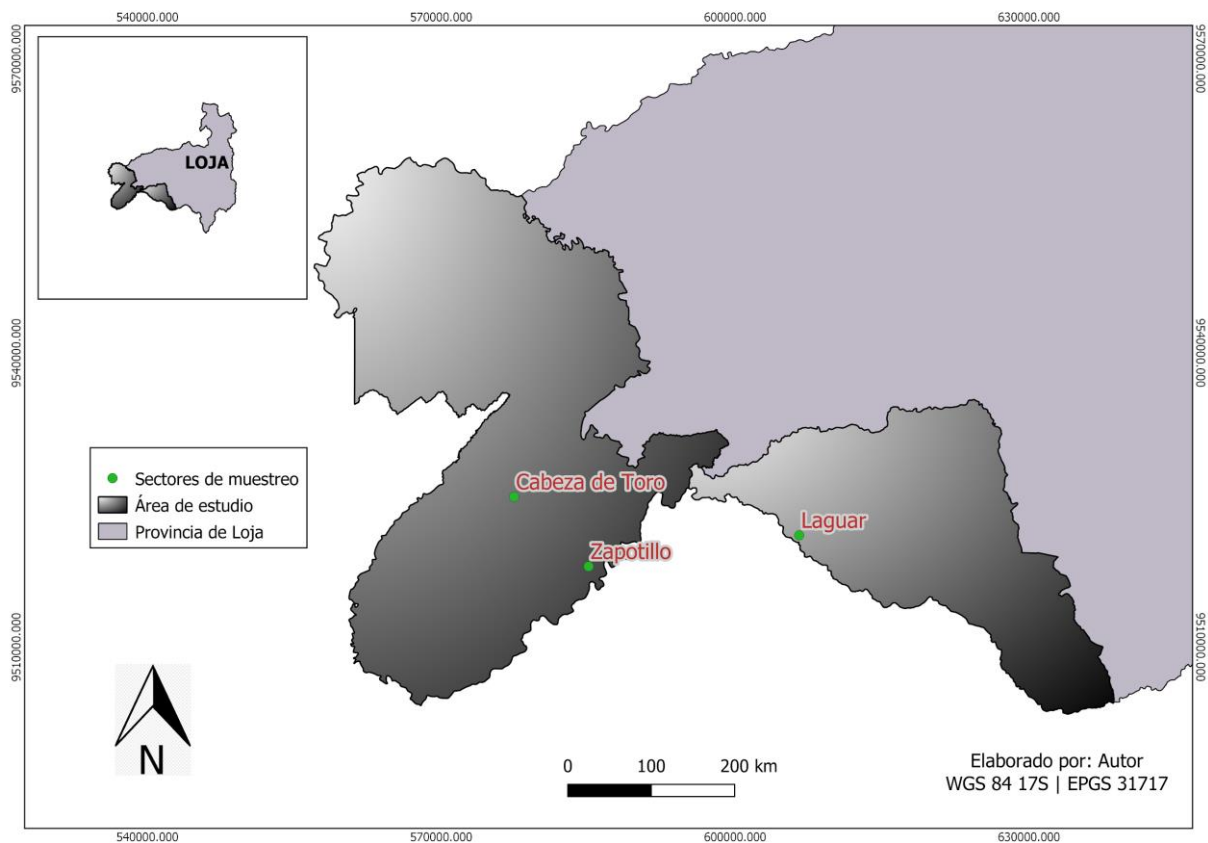


contribuye a mejorar los sistemas de manejo actuales en los bosques secos, mediante el planteamiento de indicadores para evaluar la integridad del bosque. El objetivo general fue, “desarrollar una propuesta de indicadores de presión y estado orientados a determinar la integridad de la vegetación ante las perturbaciones antrópicas en el bosque seco”. Para ello planteamos tres objetivos específicos; i) definir un sistema de indicadores para evaluar el estado del bosque seco y sus respuestas frente a acciones de manejo; ii) determinar el estado del bosque a partir de los indicadores propuestos; y iii) definir indicadores que permitan medir en el tiempo las respuestas de la vegetación frente a acciones de manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio.

El área de estudio abarca los cantones de Zapotillo y Macará. Zapotillo se encuentra ubicado al Suroccidente de la provincia de Loja, con una extensión de 1212,61 km<sup>2</sup>. Limita al norte, sur y oeste con la República del Perú y al este con los cantones: Puyango, Pindal, Celica y Macará. Se encuentra en un rango altitudinal entre 255-900 m s.n.m.; la temperatura media anual es de 24°C y precipitaciones anuales entre 500-1000 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Zapotillo, 2015). Macará tiene una superficie de 575 km<sup>2</sup> con un rango altitudinal entre 295-2640 m s.n.m. Limita al norte con los cantones de Celica y Sozoranga, al sur con la República del Perú, al este con el cantón Sozoranga y al oeste con los cantones de Celica y Zapotillo (Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Macará, 2015). Sus bosques se desarrollan en condiciones climáticas extremas, con precipitaciones anuales de 400-600 mm y una temperatura media anual de 24,9 °C (Cañadas, 1983). Entre las especies leñosas características de los BTES de Zapotillo y Macará tenemos: ceibo (*Cecropia peltata*), pasallo (*Passalora*), porotillo (*Porotillo*), algarrobo (*Prosopis juliflora*), guarapo (*Guarapo*), guápala (*Guápala*), guayacán (*Guayacán*), guayacán madero (*Guayacán madero*), palo santo (*Palo santo*), charán verde (*Charán verde*), barbasco (*Barbasco*) (GAD Zapotillo, 2015).



**Figura 2.** Ubicación de los sectores donde se establecieron los puntos de muestreo.

**Fuente y elaboración.** Autor

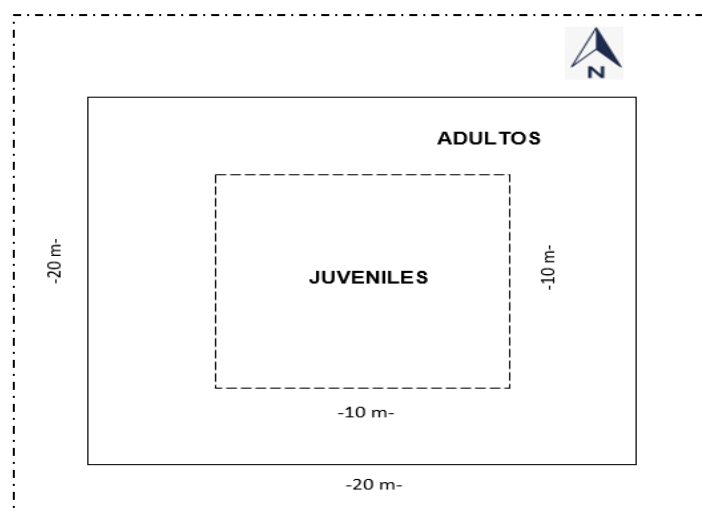
## 2.2. Definición del sistema de indicadores y validación.

La propuesta de indicadores de integridad para ecosistemas secos se realizó en base a la información y estructura establecida en dos esquemas propuestos para el país: La Alianza sobre Indicadores de Biodiversidad (PNUMA-WCM, 2011) y la Propuesta de Indicadores de Biodiversidad del PNUD para Ecuador (Larrea <sup>et al.</sup>, 2015). Se definieron indicadores agrupados en dos tipos: presión y estado; orientados a responder al menos una de las cinco preguntas clave sobre el problema de degradación del bosque seco. Estas preguntas fueron planteadas en un taller de planificación entre investigadores de la Universidad Técnica Particular de Loja y la Universidad de Idaho de los Estados Unidos:

1. ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?
2. ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?
3. ¿Cuál es la dinámica de las presiones antrópicas en los ecosistemas secos?
4. ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?
5. ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?

Para cada indicador se elaboró una ficha descriptiva que incluye: nombre y tipo de indicador, descripción del indicador, uso e interpretación, preguntas generales y específicas del indicador, metodología, frecuencia de recolección de datos y referencias bibliográficas utilizadas para su desarrollo (Anexo 1). Luego de haber realizado la propuesta de indicadores, se procedió a su evaluación. Esto se realizó con datos de vegetación leñosa levantados previamente en los sectores de Zapotillo y Cabeza de Toro (cantón Zapotillo), como parte de la asignatura Técnicas de Biología de Campo, en la titulación de Gestión Ambiental en el período 2015 - 2017. Adicionalmente, se recolectaron nuevos datos en los años 2018 y 2019 en los mismos sectores y en el sector Laguar ubicado en el cantón Macará.

La selección de estos sectores y de sus puntos de muestreo, se realizó en base a su historia de uso del suelo para determinar un gradiente de perturbación. Se consideraron las dos principales actividades antrópicas que se desarrollan dentro del área de estudio; que son: la ganadería y extracción de madera. Se estableció un total de 34 puntos de muestreo entre todos los sectores. En el sector de Cabeza de Toro se establecieron ocho puntos en zona cercada (sin ganadería) y ocho puntos en zonas abiertas (con ganadería). Los otros puntos de muestreo fueron distribuidos en zonas abiertas (con ganadería), 16 puntos en Zapotillo y dos puntos en Laguar. Cada uno de estos puntos está constituido por una parcela de 20 x 20 m, en donde se levantaron datos de plantas leñosas adultas. En el centro de cada parcela se delimitó una subparcela de 10 x 10 m para el muestreo de plantas leñosas juveniles (Figura 3) (Espinosa <sup>Á</sup> 2015).



**Figura 3.** Ubicación de las parcelas de 400 m<sup>2</sup> para el muestreo de plantas adultas y 100 m<sup>2</sup> para el muestreo de juveniles en los sectores de estudio: Zapotillo, Cabeza de Toro y Macará.

**Fuente y elaboración.** Autor

**Muestreo de árboles y arbustos adultos.**- Dentro de la parcela de 20 x 20 m se registraron todos los individuos de árboles y arbustos con diámetro a la altura del pecho (DAP) > 5 cm. Todos los individuos fueron etiquetados con un código único para su seguimiento. En cada planta se midió la circunferencia a una altura de 1,30 metros del suelo, siguiendo la dirección más corta del árbol, con este dato luego se calculó el DAP dividiendo el valor de circunferencia para  $J\tilde{a}$  es decir,  $DAP = \text{circunferencia} / \pi$ . Además, se registró la altura de los individuos usando un flexómetro para individuos menores a 3 m de alto. Para individuos con altura superior a 3 m se utilizó un tubo de 2 m de alto que se colocó junto a la base del árbol, luego tomando escala con una regla milimetrada de 10 cm equivalente a los 2 m del tubo, se estimó la altura del individuo. Adicionalmente se registró la ubicación espacial de cada individuo etiquetado, los datos de azimut, distancia e inclinación fueron tomados con la ayuda del Hipsómetro (Espinosa <sup>et al.</sup> 2015). Para la identificación de las plantas se utilizó la guía de Especies Forestales de Bosques Secos del Ecuador (Aguirre, 2012).

**Muestreo de regeneración natural.**- En el centro de cada parcela de 20 x 20 m se estableció una subparcela de 10 x 10 m, en la cual se registraron todos los individuos juveniles, definidos como aquellos con altura  $\geq 30$  cm y, en individuos con altura superior a 1,5 m, aquellos con  $DAP \leq 5$  cm. Los individuos juveniles fueron etiquetados y georreferenciados siguiendo el mismo procedimiento que en los individuos adultos. Para todos los individuos se tomaron medidas de altura y DAP, esta última medida se registró únicamente para los individuos que tenían un fuste definido a una altura de 1,30 m.

Para analizar la efectividad de los indicadores se utilizaron modelos lineales para variables continuas y modelos lineales generalizados para variables discretas. Se analizaron los cambios de cada indicador de estado a lo largo de gradientes de perturbación definidos por los indicadores de presión; intensidad de carga ganadera, superficie de área antropizada y accesibilidad al bosque. Se consideraron como indicadores efectivos aquellos que presentaron una variación significativa a lo largo del gradiente de presión.

### **2.3. Evaluar el estado del bosque mediante la propuesta de indicadores.**

Se definió el estado del bosque en cada uno de los puntos de muestreo utilizando los indicadores de estado efectivos, es decir, aquellos que mostraron una relación significativa con más de un indicador de presión.

En base a los valores obtenidos en cada indicador efectivo se estimó el valor medio, calculado como la media de los valores del indicador en los puntos de referencia, es decir en las parcelas del sector cercado de Cabeza de Toro. Se calcularon también límites de advertencia (LCSW), definidos como el error estándar multiplicado por  $1.96 \pm$  la media, y límites de acción (LCSA),

definidos como el error estándar multiplicado por  $3.09 \pm$  la media. Se calculó la media y los límites de la siguiente forma siguiendo a Manly (2009).

**1) Media de la muestra.**

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + \dots, X_n}{N}$$

**2) Límites de advertencia:**

$$LCSW = (\bar{x} \pm \sigma/\sqrt{N} * 1.96)$$

**3) Límites de acción:**

$$LCSA = (\bar{x} \pm \sigma/\sqrt{N} * 3.09)$$

El error estándar se calculó dividiendo la desviación estándar para la raíz cuadrada de la muestra (ecuaciones 2 y 3) (Manly, 2009).

**Tabla 1.** Categorización de los indicadores según su resultado.

<b>Gráficas de control</b>		Categorías para definición de estados del bosque ( $X\hat{q}$ )
<b>Valor del indicador</b>	<b>Estado del indicador</b>	
Mayor o igual a la media	Bueno	4
Mayor al LCSW	Límite	3
Inferior al LCSW	Alerta	2
Inferior al LCSA	Necesidad de acción	1

**Fuente y elaboración.** Autor

Para definir los estados del bosque se utilizaron las categorías de estado de los indicadores (Tabla 1), los cuales fueron valorados en una escala de 1 a 4, donde 1 representa “necesidad de acción”, mientras que 4 representa una condición similar a los “puntos de referencia”. Para cada indicador se asignó un factor de corrección, dando un mayor peso a la densidad arbórea y complejidad estructural del bosque (Tabla 2).

**Tabla 2.** Factores de corrección para cada indicador para definir el estado del bosque.

<b>Indicador</b>	<b>Factor de corrección</b>
Densidad arbórea	1
Complejidad estructural del bosque	1
Altura máxima del dosel	0.9
Altura media del dosel	0.9
Diversidad alfa - Simpson	0.8
Diversidad alfa - Riqueza de especies	0.8
Diversidad de regeneración natural - Riqueza	0.8

**Fuente y elaboración.** Autor

Finalmente, se realizó una sumatoria por punto de muestreo de los valores de cada indicador multiplicado por el factor de corrección. El valor resultante se transformó a una escala de 0 - 1 para asignar una categoría de estado del bosque (Tabla 3).

**Tabla 3.** Categorías de estado del bosque.

<b>Número</b>	<b>Categoría</b>
> 0.8	Natural
0.8 - 0.5	Seminatural
< 0.5 - 0.3	Dominado por arbustos
< 0.3	Tierras áridas

**Fuente y elaboración.** Autor

#### **2.4. Propuesta de indicadores a monitorear en el tiempo.**

Entre los indicadores propuestos se seleccionaron aquellos que puedan presentar variaciones significativas en un mismo sitio en escalas diferentes de tiempo, por ejemplo, de un año a otro, de tal manera que nos permitan detectar rápidamente las respuestas de la comunidad de plantas leñosas frente a diferentes acciones de manejo.

Para cada uno de los indicadores definidos como efectivo se realizó una gráfica de control. Las gráficas de control son comúnmente utilizadas en procesos industriales y también pueden utilizarse con datos medioambientales (Anderson & Thompson, 2004). Su utilidad radica en detectar cambios en la media de un proceso esperado, estableciendo límites superiores e inferiores de advertencia y acción. En este caso, las gráficas de control y sus límites se establecieron por separado para cada uno de los cuatro estados de indicador definidos en la

tabla 1. En el eje  $\hat{z}$  se representa una variable de respuesta  $\hat{z}$  mientras que el eje  $\phi$  se representa los períodos o unidades de muestreo (Morrison, 2008). En estas gráficas cada uno de los puntos de muestreo se muestran en colores diferentes según los valores del indicador establecimos en la Tabla 1.

## RESULTADOS

### 3.1. Definición de indicadores.

Se definió un sistema de catorce indicadores orientados a evaluar la integridad de la vegetación, tres de los cuales son indicadores de presión y once son indicadores de estado.

#### 3.1.1. Indicadores de presión.

- Intensidad de carga ganadera
- Superficie de área antropizada
- Accesibilidad al bosque

#### 3.1.2. Indicadores de estado.

- Cambios en la densidad de árboles
- Cambio en la complejidad estructural del bosque
- Pérdida de la altura del bosque
- Cambios en la frecuencia de especies indicadoras
- Cambios en la superficie de suelo desnudo
- Cambios en la diversidad alfa
- Cambios en la diversidad beta
- Tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles
- Cambios en la capacidad de regeneración
- Cambios en la diversidad de regeneración natural
- Cambios en la capacidad de reclutamiento

**Tabla 4.** Indicador de presión, intensidad de carga ganadera.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Intensidad de carga ganadera	
<b>Tipo de indicador.</b> Presión	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuye a responder dos preguntas clave generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales? y ¿Cuál es la dinámica de la presión antrópica en los ecosistemas secos?
<b>Descripción del indicador</b>	En los ecosistemas secos el ganado es una fuente de ingresos importante para la mayoría de la población local alrededor del bosque (Chiriboga & Andrade, 2001). Los animales de cría más comunes son el ganado caprino y vacuno, estos animales afectan principalmente la regeneración del bosque por su ramoneo (Freile & Vázquez, 2001). En este indicador se evalúa la intensidad de carga ganadera mediante el peso seco de las heces. Dicho procedimiento es recomendado

	para zonas secas sin actividad pronunciada de escarabajos peloteros, donde la descomposición de las heces es lenta (Cierjacks & Hensen, 2004).								
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Se espera que en sitios menos conservados exista una mayor intensidad de pastoreo, generando efectos de: reducción en la tasa de reclutamiento de plantas, modificaciones en la dinámica de la población y alteración de los ciclos de nutrientes. Por lo contrario suponemos que en sitios conservados la intensidad de pastoreo sea menor.</p>								
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Cuál es la intensidad de ganadería dentro del bosque?; ¿Está cambiando la intensidad de ganadería en el espacio?; ¿La carga de ganado tiene un efecto en la estructura y funcionalidad del ecosistema?								
<b>Frecuencia de recolección</b>	Semestral								
<b>Metodología</b>	<p>Las excretas son recolectadas en cuatro subparcelas de 5 x 5 m distribuidas dentro de la parcela de 20 x 20 m. A continuación, se representa su ubicación.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>En cada subparcela todas las heces (vacas, cabras y burros) son recolectadas, secadas y pesadas. El peso de las heces se expresa en g / m<sup>2</sup>.</p> <p>Siguiendo los criterios establecidos por Schulz <sup>et al.</sup> (2016), se establece la intensidad de carga ganadera por cada parcela en base a los siguientes parámetros.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Clasificación (peso medio de las 4 subparcelas)</th> <th style="text-align: center;">Intensidad de carga ganadera</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">&gt; 20 g/m<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">Alta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5 - 20 g/m<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">Media</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">&lt; 5 g/m<sup>2</sup></td> <td style="text-align: center;">Baja</td> </tr> </tbody> </table>	Clasificación (peso medio de las 4 subparcelas)	Intensidad de carga ganadera	> 20 g/m <sup>2</sup>	Alta	5 - 20 g/m <sup>2</sup>	Media	< 5 g/m <sup>2</sup>	Baja
Clasificación (peso medio de las 4 subparcelas)	Intensidad de carga ganadera								
> 20 g/m <sup>2</sup>	Alta								
5 - 20 g/m <sup>2</sup>	Media								
< 5 g/m <sup>2</sup>	Baja								
<b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019									
<b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019									
<b>Referencias bibliográficas</b>	Chiriboga, C., & Andrade, K. (2001). Diagnóstico socioeconómico de las poblaciones usuarias de los remanentes de bosque seco en los cantones Alamor y Zapotillo en la provincia de								

Loja, Ecuador. *Ö& Öã) &æ* 91-116. Recuperado de <https://bit.ly/2nPDMGr>

Cierjacks, A., & Hensen, I. (2004). Variation of stand structure and regeneration of Mediterranean holm oak along a grazing intensity gradient. *Ú|æ Å& || \*^*, 173(2), 215-223. Recuperado de <https://bit.ly/2Wf3qUW>.

Freire, J., & Vázquez, M. (2001). Los bosques secos del occidente de la provincia de Loja: consideraciones sobre la conservación de la zona de Cerro Negro-Cazaderos. *Ö& Öã) &æ* 117-126. Recuperado de <https://bit.ly/2nPDMGr>.

Schulz, K., Voigt, K., Beusch, C., Almeida-Cortez, J. S., Kowarik, I., Walz, A., & Cierjacks, A. (2016). Grazing deteriorates the soil carbon stocks of Caatinga forest ecosystems in Brazil. *Ø !^•Á Ö& || \*^Á æ åÁ T æ æ^{ }ç* 367, 62-70. Recuperado de <https://bit.ly/2W9tEYX>.

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 5.** Indicador de presión, superficie de área antropizada.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Superficie de área antropizada	
<b>Tipo de indicador.</b> Presión	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder dos de las preguntas clave generales: ¿Cuál es la dinámica de las presiones antrópicas en los BTES?; ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?
<b>Descripción del indicador</b>	Los bosques secos son ecosistemas con alto índice de asentamientos humanos en el Ecuador (Vázquez, Freire, & Suárez, 2005). Históricamente las civilizaciones han modificado el estado natural del bosque, a causa de la fuerte demanda de sus recursos naturales y actividades agrícolas (Larrea, 2015). En este indicador se cuantifica el grado de urbanización del paisaje en los bosques secos. Se analiza características de cobertura del suelo, para luego determinar la superficie de área antropizada (Seress, Lipovits, Bókony & Czúni, 2014).
<b>Uso e interpretación</b>	<b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque. <b>Interpretación.</b> Se espera que teniendo una mayor área de superficie antropizada, tendremos cambios negativos en la estructura y diversidad del bosque. Por otro lado, en sitios con menos superficie antropizada el bosque esté mejor conservado, manteniendo mayor diversidad y complejidad estructural.
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Cómo afecta la urbanización a la conectividad entre remanentes de bosque?; ¿Sitios con mayor porcentaje de urbanización, presentan características de bosques degradados?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Anual
<b>Metodología</b>	Siguiendo la metodología de Bókony <sup>^ÁÆ</sup> (2012), en el software Google earth, se establece una grilla de 1 km x 1 km dividida en celdas de 10 x 10 (cada celda 10 000 m <sup>2</sup> ). Cada parcela de 20 x 20 metros es ubicada en el centro de la grilla para su evaluación.  En cada celda se evalúa cuatro características principales de cobertura de suelo: construcciones (C), vegetación (V), cultivos (CU) y carreteras (CA). Para determinar el porcentaje de cobertura, se evalúa el paisaje en relación a los siguientes parámetros.

Categoría	Valoración
C	0 si la proporción de la cubierta de construcción es 0
	1 si la proporción de la cubierta de construcción está entre 0 y 50%
	2 si la proporción de la cubierta de construcción es superior al 50%
CU	0 si la proporción de la cubierta de cultivos es 0
	1 si la proporción de la cubierta de cultivos está entre 0 y 50%
	2 si la proporción de la cubierta de cultivos es superior al 50%
V	0 si la proporción de cobertura vegetal es 0
	1 si la proporción de cobertura vegetal está entre 0 y 50%.
	2 si la proporción de cobertura vegetal es superior al 50%.
CA	0 si no hay presentes carreteras de: primero, segundo o tercer orden
	1 si están presentes carreteras de: primer, segundo o tercer orden

Para cada sitio se obtiene seis variables: la media de cobertura vegetal, la media de densidad de construcción, número de celdas con alta densidad de construcción, número de celdas con carreteras, número de celdas con alta densidad de vegetación y número de celdas con alta densidad de cultivos. Con estas variables se desarrolla un PCA (Análisis de componentes principales), para su cálculo se lo realiza en el entorno de programación (R Core Team, 2019). El primer eje será utilizado como subrogado de urbanización.

**Fecha de elaboración de la ficha.** 22/mayo/2019  
**Fecha de la última actualización de la ficha.** 27/noviembre/2019

**Referencias bibliográficas**

Bókony, V., Seress, G., Nagy, S., Lendvai, Á. Z., & Liker, A. (2012). Multiple indices of body condition reveal no negative effect of urbanization in adult house sparrows. *Science*, 104(1), 75-84. Recuperado de <https://bit.ly/2JA5oJs>.

Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P., & Maldonado, G. (Eds.). (2015). *Urbanización y biodiversidad en Chile: un desafío para el futuro*. Santiago: CEAZ, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB.

Seress, G., Lipovits, Á., Bókony, V., & Czúni, L. (2014). Quantifying the urban gradient: a practical method for broad measurements. *Science*, 131, 42-50. Recuperado de <https://bit.ly/2CRWfGa>.

Vázquez, M. A., Freire, J. F., & Suárez, L. (2005). *Urbanización y biodiversidad en Chile: un desafío para el futuro*. Santiago: CEAZ, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB. Recuperado de <https://bit.ly/2M1aiBp>.

**Fuente y elaboración:** Autor.

**Tabla 6.** Indicador de presión, accesibilidad al bosque.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Accesibilidad al bosque	
<b>Tipo de indicador.</b> Presión	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder dos de las preguntas claves generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?, ¿Cuál es la dinámica de las presiones antrópicas en los ecosistemas secos?
<b>Descripción del indicador</b>	Los bosques secos han soportado presiones por la extracción de la madera y conversión del uso de la tierra durante 70 años aproximadamente (Aguirre & Geada, 2017). El alto índice de asentamientos humanos (Vázquez <sup>et al.</sup> 2005) y la constante creación de carreteras inciden directamente en la conservación del bosque al facilitar la extracción de recursos específicos y la conversión del bosque en zonas de cultivo (Lanly, 2003). En este indicador buscamos determinar la relación que existe entre la accesibilidad bosque y su estado de conservación.
<b>Uso e interpretación</b>	<b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque. <b>Interpretación.</b> Esperamos que en sitios con mayor accesibilidad, exista una reducción en la riqueza y abundancia de las especies, mientras tanto, en sitios con menor accesibilidad, exista mayor diversidad y complejidad estructural del bosque.
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Cómo se relaciona la accesibilidad al bosque, definida por la distancia a zonas pobladas y carreteras, con el estado de conservación del bosque?; ¿En sitios con mayor accesibilidad al bosque disminuye la riqueza de especies arbóreas?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Cada tres años.
<b>Metodología</b>	Se determina las distancias en metros de cada parcela a las siguientes variables: centro poblado, cabecera cantonal y carreteras (hasta segundo orden). Para las carreteras y centros poblados se toma el que tenga menor distancia al punto de muestreo. Se determinan las distancias utilizando los Sistemas de Información Geográfica Google earth y Qgis. Por último, se aplica un Análisis de Componentes Principales (PCA), con las tres distancias de cada punto. Se lo realiza en el software de programación R-Studio.
<b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019	
<b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019	
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Aguirre, Z., Buri, D., Geada, G., &amp; Betancourt, Y. (2014). Composición florística, estructura y endemismo en una parcela permanente de bosque seco en Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador. <i>CE) apá[ æ 21 (1): 165 - 178. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2onhV9z">https://bit.ly/2onhV9z</a>.</i></p> <p>Lanly, J. P. (2003). Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2MMuOnt">https://bit.ly/2MMuOnt</a>.</p> <p>Vázquez, M. A., Freire, J. F., &amp; Suárez, L. (2005). <i>Óñ áã^!•ãããA} Á[ •Á[ •~^•Á^&amp;[ •A á^Áã[ ] áã^ÁÓ^!;[ Á^*! [ Eöæ áã^! [ •Eñ &amp;&amp;ã^} c^Áã^Áã[ ]! çã &amp;ãã^Á[ ] lãã^} Á !^] [ ;c^Á á^Á ]æ Á ^çã^ áã[ } ^•Á ^&amp;[ ]5^ ææ Á ^Á [ &amp;ã ^&amp;[ ] 5{ ææ Á !; ] ãæ È</i> Recuperado de <a href="https://bit.ly/2M1aiBp">https://bit.ly/2M1aiBp</a>.</p>

Fuente y elaboración: Autor.





<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Aguirre, Z., Betancourt, Y., López, G., &amp; González, H. (2015). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. <i>Ceja &amp;</i>, 15(2), Recuperado de <a href="https://bit.ly/2YFLpfO">https://bit.ly/2YFLpfO</a>.</p> <p>Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., &amp; Kvist, L. P. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. <i>CEJA</i> 13(2), 324-350. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2RkRXww">https://bit.ly/2RkRXww</a>.</p> <p>Barbeito, I., Cañellas, I., &amp; Montes, F. (2009). Evaluating the behaviour of vertical structure indices in Scots pine forests. <i>CEJA</i>, 66(7), 1-10. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2CGi2kL">https://bit.ly/2CGi2kL</a>.</p> <p>Espinosa, C., de la Cruz, M., Luzuriaga, L., &amp; Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. <i>Oryza</i>, 21(1-2), 167-179. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2HygAnw">https://bit.ly/2HygAnw</a>.</p>
-----------------------------------	--

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 9.** Indicador de estado, pérdida de la altura del bosque.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Pérdida de la altura del bosque	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder tres de las preguntas clave generales: ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?; ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?
<b>Descripción del indicador</b>	Los árboles grandes almacenan cantidades considerables de carbono, proporcionan nutrientes al suelo, proveen nidos, refugios y juegan un papel importante en los regímenes hidrológicos (Lindenmayer, Laurance & Franklin, 2012). Sin duda alguna el estrés hídrico al que se encuentran sometidas los ecosistemas secos condicionan el crecimiento de árboles grandes. Típicamente en bosques intervenidos las especies de gran tamaño se encuentran dispersas y son escasas (Aguirre <sup>et al.</sup> 2014). Por lo tanto, es necesario cuantificar la pérdida de altura del estrato arbóreo a distintos niveles de intervención en el bosque seco.
<b>Uso e interpretación</b>	<b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque. <b>Interpretación.</b> Es posible que una mayor perturbación sobre el bosque genere pérdidas en las alturas del estrato arbóreo. Mientras que en zonas mejor conservadas se encuentre bosques con presencia de árboles con mayor altura.
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿La degradación del bosque está afectando el desarrollo de especies arbóreas?; ¿Existe una pérdida en la altura total del bosque conforme incrementa la degradación?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Anual
<b>Metodología</b>	Se calcula la altura máxima utilizando los cinco árboles más grandes de cada parcela. Además se calcula la altura media de todos los individuos adultos en cada parcela

**Fecha de elaboración de la ficha.** 22/mayo/2019

**Fecha de la última actualización de la ficha.** 27/noviembre/2019

<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Aguirre, Z., Buri, D., Geada, G., &amp; Betancourt, Y. (2014). Composición florística, estructura y endemismo en una parcela permanente de bosque seco en Zapotillo, provincia de Loja, Ecuador. <i>CE) a[ æ 21 (1): 165 - 178. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2onhV9z">https://bit.ly/2onhV9z</a>.</i></p> <p>Lindenmayer, D. B., Laurance, W. F., &amp; Franklin, J. F. (2012). Global decline in large old trees. <i>Ú&amp;a } &amp;^, 338(6112), 1305-1306. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2WWkNa4">https://bit.ly/2WWkNa4</a>.</i></p>
-----------------------------------	--

**Fuente y elaboración:** Autor.

**Tabla 10.** Indicador de estado, cambios en la frecuencia de especies indicadoras.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la frecuencia de especies indicadoras	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder dos de las preguntas clave generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales? ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?
<b>Descripción del indicador</b>	Las cabras mantienen un sobrepastoreo selectivo en zonas de suelos áridos y semiáridos, generando una lenta recuperación del bosque (Colmenares-Arteaga <sup>^o&amp;E</sup> 2013). En el cantón Zapotillo las cabras se han desarrollado principalmente en zonas de bosque abiertas estatales o privadas de uso comunal, donde realizan su ramoneo (PDOT, 2015). Sin embargo, existen dos especies poco palatables para las cabras por su alto contenido tóxico: <i>Q[ { [ ^a&amp;æ) ^æy ÁÔi[ q } Á, æ } ^'ã</i> (Sabogal & Borkowski, 2007; Dunin, 2007), especies que se ha observado un incremento de su abundancia especialmente en zonas de bosque poco densas y degradadas.
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Esperamos que en zonas menos conservadas, incremente la frecuencia de <i>Q[ { [ ^a&amp;æ) ^æy ÁÔi[ q } Á, æ } ^'ã</i> Mientras que en zonas mejor conservadas la frecuencia de estas especies sea menor en el bosque.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Existe un incremento en la frecuencia de <i>Q[ { [ ^a&amp;æ) ^æy ÁÔi[ q } Á, æ } ^'ã</i> conforme incrementa la degradación del bosque?; ¿Existe una relación entre la frecuencia de <i>Q[ { [ ^a&amp;æ) ^æy ÁÔi[ q } Á, æ } ^'ã</i> y la riqueza de especies leñosas?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Anual
<b>Metodología</b>	Se establecen nueve subparcelas de 1m <sup>2</sup> distribuidas desde el vértice Nororiental de la parcela de individuos adultos (20 x 20 m). A continuación, se representa su ubicación.



<b>Descripción del indicador</b>	<p>La cobertura vegetal del suelo en los BTES se reduce por cambios negativos en su uso, con ello, se altera los procesos de regulación hídrica que realizan las plantas. Es importante tomar en cuenta el parámetro de suelo desnudo en un bosque, principalmente por sus efectos: erosión, aumento de la escorrentía, impermeabilidad y compactación del suelo, etc; estos factores inciden directamente en la regeneración del bosque (Alvarado, 2014). La mayor densidad de árboles que caracteriza a los bosques poco alterados genera un mayor aporte de hojarasca, y facilita además la retención de material sobre el suelo. Pero además de los árboles, otros elementos como hierbas, raíces, ramas caídas, piedras, etc., pueden estar actuando como barreras que retienen material, formando parches y estabilizando las propiedades del suelo. Si estos parches están en un buen estado funcional, retendrán recursos que posteriormente serán usados por la biota (Tongway &amp; Hindley, 2004).</p>
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Esperamos que en sitios mejor conservados exista mayor cobertura de parches en el suelo, protegiendo la pérdida de nutrientes por erosión. Por lo contrario en sitios menos conservados la cobertura de parches en el suelo sea menor, presentándose características de suelos susceptibles a la erosión.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	<p>¿Existe más superficie con suelo desnudo en sitios con baja riqueza de especies?;  ¿Cómo cambia la proporción del parche en relación a la estructura vertical del bosque?;  ¿La superficie de suelo desnudo varía a lo largo del tiempo?</p>
<b>Frecuencia de recolección</b>	<p>Semestral</p>
<b>Metodología</b>	<p>Se divide la parcela de 20 x 20 metros en 4 transectos iguales en dirección de la máxima pendiente. Las mediciones que se realiza son: longitud en metros del parche e interparche a lo largo del transecto y ancho del parche en centímetros.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Parches:</b> son zonas relativamente homogéneas que tienden a acumular recursos, obstruyen o desvían el flujo de agua y/o filtran el material de escorrentía por ejemplo plantas perennes, rocas y ramas de árboles en contacto con el suelo.</li> <li>● <b>Interparches:</b> son zonas donde los recursos de agua, suelo y basura son transportados libremente cuesta abajo cuando el agua es un agente motor o viento abajo en procesos hídricos y eólicos activos (Tongway &amp; Hindley, 2004). En el bosque seco los tipos de parches más comunes son: piedras, árboles, troncos caídos y hierbas.</li> </ul> <p>Luego de haber recolectado los datos se procede a evaluar el índice de organización del paisaje. Se utiliza una matriz de Excel para ingresar las medidas de parches e Interparches encontrados. Luego de ello aplicamos la siguiente fórmula para calcular el índice. Se obtiene un valor de LFA promediado por parcela.</p> $LFA = Lp/Lt$ <p>Donde,</p> <p>LFA = Organización del paisaje</p> <p>Lp = longitud total del parche en el transecto</p> <p>Lt = longitud total del transecto</p> <p>El índice de organización del paisaje es la proporción de la longitud del parche a la longitud total del transecto, es decir, un transecto totalmente desnudo tendría un índice de 0 (cero) o, si fuera todo un parche (por ejemplo, un césped), el índice sería 1 (Tongway &amp; Hindley, 2004).</p>
<p><b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019</p> <p><b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019</p>	

<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Alvarado, D. (2014). <i>Öq i { 3aaÁÖ } 33q Ë^ { J [ i 3aÁ^Á3a8  à^c i 3aÁ^ÁÖj • ~^ÁÚ^&amp; Á V [ ] 3a4^ÁÖ^ 33q ^ } q Á^Á3a4^ÁÖ^ 33q 3a4Ö [ [ { à 3a4</i> (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia) : Recuperado de <a href="https://bit.ly/2X4FdOI">https://bit.ly/2X4FdOI</a>.</p> <p>Tongway, D. J., &amp; Hindley, N. L. (2004). <i>Š3q á•33q ^ÁÖ^ } &amp;3q } ÁÖq 33q • 3ÁT 33q ~ 33q Ú! [ &amp; á^ !^•Á [ Á [ ] 3q i 3q * Á3q áÁÖ•^•••3q * Š3q á•33q ^•Á 33q ] ^ &amp; 33q Á^•^•^ } &amp; Á q Á 3q ^•3q • Á3q áÁÖq *^   3q á• 3q</i> Recuperado de <a href="https://bit.ly/2Jt877m">https://bit.ly/2Jt877m</a>.</p>
-----------------------------------	---

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 12.** Indicador de estado, cambios en la diversidad alfa.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la diversidad alfa	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder dos de las preguntas clave generales: ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?
<b>Descripción del indicador</b>	La degradación histórica sobre los bosques secos del suroccidente del Ecuador, ha generado cambios negativos en la riqueza de especies de sus comunidades (Aguirre, Linares-Palomino & Kvist, 2006). Podemos encontrar zonas con una baja diversidad alfa debido a la cría de ganado y expansión agrícola; esto altera la funcionalidad del ecosistema seco (Vilà, 1998; Sánchez, 2002). Por tal razón, es importante cuantificar la diversidad de especies arbóreas, con ello tendremos una medida directa de su estado de conservación.
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Esperamos encontrar una mayor diversidad de especies en sitios mejor conservados, en cambio, en sitios donde las actividades de origen antrópico se desarrollen con mayor intensidad; principalmente ganadería y agricultura, la diversidad de especies sea menor.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿En zonas de menor intervención antropogénica, existe una mayor diversidad de especies?; ¿Los bosques con mayor diversidad alfa, reflejan el buen estado de conservación?; ¿En ecosistemas alterados, se reduce la diversidad de sus especies, a medida que su factor de alteración aumenta?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Semestral
<b>Metodología</b>	<p>Con los datos recolectados en campo de plantas adultas, se calcula el Índice de diversidad de Simpson y riqueza de especies por parcela.</p> <p><b>Riqueza de especies</b> = número total de especies por parcela.</p> <p>Índice de Simpson</p> $D = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$ <p>Índice de diversidad de Simpson = 1 - D</p>

	<p>Donde,</p> <p><math>n_i</math> = número de individuos de las especies <math>i</math>.</p> <p><math>N</math> = número total de individuos de todas las especies.</p>
<p><b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019</p> <p><b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019</p>	
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., &amp; Kvist, L. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. <i>Revista de Biología</i> 13(2), 324-350. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2RkRXww">https://bit.ly/2RkRXww</a>.</p> <p>Sánchez, L. E. (2002). <i>Notas de clases dictadas en el II curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental.</i> Oficina Regional de Ciencia de la UNESCO para América Latina y el Caribe: Montevideo, Uruguay.</p> <p>Vilà, M. (1998). Efectos de la diversidad de especies en el funcionamiento de los ecosistemas. <i>Urbión</i> 13, 105-117. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2sdqDX0">https://bit.ly/2sdqDX0</a>.</p>

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 13.** Indicador de estado, cambios en la diversidad beta.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la diversidad beta	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder tres de las preguntas clave generales: ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cómo afecta el uso del suelo a la diversidad biológica, conectividad y resiliencia del bosque?; ¿Cuál es la dinámica de las presiones antrópicas en los bosques secos?
<b>Descripción del indicador</b>	La diversidad beta nos permite comparar la similitud biológica que puede existir entre ambientes (de Lima, Artigas & de Souza, 2016). Las actividades de extracción de madera y la conversión de bosques en parcelas de cultivo, han generado efectos negativos sobre la capacidad de recambio de las especies entre comunidades (Villareal & Artigas, 2006). Por tanto, se utiliza parcelas de referencia de un bosque conservado para evaluar la diversidad beta al comparar con otras parcelas objeto de evaluación.
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Este indicador nos permitirá conocer el recambio en la composición de especies entre los diferentes sitios. Por ello, se espera que en sitios con mayor nivel de intervención antrópica se encuentre un reducido recambio de especies, en comparación con sitios que no estén expuestos a actividades de ganadería y agricultura donde el recambio de especies es mayor.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Las presiones antrópicas del sector potencian la pérdida de la diversidad beta en la comunidad de plantas leñosas?; ¿En sitios de manejo restringido del bosque, la diversidad beta es mayor que en sitios degradados?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Semestral

<b>Metodología</b>	<p>Se utilizará toda la comunidad de plantas leñosas: adultos y juveniles para la evaluación basada en presencia-ausencia y solamente con adultos para la evaluación basada en abundancias. Se trabajará mediante el cálculo de los índices de Jaccard y Sorensen para medir cambios en la diversidad beta.</p> <p><b>Índice de Jaccard.</b></p> <p>Fórmula:</p> $I_j = \frac{c}{a + b - c}$ <p>Donde,</p> <p>a= número de especies en el sitio A.</p> <p>b= número de especies en el sitio B.</p> <p>c= número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir que están compartidas.</p> <p><b>Índice de Sorensen (cuantitativo).</b></p> <p>Fórmula:</p> $I = \frac{2pN}{aN + bN}$ <p>Donde,</p> <p>aN= número total de individuos en el sitio A.</p> <p>bN= número total de individuos en el sitio B.</p> <p>pN= sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios.</p>
--------------------	--

**Fecha de elaboración de la ficha.** 22/mayo/2019

**Fecha de la última actualización de la ficha.** 27/noviembre/2019

<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>de Lima, V. R., Artigas, R. C., &amp; de Souza, B. I. (2016). Diversidad alfa y beta en bosques tropicales secos estacionales: relación florística entre gradientes fisionómicos y los factores geográficos en el sector semiárido de la cuenca hidrográfica del Río Paraíba, Noreste de Brasil. <i>Acta Oecologica</i>, 7(1), 258-266. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2YJ9fHt">https://bit.ly/2YJ9fHt</a>.</p> <p>Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., &amp; Umaña, A. M. (2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad. <i>Taxonomía</i>, 18(1), 185-226. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2JxsEba">https://bit.ly/2JxsEba</a>.</p>
-----------------------------------	--

**Fuente y elaboración:** Autor.

**Tabla 14.** Indicador de estado, tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles.

<b>FICHA METODOLÓGICA</b>	
<b>Nombre del indicador.</b>	Tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles
<b>Tipo de indicador:</b>	Estado

<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder tres de las preguntas clave generales: ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?; ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?
<b>Descripción del indicador</b>	Los bosques secos pierden altura a medida que aumentan sus niveles de estrés. En zonas con déficit hídrico existe una escasa producción de nutrientes (Herazo, Mercado & Mendoza, 2017). Las especies juveniles son perjudicadas por el ramoneo intensivo de las cabras en el bosque, las cuales influyen negativamente en el crecimiento de la planta y por consiguiente la regeneración natural de sus comunidades (Emmons & Albuja Viteri, 1992). En este indicador calculamos el crecimiento promedio de tres especies abundantes en el bosque.
<b>Uso e interpretación</b>	<b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque. <b>Interpretación.</b> Se espera que en sitios conservados la altura media de crecimiento para: <i>Óx@^c^ { Á[[^]] ã ãÁÜã ããÁ^&amp; ãã[ ^) •ãÁy Paã à!  ã c@•Á&amp;@•ã c@•É</i> sea mayor: En cambio, en sitios con mejor estado de conservación la altura media de crecimiento sea reducida.
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿La altura de las especies juveniles tiende a reducirse a medida que aumenta el grado de intervención en el bosque?; ¿Los intervalos de variación en la altura de las especies juveniles, muestra reducida variación en las parcelas sometidas a altos niveles de estrés antropogénico?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Anual
<b>Metodología</b>	Se utiliza los datos de altura de tres especies juveniles establecidas en las parcelas de 10 x 10 metros: <i>Óx@^c^ { Á[[^]] ã ãÁÜã ããÁ^&amp; ãã[ ^) •ãÁy Paã à!  ã c@•Á&amp;@•ã c@•</i> . Luego se calcula la altura media para cada especie por parcela.
<b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019 <b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019	
<b>Referencias bibliográficas</b>	Aguirre, Z., Betancourt, J. L., & Guamán, V. (2016). Dinámica de crecimiento de las especies leñosas en una parcela permanente de bosque seco en Loja, Ecuador. <i>OE) ãã[ ã 23(1)</i> , 235-246. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2ozXcQa">https://bit.ly/2ozXcQa</a> .  Herazo Vitola, F., Mercado Gómez, J., & Mendoza Cifuentes, H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). <i>Óã) &amp;ãÁ) ÁÖ•ã!    </i> , 8(1), 71-82.

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 15.** Indicador de estado, cambios en la capacidad de regeneración.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la capacidad de regeneración	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	

<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder tres de las preguntas clave generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?; ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?
<b>Descripción del indicador</b>	Los campesinos de la provincia de Loja aprovechan los recursos del bosque seco con fines de subsistencia y comercialización (Aguirre-Mendoza & Delgado-Cueva, 2005), sin tomar en cuenta su lenta capacidad de regeneración (Uslar, Mostacedo & Saldías, 2004). A pesar de ello existen especies que logran adaptarse fácilmente a estos niveles de estrés ya sea por su tipo de semilla o su medio de germinación (Hierro, 2003). En este indicador se utiliza un índice de similitud entre los individuos adultos y juveniles, es decir, si las especies arbóreas se encuentran regenerando. Esto será una medida directa de las respuestas que las comunidades de leñosas tienen ante el estrés antropogénico.
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Esperamos que en sitios sometidos a altos niveles de estrés exista una baja presencia de regeneración del bosque. Por lo contrario, en sitios expuestos a bajos niveles de estrés exista una alta capacidad de regeneración de las especies leñosas.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿Existe una reducción en la regeneración del bosque, en zonas sometidas a mayor estrés?; ¿Se evidencian cambios significativos en el número de especies de adultos, entre parcelas sometidas a diferente grado de estrés?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Semestral
<b>Metodología</b>	<p>Se utiliza toda la comunidad de individuos adultos y juveniles por parcela. Luego se utiliza el índice de similitud de Sorensen basado en presencia-ausencia para cuantificar la capacidad de regeneración de la comunidad de leñosas. Finalmente se obtiene un valor entre 0 y 1 por parcela.</p> <p><b>Índice de Sorensen</b></p> $CC = \frac{2c}{(S1 + S2)}$ <p>Donde,</p> <p>S1=Número de especies de la comunidad 1 (juveniles)</p> <p>S2= Número de especies de la comunidad 2 (adultos)</p> <p>C=Número de especies en común para las dos comunidades</p> <p>El valor del índice oscila entre 0, cuando las dos comunidades no poseen especies en común; 1; cuando la composición de las especies de las dos comunidades son idénticas (Smith &amp; Smith, 2007).</p>
<b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019	
<b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019	
<b>Referencias bibliográficas</b>	<p>Aguirre, Z., &amp; Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. En M. Vázquez, M., Freire, J., Suárez, L. <i>Orbita</i> 15(1), 9-24. Quito: EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco.</p> <p>Hierro, R. S. (2003). Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. <i>Orbita</i> 15(1), 11-16.</p>

	<p>Recuperado de <a href="https://bit.ly/2wilX2B">https://bit.ly/2wilX2B</a>.</p> <p>Smith, T., &amp; Smith, R. (2007). <i>Ó&amp; // * &amp;E</i> Madrid: Pearson.</p> <p>Uslar, Y. V., Mostacedo, B., &amp; Saldias, M. (2004). Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. <i>Ecología en Bolivia</i>, 39(1), 25-43. Recuperado de <a href="https://bit.ly/2Hx0WZT">https://bit.ly/2Hx0WZT</a>.</p>
--	--

Fuente y elaboración: Autor.

**Tabla 16.** Indicador de estado, cambios en la diversidad de regeneración natural.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la diversidad de regeneración natural	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder cuatro de las preguntas clave generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?; ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?; ¿Cuál es la capacidad de resiliencia del ecosistema secos?
<b>Descripción del indicador</b>	En el bosque seco las actividades agrícolas y ganaderas perjudican el desarrollo efectivo del bosque (Jirón, 2017). El pastoreo de ganado caprino y vacuno disminuyen la diversidad de especies y perjudican los procesos de regeneración en el bosque (Freile y Vázquez, 2005). Por tanto, se mide los cambios en la riqueza de plantas juveniles (regeneración) en un tiempo determinado, para conocer la respuesta de la regeneración del bosque ante distintos niveles de intervención.
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Se espera que, en sitios con mayor intervención antrópica, exista una reducida riqueza de especies y dominancia de algunas, mientras que en sitios alejados de actividades antrópicas y en un buen estado de conservación, la riqueza de especies sea mayor.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿La pérdida de regeneración natural, es directamente proporcional a la riqueza de especies?; ¿Se evidencia una mayor tasa de reposición del bosque, a medida que aumenta la conservación del sitio?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Semestral
<b>Metodología</b>	<p>En todas las parcelas de individuos juveniles (parcelas de 10 x 10 m), se evalúa la riqueza de especies.</p> <p><b>Riqueza de especies</b> = número total de especies por parcela.</p>
<b>Fecha de elaboración de la ficha.</b> 22/mayo/2019	
<b>Fecha de la última actualización de la ficha.</b> 27/noviembre/2019	
<b>Referencias bibliográficas</b>	Freile, J. F., & Vázquez, M. A. (2005). Los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de Loja: una visión introductoria. En M. En: Vázquez, J. Freire, & L. Suárez. (Eds.). <i>Ó&amp; ä&amp;^!• ä&amp;äA} Ä! • Ä! • ~^• Ä^&amp;  • Ä^ Ä&amp;Ä[] } ä&amp;^ Ä^!  Ä^*!  È Ö&amp; ä&amp;^! • È &amp;ä^} c Ä^ Ä&amp;Ä!   ç&amp; ä&amp;ä^ Ä! ä&amp;Ä} Ä^     c Ä^ Ä&amp; Ä ç&amp; ä&amp;ä} ^• Ä^&amp;  5* ä&amp; Ä^ Ä! &amp;ä^&amp;  } 5{ ä&amp; Ä!   ä&amp;ä È(pp. 5-8). Quito: EcoCiencia, MAE y</i>

	<p>Proyecto Bosque Seco.</p> <p>Jirón, J. I. (2017). <i>El uso de la tierra y la diversidad biológica en los bosques naturales de la zona de estudio</i>. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de <a href="https://bit.ly/2wc6hz0">https://bit.ly/2wc6hz0</a>.</p>
--	--

Fuente y elaboración: Autor.

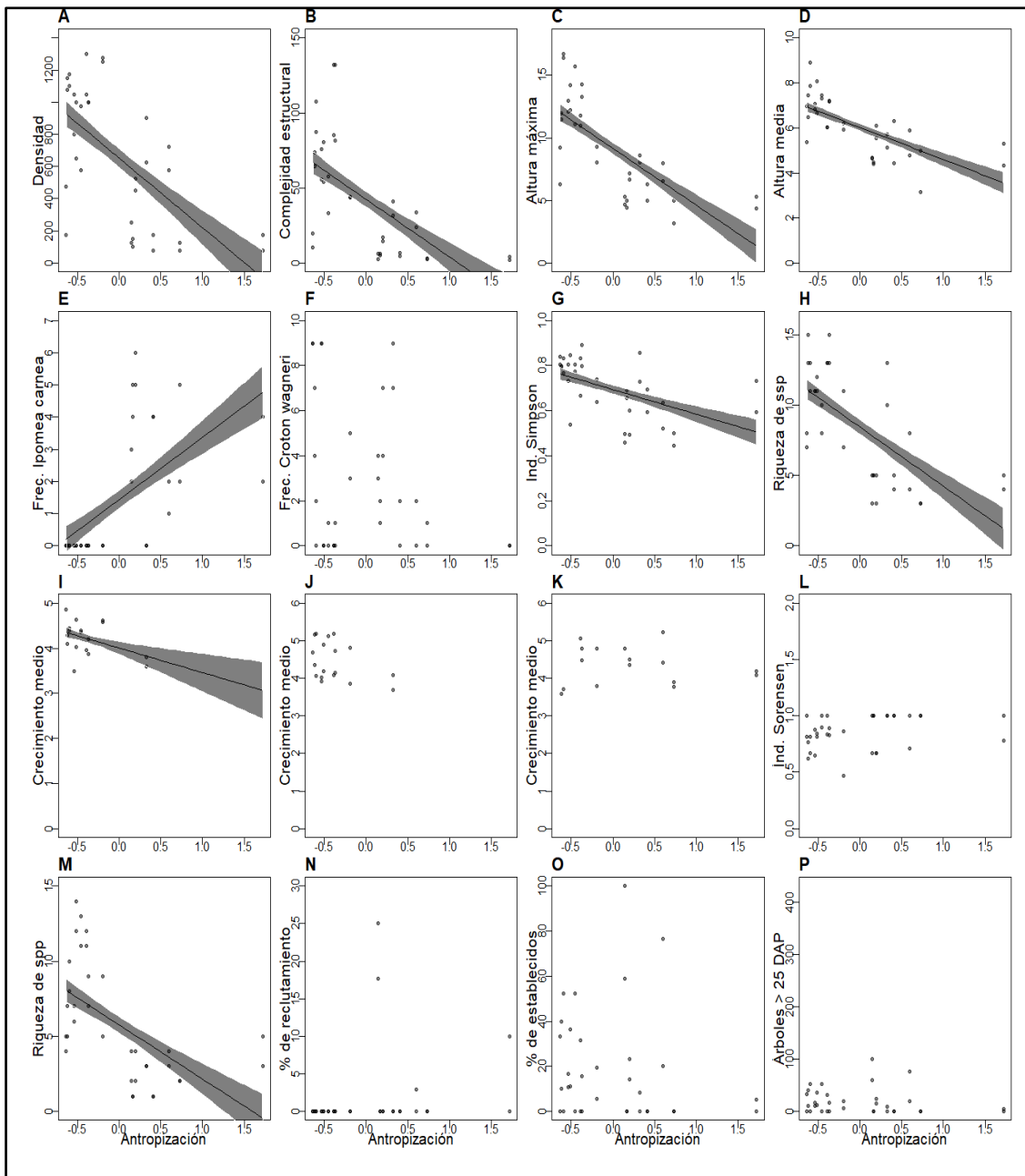
**Tabla 17.** Indicador de estado, cambios en la capacidad de reclutamiento.

FICHA METODOLÓGICA	
<b>Nombre del indicador.</b> Cambios en la capacidad de reclutamiento	
<b>Tipo de indicador:</b> Estado	
<b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b>	Este indicador contribuirá a responder tres de las preguntas clave generales: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?; ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?
<b>Descripción del indicador</b>	Los bosques secos son considerados ecosistemas frágiles por tener una lenta capacidad de regeneración. La persistente deforestación y sus condiciones de sequía, afectan la capacidad de reclutamiento del bosque (Uslar, Mostacedo, & Saldias, 2004). Por lo tanto, obtener la tasa anual de reclutamiento permite analizar la capacidad que tiene el bosque para incrementar el número de árboles a sus comunidades (Mosquera, Iburgüen, & Palacios, 2009).
<b>Uso e interpretación</b>	<p><b>Uso.</b> Este indicador se plantea para definir el estado del bosque y medir cambios temporales en el estado del bosque.</p> <p><b>Interpretación.</b> Se espera que en sitios conservados exista mayor tasa de reclutamiento y un número mayor de individuos establecidos, por consiguiente, se mantenga la regeneración y diversidad vegetal en el bosque. Contrario a ello en sitios menos conservados con alta intervención ganadera la tasa de reclutamiento y número de individuos establecidos sea menor y en muchos casos ninguna.</p>
<b>Preguntas clave del indicador</b>	¿La tasa de reclutamiento anual es mayor, conforme aumenta el estado de conservación del bosque?; ¿La tasa de reclutamiento tiene relación con la riqueza de especies?
<b>Frecuencia de recolección</b>	Anual
<b>Metodología</b>	<p>Con los datos de individuos juveniles (parcelas de 10 x 10 m) se calcula la tasa anual de reclutamiento (Mosquera, Iburgüen, &amp; Palacios, 2009). Se considera a individuos reclutados aquellos que se encuentran entre 30 y 150 cm de altura y los individuos establecidos aquellos que superen una altura de 150 cm de altura. Los valores a obtener son: la tasa de reclutamiento anual y el número de individuos establecidos por parcela en un tiempo determinado.</p> <p>Reclutados:</p> $Rr = \left[ \left( \frac{N_t}{N_0} \right)^{\frac{1}{t}} - 1 \right] * 100$ <p>Donde,</p> <p>Rr = tasa anual de reclutamiento expresada en porcentaje.</p>



### 3.2. Indicadores efectivos.

En base al gradiente de presión establecido, los indicadores de estado que mostraron una variación estadísticamente significativa con la superficie de área antropizada fueron los siguientes: cambios en la densidad de árboles, cambio en la complejidad estructural del bosque, pérdida en la altura del bosque, cambio en la frecuencia de especies indicadoras, cambios en la diversidad alfa, tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles y cambios en la diversidad de regeneración natural (Figura 4).



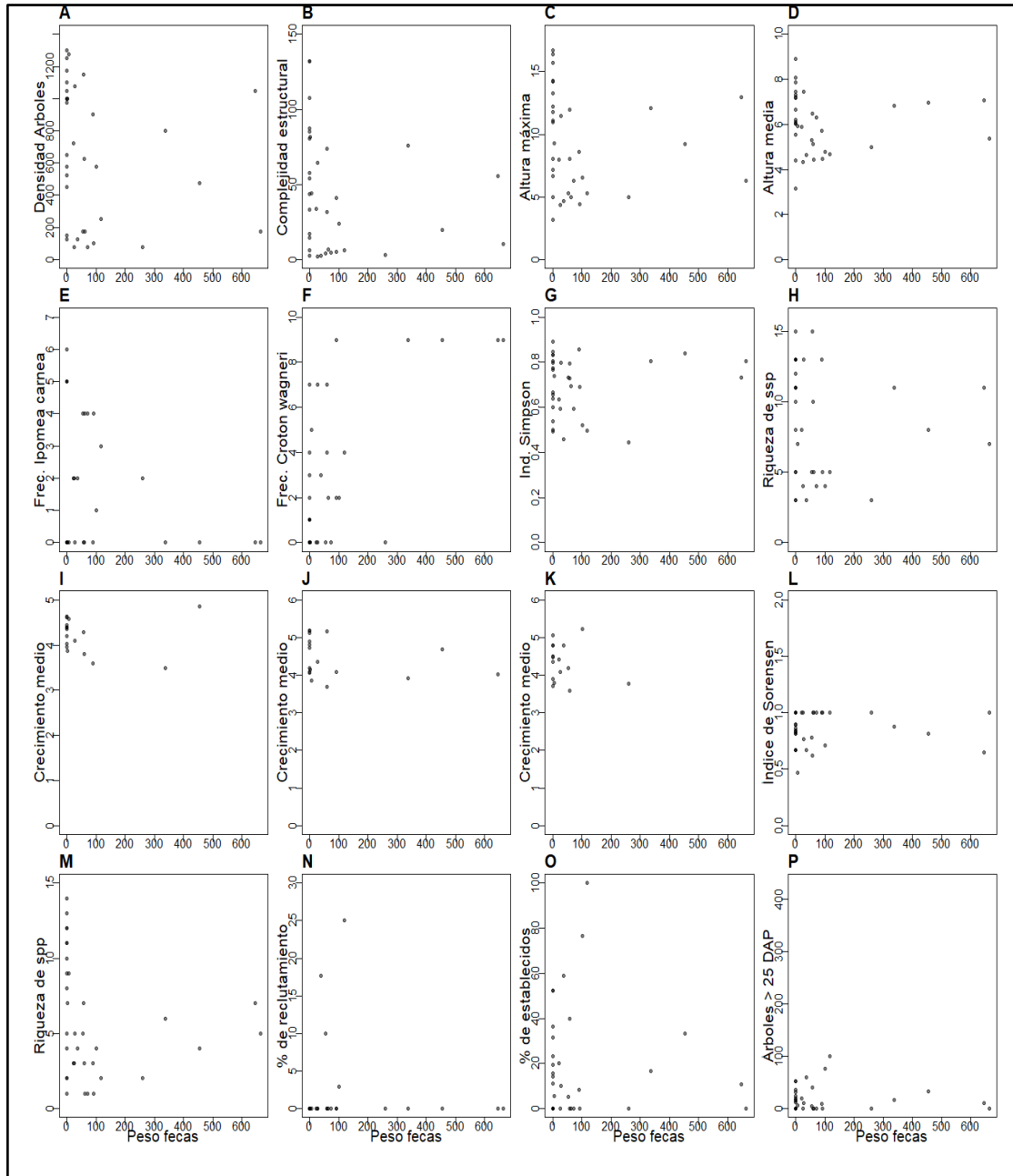
**Figura 4.** Modelos lineales representando la relación entre el grado de superficie antropizada y los indicadores de estado. En el eje x se representa el valor del PC1 calculado en el indicador de

presión “superficie de área antropizada”, el eje y representa la variable de respuesta para cada uno de los indicadores de estado. Se graficaron únicamente los modelos de los indicadores que presentaron una relación significativa. A: Cambios en la densidad de árboles; B: Cambio en la complejidad estructural del bosque; C-D: Pérdida de la altura del bosque, altura máxima y altura media respectivamente; E-F: Cambio en la frecuencia de especies indicadoras, *Ques* y *Óñ*, *æ* y *ã* respectivamente; G-H: Cambios en la diversidad alfa, índice de Simpson y Riqueza respectivamente; I-K: Tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles, *Óñ* y *Á* respectivamente; L: Cambios en la capacidad de regeneración; M: Cambios en la diversidad de regeneración natural; N-O: Cambios en la capacidad de reclutamiento, tasa anual de reclutamiento y número de individuos establecidos ; P: Árboles DAP > 25.

**Fuente y elaboración.** Autor

Según estos resultados a medida que la superficie antropizada aumenta en el bosque, disminuye la densidad de árboles adultos, complejidad estructural, altura máxima del dosel, altura media del dosel, diversidad alfa y diversidad en la regeneración natural del bosque. Además, cuando aumenta la presión antrópica se incrementa la frecuencia de una de las dos especies indicadoras de disturbio, como *Ques* y *æ*

En relación con la intensidad de carga ganadera, ninguno de los indicadores de estado resultó significativo (Figura 5).

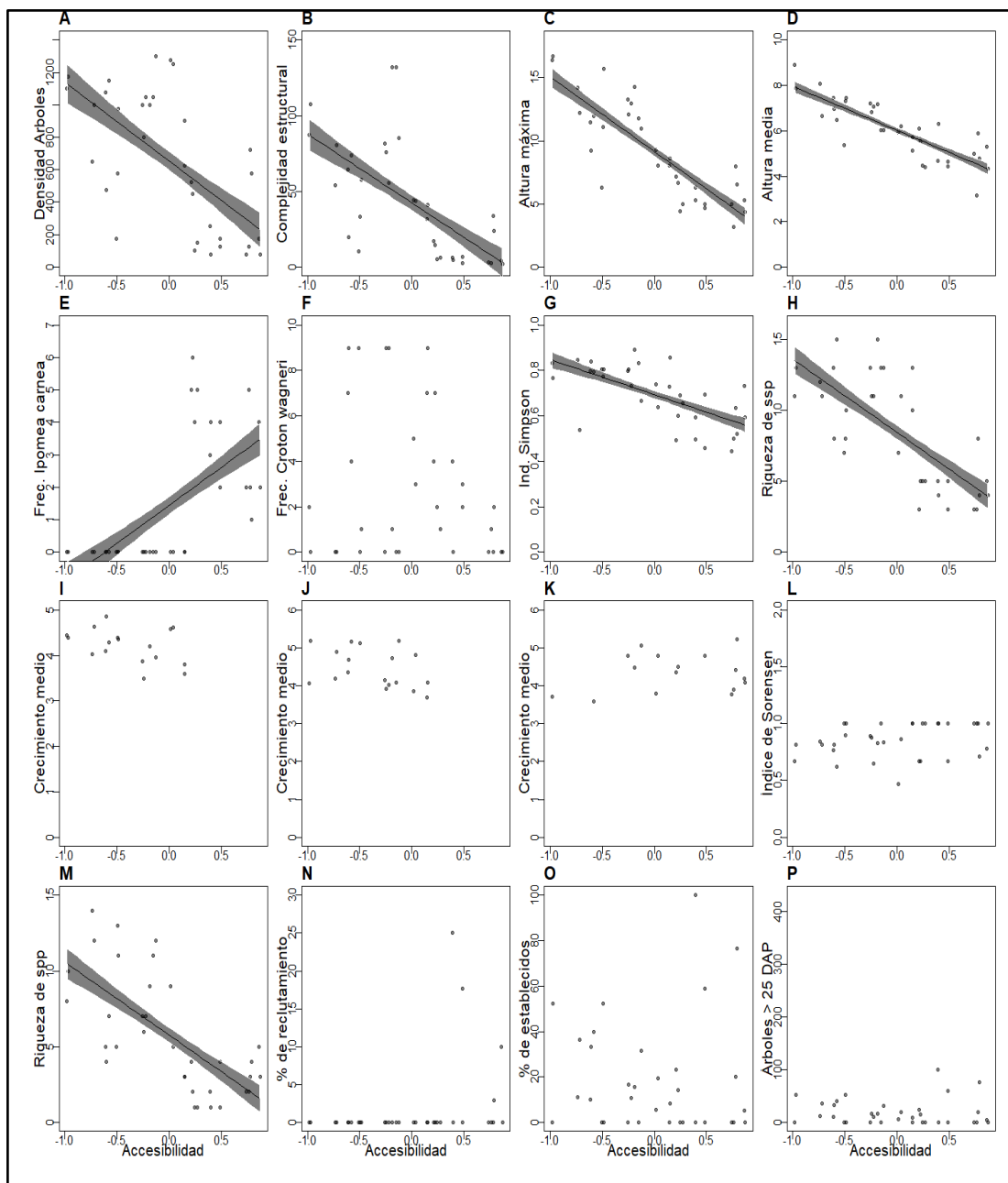


**Figura 5.** Modelos lineales representando la relación entre el peso de las fecas y los indicadores de estado. En el eje x se representa el valor del PC1 calculado en el indicador de presión “Intensidad de carga ganadera”. El eje y representa la variable de respuesta de los indicadores de estado. A: Cambios en la densidad de árboles; B: Cambio en la complejidad estructural del bosque; C-D: Pérdida de la altura del bosque, altura máxima y altura media respectivamente; E-F: Cambio en la frecuencia de especies indicadoras,  $\hat{Q}_1$  y  $\hat{Q}_2$ ,  $\hat{a}_1$  y  $\hat{a}_2$  respectivamente; G-H: Cambios en la diversidad alfa, índice de Simpson y Riqueza de especies respectivamente; I-K: Tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles,  $\hat{Q}_1$ ,  $\hat{Q}_2$  y  $\hat{Q}_3$  respectivamente; L: Cambios en la capacidad de regeneración; M: Cambios en la diversidad de regeneración natural; N-O:

Cambios en la capacidad de reclutamiento, tasa anual de reclutamiento y número de individuos establecidos ; P: Árboles > 25 DAP.

**Fuente y elaboración.** Autor

En relación con la accesibilidad al bosque, los indicadores de estado que mostraron significancia fueron los siguientes: cambios en la densidad de árboles, cambio en la complejidad estructural del bosque, pérdida de la altura del bosque, frecuencia de especies indicadoras, cambios en la diversidad alfa y cambios en la diversidad de regeneración natural.



**Figura 6.** Modelos lineales representando la relación entre la accesibilidad al bosque y los indicadores de estado. En el eje x se representa el valor del PC1 calculado en el indicador de

presión “Accesibilidad al bosque”. El eje y representa la variable de respuesta de los indicadores de estado. Se graficaron únicamente los modelos de los indicadores que presentaron una relación significativa. A: Cambios en la densidad de árboles; B: Cambio en la complejidad estructural del bosque; C-D: Pérdida de la altura del bosque, altura máxima y altura media respectivamente; E-F: Cambio en la frecuencia de especies indicadoras,  $\frac{C}{A}$  &  $\frac{D}{B}$  respectivamente; G-H: Cambios en la diversidad alfa, índice de Simpson y Riqueza respectivamente; I-K: Tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles,  $\frac{C}{A}$  &  $\frac{D}{B}$  respectivamente; L: Cambios en la capacidad de regeneración; M: Cambios en la diversidad de regeneración natural; N-O: Cambios en la capacidad de reclutamiento, tasa anual de reclutamiento y número de individuos establecidos; P: Árboles > 25 DAP.

**Fuente y elaboración.** Autor

Según los resultados obtenidos a medida que aumenta la superficie de área antropizada y la accesibilidad al bosque las variables de: densidad de árboles grandes, complejidad estructural del bosque, altura máxima, altura media del dosel, diversidad alfa y diversidad de la regeneración natural disminuyen. Solamente el indicador de frecuencia de  $\frac{C}{A}$  aumenta cuando es mayor la superficie antropizada y la accesibilidad al bosque.

### 3.3. Estados del bosque a partir de los indicadores efectivos.

Se seleccionaron un total de siete indicadores para determinar estados del bosque, los cuales mostraron una relación significativa con dos indicadores de presión; superficie de área antropizada y accesibilidad al bosque. Cinco de los 34 puntos muestreados se definieron como estado natural, entre estos se incluyen tres sitios de la zona cercada, que fue nuestra área de referencia, y dos puntos de las zonas abiertas, todos estos puntos corresponden al sector de Cabeza de Toro. Los puntos que presentan este estado se caracterizaron por presentar un buen estado (valores de 4) en al menos cuatro de los siete indicadores, entre los que se cuentan la densidad de árboles y, en la mayoría de los casos, la complejidad estructural. Solo uno de los puntos en estado natural presentó una complejidad estructural de categoría 3. En estado seminatural se encuentran diez puntos, incluidos cinco de los puntos de referencia. En la mayoría de los casos, los puntos en estado seminatural se caracterizaron por presentar indicadores entre estado bueno y límite. En varios de estos sitios se empieza a observar una pérdida en la densidad de árboles o la complejidad estructural y también en la altura del bosque. Los puntos de bosque dominado por arbustos fueron ocho, estos puntos se caracterizaron por presentar complejidad estructural del bosque en estado de necesidad de acción, incluso los que aún mantienen una alta densidad de árboles. Por otro lado, en esta categoría de bosque se pueden encontrar zonas con indicadores de diversidad en estados

desde bueno hasta de necesidad de acción. En tierras áridas tenemos once puntos de muestreo y se caracterizan porque al menos seis de los siete indicadores se encuentran en estado de necesidad de acción.

**Tabla 18.** Estado del bosque en los 34 puntos de muestreo. Los valores asignados a cada punto de muestreo corresponden al valor de estado del indicador determinado (ver Figura 7). Los colores representan los cuatro estados de bosque; Verde= Natural, Azul= Seminatural, Amarillo= Dominado por arbustos, Rojo= Tierras áridas.

Sitios	Ubicación/uso	Densidad arbórea	Complejidad estructural del bosque	Altura máxima del dosel	Altura media del dosel	Diversidad alfa - Simpson	Diversidad alfa - riqueza	Diversidad de regeneración natural-Riqueza	Estado	Estado / Categoría
F	Cercada	4	4	3.6	3.6	3.2	3.2	1.6	0.94	Natural
O	Abierta	4	4	3.6	3.6	2.4	3.2	2.4	0.94	Natural
P	Abierta	4	4	3.6	3.6	3.2	2.4	0.8	0.87	Natural
E	Cercada	4	3	3.6	3.6	3.2	3.2	0.8	0.86	Natural
I	Cercada	4	3	3.6	3.6	3.2	1.6	2.4	0.86	Natural
N	Cercada	1	2	3.6	3.6	3.2	3.2	3.2	0.80	Seminatural
H	Abierta	4	3	1.8	3.6	3.2	3.2	0.8	0.79	Seminatural
B	Cercada	4	4	1.8	0.9	3.2	3.2	2.4	0.79	Seminatural
M	Cercada	4	3	2.7	2.7	0.8	2.4	3.2	0.76	Seminatural
M1	Abierta	4	2	3.6	3.6	2.4	2.4	0.8	0.76	Seminatural
G	Abierta	4	3	2.7	1.8	3.2	3.2	0.8	0.75	Seminatural
A	Cercada	4	4	0.9	0.9	1.6	3.2	3.2	0.72	Seminatural
M2	Abierta	3	3	2.7	2.7	3.2	2.4	0.8	0.72	Seminatural
J	Cercada	1	1	0.9	3.6	3.2	0.8	3.2	0.55	Seminatural
C	Abierta	3	1	0.9	0.9	3.2	3.2	0.8	0.52	Seminatural
R	Abierta	4	1	0.9	0.9	2.4	0.8	1.6	0.47	Dominado por arbustos
Q	Abierta	4	1	0.9	0.9	0.8	2.4	0.8	0.44	Dominado por arbustos
L	Abierta	1	1	0.9	2.7	3.2	0.8	0.8	0.42	Dominado por arbustos

D	Abierta	1	1	0.9	0.9	2.4	1.6	0.8	0.35	Dominado por arbustos
K	Abierta	1	1	0.9	0.9	3.2	0.8	0.8	0.35	Dominado por arbustos
AE	Abierta	1	1	0.9	0.9	2.4	0.8	0.8	0.31	Dominado por arbustos
T	Abierta	1	1	0.9	0.9	2.4	0.8	0.8	0.31	Dominado por arbustos
X	Abierta	1	1	0.9	0.9	2.4	0.8	0.8	0.31	Dominado por arbustos
AD	Abierta	2	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.29	Tierras Áridas
W	Abierta	1	1	0.9	1.8	0.8	0.8	0.8	0.29	Tierras Áridas
S	Abierta	1	1	0.9	0.9	1.6	0.8	0.8	0.28	Tierras Áridas
AA	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
AB	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
AC	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
AF	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
U	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
V	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
Y	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas
Z	Abierta	1	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.25	Tierras Áridas

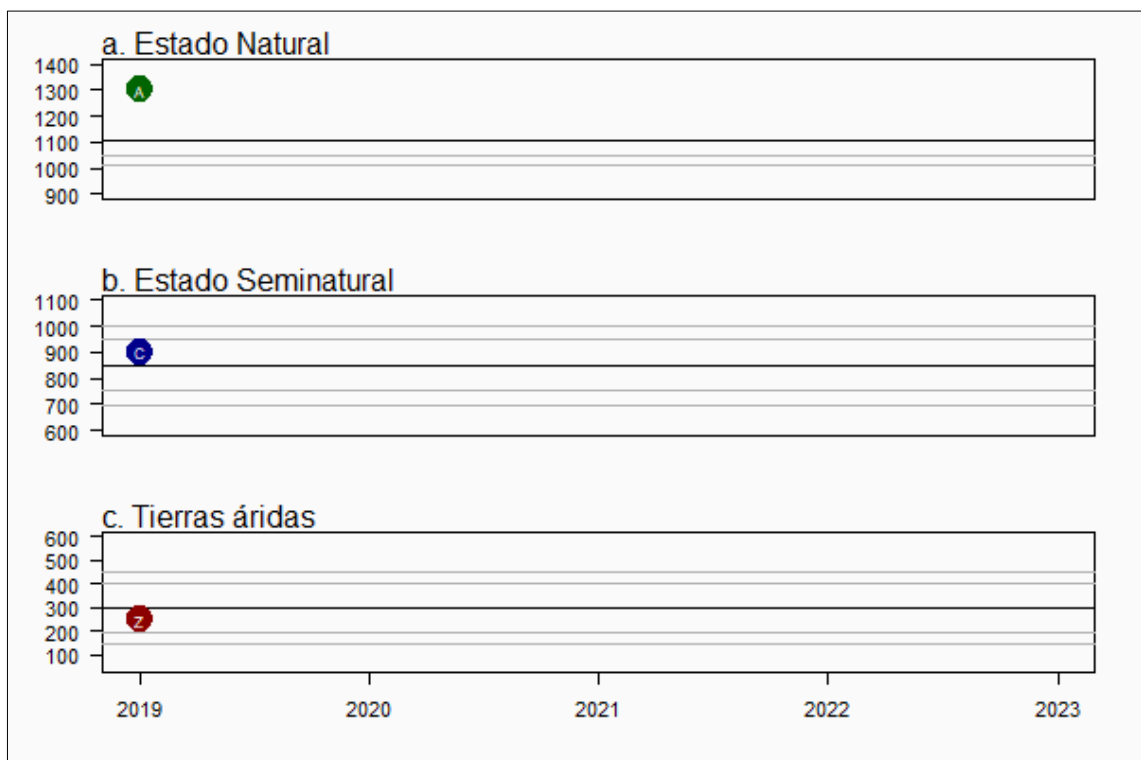
Fuente y elaboración. Autor

### 3.4. Propuesta de indicadores para evaluar cambios temporales en el estado del bosque.

En base a los indicadores efectivos (revisar apartado 3.2) se proponen dos grupos de indicadores para medir los cambios de cada uno de los sitios de muestreo a lo largo del tiempo; a) indicadores lentos; cambios en la densidad de árboles; cambios en la complejidad estructural del bosque; pérdida en la altura máxima y media del bosque; diversidad alfa-índice de Simpson; diversidad alfa-riqueza de especies. b) indicadores rápidos, para medir cambios en escalas cortas de tiempo; cambio en la frecuencia de especies indicadoras ( $\frac{C_{i,t}}{C_{i,t-1}}$ ), tasa de crecimiento de plantas leñosas juveniles y cambios en la diversidad de regeneración natural.

Hemos considerado el uso de gráficas de control para medir cambios de cada indicador efectivo a lo largo del tiempo. En la figura 7 se muestran ejemplos de las gráficas de control

para el indicador “densidad de árboles”. Como se puede observar, es necesario realizar una gráfica de control de cada sitio de muestreo independientemente. Debido a que los indicadores fueron asignados a una categoría según el valor, los límites de control se establecen en función de la media y desviación estándar de cada categoría. Por ejemplo, en el caso de la parcela A (Figura 7a), para la cual la densidad de árboles se encuentra en la categoría “bueno” (valor 4), los límites de la gráfica de control se calcularon a partir de todos los sitios que presentaron un valor de 4 para el indicador de densidad de árboles. Lo que se espera con estas gráficas es evaluar la trayectoria de cada sitio de muestro en tiempo y poder relacionarla con el tipo de manejo al que está sujeto. En el caso de la parcela A, se esperaría que la densidad de árboles se mantenga por encima de la media en caso de mantenerse el régimen de manejo del área. En el caso de las parcelas C y Z (Figura 7b - c), se esperaría una tendencia a mantenerse o a decrecer si el régimen de manejo, definido por el pastoreo, se mantiene en el tiempo. Si el régimen de manejo se intensifica en esos sitios, lo que se espera es una tendencia a decrecer.



**Figura 7.** Ejemplo de gráficas de control. Aquí se representa el estado inicial de la densidad de árboles en diferentes puntos de muestreo. La línea central representa el valor medio de la densidad de árboles. Las líneas grises delgadas representan los límites de advertencia y acción máximos y mínimos en cada estado del bosque.

**Fuente y elaboración.** Autor

## DISCUSIÓN

Se ha definido un sistema de catorce indicadores para evaluar el estado del bosque seco en el suroccidente del Ecuador. Tres indicadores son de presión y once de estado. Los indicadores de presión propuestos están orientados a cuantificar cambios tanto en la matriz como dentro de los remanentes boscosos. Se conoce que desde hace mucho tiempo atrás los ecosistemas secos han sido afectados por actividades ganaderas y agrícolas (Freile & Vázquez, 2005; Boada & Román, 2005). Por tal razón, en nuestra propuesta se ha planteado medir intensidad de carga ganadera, superficie de área antropizada y accesibilidad al bosque como indicadores de degradación. Por otro lado, nuestros indicadores de estado están orientados a analizar, por un lado, características de la vegetación que permitan diferenciar estados de conservación del bosque y, por otro lado, procesos que respondan a ese estado de conservación y a cambios en el manejo del bosque. Existen estudios previos que proponen el uso de las mismas variables que usamos en este trabajo para clasificar el estado del bosque seco (Aguirre & Geada, 2017), sin embargo, este es el primer trabajo que propone indicadores para evaluar procesos relacionados al funcionamiento del bosque que se adapten a la realidad local, como aquellos relacionados con las tasas de reclutamiento y crecimiento de plantas juveniles.

La relación significativa encontrada entre los indicadores de estado y los de presión, principalmente con los indicadores de superficie antropizada y accesibilidad al bosque, soportan la validez de los indicadores para diferenciar estados de conservación del bosque. Los resultados obtenidos demuestran que existe una reducción en la densidad arbórea, complejidad estructural de la vegetación del bosque y riqueza de especies arbóreas a medida que aumentan las presiones de accesibilidad y superficie antropizada. Según Freile & Vázquez (2005), la apertura y mejoramiento en las vías de acceso atrae a nuevos pobladores y con ello las presiones sobre los recursos naturales se incrementan, contribuyendo a la degradación del ecosistema. Por otro lado, se conoce que el pastoreo de ganado caprino y vacuno afectan la diversidad de especies y perjudican los procesos de regeneración en el bosque (Freile y Vázquez, 2005). Si bien en el presente estudio el uso del peso de fecas de ganado como indicador de intensidad de carga ganadera no soportó la existencia de una relación entre la intensidad de ganadería y estado del bosque, existen estudios previos que han encontrado un efecto negativo importante, principalmente sobre las condiciones del suelo de bosques secos. Es posible que en nuestro caso el tipo de manejo del ganado, que consiste en el forrajeo libre por áreas extensas de bosque, reduzca la densidad de fecas, por lo que es necesario realizar nuevas pruebas incrementando la superficie muestreada, o considerando la frecuencia de fecas en lugar del peso.



## **CONCLUSIONES**

La presente propuesta de indicadores es un esfuerzo por aprovechar la información biológica que con frecuencia es registrada en el levantamiento de inventarios forestales, para el monitoreo del estado de conservación del bosque. Con esta propuesta se espera contribuir a la implementación de alternativas de manejo adecuadas para la realidad local de los ecosistemas secos. Se espera que la propuesta de representación de las tendencias de los indicadores a lo largo del tiempo facilite su comunicación a las comunidades rurales, quienes deberían ser los actores principales en la conservación del ecosistema.



Alvarado, D. (2014). *Óg i { } aáÖ ] aá E^ { } [ [ i aá^ Á aá à^ i c^ i aá^ ÁÖ ] • ~ ^ Á^ Á & Á [ ] aá^ Á Ö ] aá^ ^ } q Áá^ Á X aá^ Áá^ Á Ö aá & aá Ö [ [ { à aá E* (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <https://bit.ly/2X4FdOI>.

Alvis, J. (2009). Análisis de estructura de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayán. • Óá // , 115-122. Recuperado de <https://bit.ly/211yn5T>.

Bedoya-Patiño, J., Estévez-Varón, J., & Castaño-Villa, G. (2010). Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales. *Ó [ B a } aá ~ • E a aá aá*, 14 (2), 77-91.

Benítez, V., & Sánchez, T. (2001). Evaluación ecológica rápida de la avifauna en los bosques secos de La Ceiba y Cordillera Arañitas, provincia de Loja, Ecuador. *Ó q aá^ • aá aá^ } Á [ [ • Á a [ • ~ ^ • Á • & [ • Á a^ | Á • ~ | [ & aá^ } a Á a^ | aá ] i [ ç q & aá a^ Á Š ] aá^ } Á^ ^ ] [ i a Á a^ Á aá^ Á ^ ç aá^ aá } ^ • Á & [ 5 \* aá Á Á [ & q ^ & ] 5 { aá Á i ] aá E Á 7-72.*

Bókony, V., Seress, G., Nagy, S., Lendvai, Á. Z., & Liker, A. (2012). Multiple indices of body condition reveal no negative effect of urbanization in adult house sparrows. *Š aá a^ & aá^ Á^ aá aá^ i a aá^ Á ] aá } q \**, 104(1), 75-84. Recuperado de <https://bit.ly/2JA5oJs>.

Campo, A., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Ç aá^ • Á^ Á Ö^ [ \* i aá aá* (34), 25-42. Recuperado de <https://bit.ly/2VEQzaf>

Cañadas, L. (1983). *Ò Á aá aá q & q i aá Á Á & [ 5 \* aá Á^ Á Ö & aá ] ! E* Quito: Banco Central del Ecuador.

Cierjacks, A., & Hensen, I. (2004). Variation of stand structure and regeneration of Mediterranean holm oak along a grazing intensity gradient. *Ú ] aá^ Á & [ [ \* ^ , 173(2), 215-223.* Recuperado de <https://bit.ly/2Wf3qUW>.

Colmenares-Arteaga, M., Padín, C., Nieto, A., Naveda, R., Lemus, L., & Hernández, S. (2013). Identificación de especies forrajeras nativas a partir del diálogo de saberes para alimentación caprina en el semiárido falconiano. *U a^ ^ i ç aá [ i Á^ Á & ] [ & q a } q , 152-156.* Recuperado de <https://bit.ly/2wdGbMh>.

Cueva, J., & Chalán, L. (2010). *Ó [ a^ i c^ i aá^ ^ \* aá^ Á Á • [ Á aá^ aá^ Á^ Á^ ^ [ Á^ Á aá ] i [ ç q & aá^ Á Š ] aá^ q i [ ^ Á V. & ] aá E Ö^ ] aá^ ^ } q Á a^ Á Ü a^ c { aá q i [ aá } Á Ö^ [ \* i i aá^ Á Á P aá^ i aá^ : aá Ö^ | c^ i aá^ c^ i } aá } aá* Loja: Gráficas Amazonas.

de Lima, V. R., Artigas, R. C., & de Souza, B. I. (2016). Diversidad alfa y beta en bosques tropicales secos estacionales: relación florística entre gradientes fisionómicos y los factores geográficos en el sector semiárido de la cuenca hidrográfica del Río Paraíba,

Noreste de Brasil. *Orbis* 36(2), 258-266. Recuperado de <https://bit.ly/2YJ9fHt>.

Demana, F., Waits, B., Foley, G., & Kennedy, D. (2007). *Útil y diverso: los bosques secos de México*. México: Pearson Educación.

Duelli, P., & Obrist, M. (2003). Biodiversity indicators: the choice of values and measures. *Orbis* 35(1), 87-98.

Espinosa, C. (2012). *Orbita y conservación de los bosques secos de México* (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. Recuperado de <http://oa.upm.es/11116/>.

Espinosa, C., de la Cruz, M., Luzuriaga, L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Orbis* 40(1-2), 167-179. Recuperado de <https://bit.ly/2HygAnw>.

Fehling-Fraser, T., & Ceccon, E. (2015). Macropropagation of *Erythrina americana* in a greenhouse: A potential tool for seasonally dry tropical forest restoration. *Orbis* 43(1), 5-16.

Freile, J. F., & Vázquez, M. A. (2005). Los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de Loja: una visión introductoria. En M. En: Vázquez, J. Freire, & L. Suárez. (Eds.). *Orbis* 33(1), 5-8. Quito: EcoCiencia, MAE y Proyecto Bosque Seco.

Fuentes, A. (2004). Estructura composición y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). *Orbis* 32(1), 15-20.

Giraldo-López, A., Bolívar-García, W., & Murillo, O. (2014). *Orbis* 42(1), 15-20. Santiago de Cali: Universidad del valle.

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Macará. (2015). *Útil y diverso: los bosques secos de Macará*. Recuperado de <https://bit.ly/2yoJqlg>.

Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Zapotillo. (2015). *Orbis* 43(1), 15-20. Recuperado de <https://bit.ly/2Crns4V>.

Herazo Vitola, F., Mercado Gómez, J., & Mendoza Cifuentes, H. (2017). Estructura y composición florística del bosque seco tropical en los Montes de María (Sucre-Colombia). *Óx} &ãÁ} ÁÕ•æ!/[ ]*, 8(1), 71-82. Recuperado de <https://bit.ly/2QgRPyU>.

Hierro, R. S. (2003). Regeneración natural: situaciones, concepto, factores y evaluación. *Ó~ æ^!}[ •Á^ ÁæÁ] &ãáãÁÕ} æ!/[ ]æ^ÁÕá} &æÁÕ] /•æ^•*, (15), 11-16. Recuperado de <https://bit.ly/2wilX2B>.

Hocquenghem, A. (1986). *W} æÁ @ç!ãá á^Á à[ •~^Á •^&] È* Recuperado de <https://bit.ly/2XP67ho>.

Jara-Guerrero, A. K., D. Maldonado-Riofrío, C.I. Espinosa, & D. H. Duncan. (2019). Beyond the blame game: a restoration pathway reconciles ecologists' and local leaders' divergent models of seasonally dry tropical forest degradation. *Ò&] [ ] \*^ ÁáÁ] &ãç*.

Jirón, J. I. (2017). *Ç] |ãã Á^ÁæÁáã^!•ãæÁá^ÁæÁ^\*^} ^/æã} Á} æ /æ^Á Á~ Á^/æã} Á&] } Á çæãæ^•Ááã } òææ Á^} ÁæÁÚ^•^/çæÁÚáç^•ç^ÁÚ/ãææÚ^•^/æ} æ[ ÈÁT æ æ^ æÁÇÉFÍ È ÇÉFÍ È* (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria). Recuperado de <https://bit.ly/2wc6hz0>.

Lamprecht, H. (1990). *Úãçæ~ |ç /æÁ} Á[ •Á5] æ] •Á] •Á&] •ãç{ æÁ /•æ^•Á} Á[ •Á[ •~^•Á d[ ] ææ^•ÁÁ~•Á•} ^&ã•Áæà5/^æ È] [ •ãããæ^•ÁÁ .ç á[ •Áææ} Áã ]/ ç^&Çã } ç Á •/ç} æ[ È* Recuperado de <https://bit.ly/2YIsQaL>.

Lanly, J. P. (2003). Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques. Recuperado de <https://bit.ly/2MMuOnt>.

Larrea, C., Cuesta, F., López, A., Greene, N., Iturralde, P., & Maldonado, G. (Eds.). (2015). *Ú! [ ] ^•æÁáÁQáææ[ /•ÁPæã} æ^•Áá^ÁÓç áã^!•ãæÁÁ^} æ&] } dæ~ &ã} Á] ææÁ^Á •ãç{ æÁ æã} æÁÁ [ ] æ! /•[ Á^/Á æã [ ] ç Á æ /æ^Á ææ/æÁ çæ~ æã} Á^/Á] æç Á á^Áæã ] /{ ^} æã} Á^ÁæÕ çæ\* ææP æã} æÁ^ÁÓç áã^!•ãæÁÁ~ ÁÚæ Á^ÁÇ&ã} Á ÇÉFÍ ÈÇÉÈ* Quito: MAE, CONDESAN, GIZ, PNUD-FMAM, USAB.

Linares-Palomino, R. (2004). Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: II. Fitogeografía y composición florística. *ÇÈ} æé[ æ* 11(1), 103-138.

Lindenmayer, D. B., Laurance, W. F., & Franklin, J. F. (2012). Global decline in large old trees. *Ú&ã} &^*, 338(6112), 1305-1306. Recuperado de <https://bit.ly/2WWkNa4>.

Lloret, F. (2012). Vulnerabilidad y resiliencia de ecosistemas forestales frente a episodios extremos de sequía. *Ò&] •ãç{ æ*, 21(3), 85-90. Recuperado de <https://bit.ly/2EZWgb7>.

Manly, B. (2009). *Úscã cã Áf /Áf çãf [ ] { ^ } cãÁ &ã } & Áã áÁ ç ç ã ^ { ^ } Ë* Recuperado de <https://bit.ly/2Mh9qq6>.

Miles, L., Newton, A. C., DeFries, R. S., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., & Gordon, J. E. (2006). A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Fl ~ / } çÁf /Á Óç \* ^ [ \* / ç @*, 33(3), 491-505. Recuperado de <https://bit.ly/2JO53Al>.

Morrison, L. W. (2008). The use of control charts to interpret environmental monitoring data. *Natural Areas Journal*, 28(1), 66-74. Recuperado de <https://bit.ly/2lR9ivs>.

Ministerio del Ambiente. (2013). *Úf [ ^ & ç KÚã ç { çã çã ç } çÁ^ÁÓf ] ç [ /Áç /!^ ç* Ë Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

Moreno, C. (2001). *T .. ç á [ • Á ç çá ^ áã Á çã ç áã ^ / çã Ë* Zaragoza: Manuales y Tesis SEA.

Muñoz, J., Erazo, S., & Armijos, D. (2017). Composición florística y estructura del bosque seco de la quinta experimental “El Chilco” en el suroccidente del Ecuador. *Ó^ á ç ç æ*, 4(1).

Murphy, P. G., & Lugo, A. (2006). Ecology of Tropical Dry Forest. *Çf } ~ çÁÜ^ çã, Á / Óç [ / \* ^ Á ç á ÁÜ^ ç { çã*, 67-88. Recuperado de <https://bit.ly/2EzF4uJ>.

Olson, M. E., Soriano, D., Rosell, J. A., Anfodillo, T., Donoghue, M. J., Edwards, E. J., & Echeverría, A. (2018). Plant height and hydraulic vulnerability to drought and cold. *Úf [ & ^ á ç \* Á / ç çã ç } ç / Ç çã ^ { ^ Á / Ü çã } & •*, 115(29), 7551-7556. Recuperado de <https://bit.ly/2JWjS5Y>.

Parker, S. R., Harpur, C., & Murphy, S. D. (2015). Monitoring for resilience within the coastal wetland fish assemblages of Fathom Five National Marine Park, Lake Huron, Canada. *P ç / çã ç ^ ç ç Á / ~ / } ç*, 35(3), 378-392. Recuperado de <https://bit.ly/2MovPAC>.

Parker, T., & Carr, J. (1992). *Ú ç ç • Á / ç /!^ ç Ü^ { ç ç ç Á ç ç / ç ç / çã ç ^ ç ç / ç çã ç á Á Çã çã } ç Ç ç ç Á / ç / ~ ç ç ^ ç / } ç & ~ çã [ / Ë* Quito: Conservation International.

PNUMA-WCM. (2011). *Çã ç : çÁ / à / ^ ç ç çã [ /!^ ç Á / ç ç çã / ç çã Ë* ç ç ç ç ç / ç ç / [ / / / Á Á ^ / Á ~ / [ Á á Á ç ç çã [ /!^ ç Á á Á ç ç çã / ç çã Á } çã } ç Ë PNUMA World Conservation Monitoring Centre, Cambridge.

Primack, R., Rozzi, R., Massardo, F., & Feinsinger, P. (2001). *Ö^ ç d ~ & ç } Á / ç ^ \* / çã çã } ç / ç / Á P / à çã ç / ç / ç ç ç ^ } ç / ç Á / ç / } • / ç çã ç } ç ç [ 5 \* çã ç /!^ ç ç ç ç çã [ ç ç / ç ç ç ç Ë* Primera edición. México: Fondo de Cultura Económica.

QGIS Development Team. (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado de <http://qgis.osgeo.org>.



- UNESCO. (2017). *Ü^•^içæ^ÁæÖj •-^iæÁ/aæ •-[] } c^iã æÖj •~^•Á^Áæ k^•~^i: [ & ] b } ç Á*  
*â^ÁÖ& æi [ Á Á^i/gÁ ææ^Á& ] •^içæ& } Á^Á [ Á^&^ i • [ Á æ i æ^È* Recuperado de  
<https://bit.ly/2K7TzKa>.
- Uslar, Y. V., Mostacedo, B., & Saldias, M. (2004). Composición, estructura y dinámica de un  
bosque seco semidecduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ò& [ [ \* æ^Á } ÁÖj | ææ* 39(1), 25-43.  
Recuperado de <https://bit.ly/2Hx0WZT>.
- Vázquez, M. A., Freire, J. F., & Suárez, L. (2005). *Ój áæ^i •ææ^Á } Á [ •Á [ •~^•Á^& •Á^Áæ*  
*: [ ] æ^Á Ö^i [ Á^\* i [ Èæ æ^i [ •É &æ^ } c^Á^Áæ } i [ çæ &æ^ÁÖj æ^Á } Á^ [ i c^Á^Áæ Á*  
*^çæ æ^ } ^•Á ^& | 5\* ææ Á ^Á • [ &^& ] 5 { ææ Á i i } ææ È* Recuperado de  
<https://bit.ly/2M1aiBp>.
- Vilà, M. (1998). Efectos de la diversidad de especies en el funcionamiento de los ecosistemas.  
*U! •ã^i! \* æ^ã { ^•Á^æ c { ^•*, 13, 105-117. Recuperado de <https://bit.ly/2sdqDX0>.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., & Umaña, A. M.  
(2006). Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes  
de caracterizaciones de biodiversidad. *T æ ~ æ^Á^ÁT ..ç á [ •ÁÚææ^Á/ÁÖ^•æi [ [ [ Á^Á*  
*Qç^ } æ^ •Á^ÁÖj áæ^i •ææ^ÁQ •æ ç Á^ÁQç^•æ ææ } Á^ÁÜ^&^ i • [ ÁÖj | 5\* æ^ •Á*  
*Q^ çæ á^Á ç } Á P^ { à [ áæ^ Ó^ \* [ a É Öj [ [ { àæ* 185-226. Recuperado de  
<https://bit.ly/2JxsEba>.

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Formato de la ficha para la propuesta de indicadores.

<p><b>Nombre del indicador.</b> En esta sección se coloca el nombre del indicador que se encuentre resaltado y numerado.</p> <p><b>Tipo de indicador.</b> presión o estado.</p>	
<p><b>Preguntas generales relacionadas con el indicador</b></p>	<p>De las siguientes preguntas, se escribe solamente la que vaya a responder el indicador: ¿Cómo afecta el uso de la tierra a la diversidad biológica, la conectividad y la resiliencia de los bosques naturales?; ¿Las respuestas de las especies a los trastornos antrópicos cambian entre grupos taxonómicos o funcionales?; ¿Cuál es la dinámica de las presiones antrópicas en los ecosistemas secos?; ¿Cuál es la capacidad de resiliencia de los ecosistemas?; ¿Cuál es el umbral para la resiliencia forestal?</p>
<p><b>Descripción del indicador</b></p>	<p>Análisis del problema que abordará el indicador, detallando el propósito y los posibles resultados a obtener.</p>
<p><b>Uso e interpretación</b></p>	<p>Una hipótesis inicial de los posibles resultados.</p>
<p><b>Preguntas clave del indicador</b></p>	<p>Deben ser claras y precisas, en relación al problema a tratar con el indicador y orientados a la selección y el desarrollo de indicadores adecuados.</p>
<p><b>Frecuencia de recolección</b></p>	<p>( semestral, anual, etc.)</p>
<p><b>Metodología</b></p>	<p>Se describe paso a paso, la evaluación del indicador utilizando: fórmulas de cálculo, índices, etc.; y de otros insumos necesarios.</p>
<p><b>Fecha de elaboración de la ficha</b> <b>Fecha de la última actualización de la ficha</b></p>	<p>(describir la fecha de su elaboración y actualización, ejemplo: <i>día/mes/año</i>)</p>
<p><b>Referencias Bibliográficas</b></p>	<p>Referencias utilizadas para la construcción del indicador.</p>