

SERIE:

Prácticas para la restauración del Bosque Seco Chiquitano

Cuaderno 3/3

Criterios para decisiones de
restauración en áreas quemadas
del Bosque Chiquitano

Versión 1

Juan Carlos Catari

Edición : Huáscar Azurduy & Claudia Belaunde

SERIE:
Prácticas para la restauración del Bosque Seco
Chiquitano

Cuaderno 3/3

Criterios para decisiones de **restauración en áreas quemadas** del Bosque Chiquitano

Versión 1
Juan Carlos Catari

Edición : Huáscar Azurduy & Claudia Belaunde

Autor:
Juan Carlos Catari
Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano
Fotografías:
Claudia Belaunde. Archivo FCBC.
Concepto y edición:
Huáscar Azurduy & Claudia Belaunde
Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano

Revisión:
Roberto Vides
Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano

Foto portada:
Gerson Uyuni
Diagramación:
Fabiana Hartmann
ISBN:
978-9917-9762-0-2
Editorial: FCBC

Cita de referencia:
Catari, J. C. 2024. Criterios para acciones de restauración de áreas quemadas del Bosque Chiquitano. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano. Santa Cruz, Bolivia. 42 pág.

“Esta publicación ha sido realizada con el apoyo financiero del Gobierno de Canadá mediante la iniciativa RESTAURAcción de la Secretaría de la Red Internacional de Bosques Modelo, el cual tiene por objetivos la restauración de los paisajes forestales degradados y/o post incendios y el fomento de la igualdad de género en los procesos de manejo de recursos naturales a nivel de paisaje en América Latina.”

Contenido

Mensaje del Proyecto RESTAURacción.....	4
Prefacio	5
Introducción.....	8
Antecedentes en Bolivia.....	10

RECUADRO 1: El Bosque Seco Chiquitano, una historia de sequías e incendios	12
--	----

¿Qué es la Restauración ecológica y la Ecología de la Restauración?	15
---	----

RECUADRO 2: Los Megaincendios, importante saber de ellos.....	18
---	----

¿Cuándo restaurar los sitios afectados?.....	20
--	----

¿El sitio afectado o impactado por incendios forestales, necesita realmente nuestra ayuda para su recuperación?	25
---	----

¿Se deben restaurar los sitios asociados a una comunidad?.....	27
--	----

RECUADRO 3: Regeneración natural y restauración asistida en los ecosistemas del Bosque Modelo Chiquitania Sostenible	28
--	----

¿Cuándo realizar actividades de restauración asistida o a favor de la regeneración natural?.....	30
--	----

¿Cómo hacer seguimiento a las acciones en restauración?.....	34
--	----

El reto de comunicar efectivamente los resultados obtenidos.....	38
--	----

Bibliografía	41
--------------------	----

Mensaje del Proyecto RESTAURacción

La gestión del conocimiento en los procesos de restauración post-incendios en el Bosque Modelo Chiquitania Sostenible ha sido el hilo conductor de las cuatro fases financiadas por el Gobierno de Canadá y lideradas por la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano en alianza con entidades académicas, otras organizaciones de la sociedad civil, autoridades y comunidades locales. Esta última fase (Fase 4) ha permitido avanzar en las aplicaciones prácticas para la restauración de los ecosistemas y paisajes afectados por los fuegos del 2019 y de años sucesivos, aportando a la sociedad una ventana de conocimiento, orientación técnica y herramientas que se suman a los esfuerzos de muchas otras entidades, públicas y privadas, preocupadas y ocupadas en la recuperación de los bosques, su biodiversidad y funciones ambientales. Es así que el involucramiento de las comunidades indígenas chiquitanas y de gobiernos municipales en esta última etapa, ha sido clave para establecer una base destacable de trabajo para la reproducción de especies forestales nativas que coadyuven a la recuperación de los bosques degradados y también brinden oportunidades de mejorar los medios de vida de la población local. Para ello, la generación y gestión del conocimiento es primordial. Esta serie de guías presentada por la FCBC para su uso por un amplio sector de la sociedad interesada, constituye uno de los resultados destacables del proyecto.

Roberto Vides, FCBC



Prefacio

Huáscar Azurduy, FCBC

El Bosque Seco Chiquitano (BSCh) es una ecorregión de más de 20 millones de hectáreas en buen estado de conservación y mantiene una representatividad natural y cultural destacable entre los bosques secos tropicales del mundo. Como muchos ecosistemas terrestres el BSCh se ve afectado por distintos tipos de eventos ya sean producto del cambio climático o de la actividad humana. Los incendios forestales son uno de los mayores factores de impacto que en esta última década han ido incrementando su severidad. Los registrados el año 2019 marcaron un hito en el BSCh no solo por alcanzar cerca de 4 millones de hectáreas quemadas, sino, por evidenciar los megaincendios más severos y rápidos del planeta.

Estos eventos movilizaron al sector público, privado y la sociedad civil, que buscaron formas “desesperadas” de combatir los incendios,

rescatar fauna, atender a comunidades afectadas, etc. En medio de todo, era evidente la precariedad de la capacidad de respuesta efectiva y organizada a este tipo de eventos y la carencia de información para la toma de decisiones informadas. Esto último, movió a la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano (FCBC) a emprender estos cuatro años una travesía de conocimiento para responder algunas preguntas básicas: ¿cómo diferenciamos y mapeamos las áreas quemadas según su severidad?, ¿cuál es el impacto de los incendios sobre componentes clave del BSCh?, ¿cómo responde o se recupera el BSCh a este tipo de eventos?, ¿cómo monitoreamos la regeneración del sistema luego de los incendios?, ¿cómo priorizamos geográficamente áreas en las que ameritaría impulsar restauración asistida o realizar acciones que garanticen la regeneración natural?, ¿qué acciones en restauración y bajo que lógica se pueden realizar con comunidades? Dado que el BSCh constituye gran parte del Bosque Modelo Chiquitania Sostenible, toda esta travesía de gestión del conocimiento fue posible gracias al financiamiento del gobierno de Canadá a través de la Secretaría de la Red Internacional de Bosques Modelo del Ministerio de Recursos naturales y la alianza académica con la Universidad Gabriel René Moreno y centros como la Facultad de Ciencias Agrícolas y el Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado en Bolivia y con el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) de Costa Rica.

Los aprendizajes en esta travesía dejaron muchas enseñanzas no solo en el proceso de generación del conocimiento, sino también para tomar decisiones de restauración sustentadas con información pertinente y datos suficientes. En este año, también con el apoyo de la Secretaría de la Red Internacional de Bosques Modelo del Ministerio de Recursos Naturales del gobierno de Canadá, continuamos el viaje hacia la restauración, esta vez, buscando aportar con acciones y herramientas estratégicas en el ámbito de la restauración asistida. Una de las tareas propuestas es difundir y comunicar pautas básicas para quienes están llamados a tomar decisiones en *restauración asistida*. Al respecto, preguntas que muchos se hacen son: ¿Qué hacemos una vez pasan los incendios forestales?, ¿aplicamos acciones de restauración asistida, o, implementamos acciones

que garanticen la regeneración natural?, Si la respuesta objetiva es que amerita aplicar acciones de restauración asistida, la siguiente pregunta obvia es ¿cómo abordamos o enfocamos estas acciones y bajo qué criterios?

Esas preguntas, entre otras, son las que se pretende responder en esta Serie: *Prácticas para la restauración del Bosque Seco Chiquitano*, y que nos permitimos presentar. La serie, se compone de *tres cuadernos* que en conjunto buscan orientar y proporcionar insumos para decisiones en *restauración asistida*. Dichos cuadernos recogen algo de lo aprendido en esta travesía de cuatro años, y el trabajo de investigadores(as) involucrados en este último tramo. Las mismas, en conjunto abordan tres temas concretos: 1) protocolo para la recolección y conservación de semillas de especies nativas con fines de restauración, 2) pautas para el reconocimiento y propagación de especies nativas y 3) criterios para acciones de restauración en áreas quemadas del Bosque Seco Chiquitano. Los autores de las guías son reconocidos en sus respectivos ámbitos, lo que asigna solvencia a lo que se comunica y difunde. Finalmente, la cadena de la restauración posee varios eslabones, esperamos que esta serie sea una opción técnica útil en *restauración asistida* del BSCh, a ser incorporada como parte de esa caja de herramientas de técnicos que buscan tomar las mejores acciones y decisiones posibles para restaurar sus territorios y paisajes.



Introducción

Durante los últimos cinco años, los bosques de tierras bajas de Santa Cruz han sufrido una pérdida importante de su cobertura vegetal. En este periodo de tiempo, las sabanas, matorrales y bosques naturales fueron sometidos a distintas presiones humanas y "naturales", siendo los incendios forestales los de mayor impacto en términos de superficie afectada.

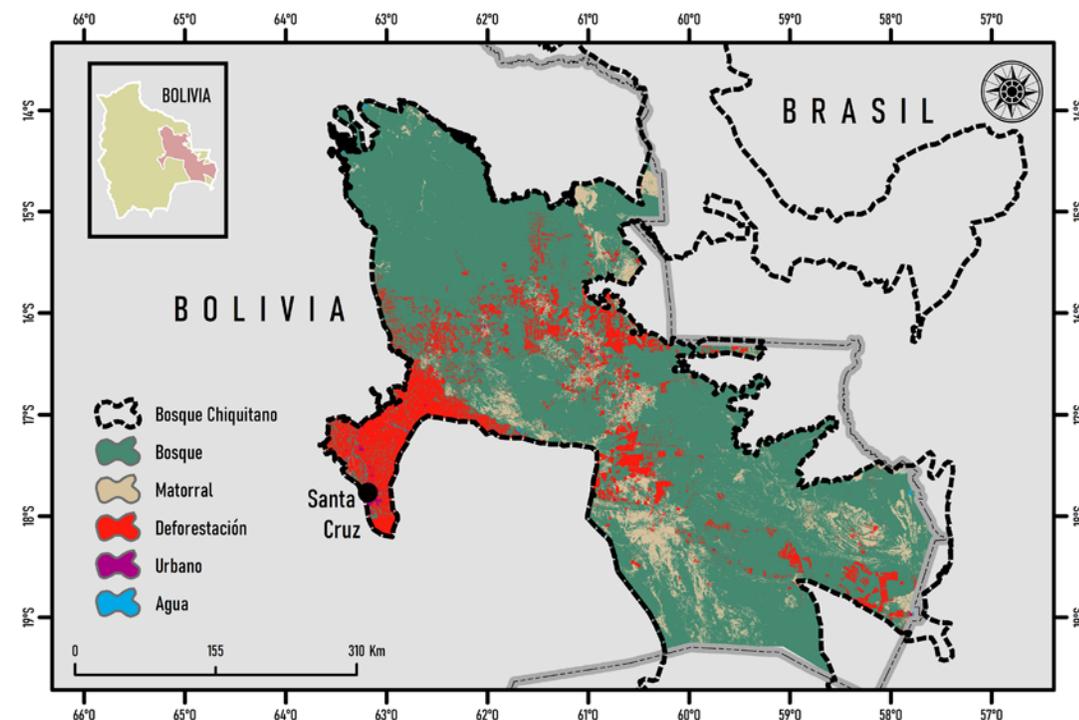
Sin duda este cambio de uso de suelo forzado, ha tenido relación con un cambio en la economía nacional, dado que los recursos económicos provenientes del subsuelo (hidrocarburos) disminuyeron y se pasó a explotar el recurso suelo, para sustentar las actividades agrícolas y pecuarias como nuevo estadio de la economía regional.

Tal ha sido el impacto del cambio de uso de suelo en el país, que un informe de Global Forest Watch del año 2024 (<https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/BOL/>), indica

que desde 2002 hasta 2023, Bolivia perdió 4.19 millones de hectáreas (Mha.) de bosque primario húmedo, lo que representa 54% de su pérdida total de cobertura arbórea en el mismo periodo de tiempo. El área total de bosque primario húmedo en Bolivia disminuyó en 10% en este periodo de tiempo.

Además, nos indican que el nivel de cobertura arbórea, desde el año 2001 a 2023, el país perdió 7.97 Mha de cobertura arbórea, lo que equivale a una disminución del 12% de la cobertura arbórea desde 2000. Siendo Santa Cruz el departamento donde se dio la mayor pérdida: 5,6 MHa.

Datos del Observatorio del Bosque Seco Chiquitano, indican que en el departamento de Santa Cruz, entre 1986 y 2019, las áreas antrópicas se incrementaron de 1 millón de hectáreas a 6,2 millones de hectáreas; de continuar esta tendencia, la proyección indica que el incremento llegará 20,4



Pérdida de cobertura boscosa por deforestación (color rojo) en el Bosque Seco Chiquitano al 2021 (Fuente: Observatorio del Bosque Seco Chiquitano)

millones de hectáreas el año 2050, lo que implica poco más de 14 millones de hectáreas de incremento. Sobre el bosque, el año 1986 el departamento tenía una extensión de 29,8 millones de hectáreas, al 2019, dicha extensión se ha reducido a 25,1 millones de hectáreas, lo que significa que cerca de 5 millones de hectáreas fueron deforestadas en ese periodo de tiempo, gran parte de esa pérdida se ubica en la ecorregión

del Bosque Seco Chiquitano.

Sin duda estos datos llevan a cuestionarnos acerca del modelo económico/productivo del país y su relación con el desarrollo sostenible y la visión de conservación clásica, ya que la pérdida de cobertura vegetal, responde a las nuevas políticas económicas gubernamentales y privadas. Es por ello que, dado el acelerado proceso de degradación de los ecosistemas, y que conlleva

posteriormente a su extinción, nos preguntamos si nuestras acciones de restauración podrán estar a la vanguardia para mitigar este problema, y si tenemos los recursos para llevarlos a cabo en un periodo de tiempo corto, que pueda ser útil para nuestros fines de conservación y recuperación de las funciones ambientales necesarias para el desarrollo sostenible. Lo que sí es evidente es que la historia de la deforestación que estamos viviendo, es una prueba patente para tener un nuevo paradigma en temas de Ecología de la Restauración y de la aplicación práctica de la restauración ecológica.

En este contexto, el presente cuaderno pretende proporcionar insumos conceptuales a los técnicos de las distintas instituciones, para que ellos puedan decidir cuándo llevar adelante o no una actividad de restauración en sus áreas de trabajo y cuáles serían las vías alternas para mitigar los impactos derivados de la pérdida de cobertura vegetal.

Antecedentes en Bolivia

En marzo del 2021 se realizó el primer Congreso Boliviano de Restauración Ecológica en la ciudad de Cochabamba. Los trabajos presentados nos dan una mirada sobre qué estamos haciendo a nivel nacional en temas de restauración ambiental/ecológica. Un análisis breve de los trabajos realizados en el país, nos indican que aún estamos en una etapa muy básica, ya que las experiencias presentadas son aún exploratorias y puntuales. Los trabajos podemos agruparlos en cuatro grandes áreas: Ecología de la restauración (19,1 %), Restauración ecológica/ambiental (21,3%), Sociedad y Restauración (25,5 %) y Líneas base y su Monitoreo (34 %).

De un total de 47 trabajos presentados, 34% describen las evaluaciones de áreas afectadas por distintos eventos, y otra fracción son los monitoreos que se realizan a estas actividades. Luego siguen los trabajos que versan



sobre la gestión que realizan las instituciones en las comunidades y pueblos indígenas (25.5 %). En tanto que los trabajos sobre actividades de restauración ecológica/ambiental propiamente dicha llega al 21.3 % y un 19,1% son trabajos de investigación científica sobre Ecología de la Restauración. Estos datos nos indica que aún estamos en una etapa de diagnóstico y comunicación, y que las actividades de Restauración ecológica/ambiental implementadas en campo, aún son mínimas, y menos aún los trabajos de investigación.

Sin embargo, se debe resaltar que los únicos trabajos de restauración Ecológica/ambiental hechos a una escala mayor, y que tuvieron los componentes básicos (Ecología, Restauración, Sociedad y Monitoreo) han sido liderados por empresas privadas en asociación con algunas ONG. Estas sin embargo tuvieron debilidad en el componente de comunicación efectiva y fueron realizadas

para cumplir los compromisos ambientales asumidos por una AOP (Actividad/Obra/Proyecto) de una empresa privada, y que fueron solicitados por el estado boliviano para cumplir las recomendaciones de los EEIA (Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental) y por ende la Ley 1333. Esto nos indica que para la restauración ecológica/ambiental a una escala mayor, se debe tener la participación efectiva del estado boliviano en sus tres niveles: Nacional, Departamental y Municipal.

Si bien Bolivia cuenta con una Ley de Medio Ambiente (Ley 1333) ésta sólo obliga a las AOP (Actividad/Obra/Proyecto) a cumplir estas actividades a través de sus EEIA, y las demás actividades que no están obligadas por ley y que generan eventos de deforestación masiva no lo están. El resto de los trabajos presentados en el congreso, son proyectos de las organizaciones sin fines de lucro y que se desarrollan con financiamiento externo.

RECUADRO 1: El Bosque Seco Chiquitano, una historia de sequías e incendios

Huáscar Azurduy & Claudia Belaunde, FCBC

Si se hace una travesía por algún sector del Bosque Seco Chiquitano y se observa con algo de silencio en su intimidad, se pueden evidenciar ciertas "cicatrices" del pasado histórico de este sistema natural esculpido por el clima y el fuego, y que no siempre fue como lo vemos hoy...

La historia del Bosque Seco Chiquitano, es uno de los capítulos fascinantes en la evolución de los bosques tropicales del mundo. Este sistema, evidencia periodos de expansión y contracción biogeográfica en función a pulsos determinados por el clima, humedad, sequías prolongadas y periodos de incendios (Whitney, *et al.* 2014). La expansión de los bosques secos tropicales entre 10.000 y 3.000 años es una evidencia de una sequía generalizada del Holoceno temprano y medio en América del Sur tropical (Whitney, *et al.* 2011). Hace unos 20.000 años, (10.000 años antes del fin de la "era del hielo" en Europa), se registra un incremento de las temperaturas que permitió el establecimiento de un bosque florísticamente distinto, y que mostró pocos cambios a lo largo de la transición glacial-holoceno, a pesar de un cambio a condiciones significativamente más húmedas a partir de 12.500–12.200 años atrás.

El árbol Curupaú, *Anadenanthera colubrina*, es un marcador biogeográfico clave en la evolución del Bosque Seco Chiquitano. Esta especie (*sensu* Whitney, *et al.* 2014) llega a este dominio hace 10.000 años, lo que coincide con el inicio de una sequía prolongada que duró unos 7.000 años. Este periodo seco del Holoceno, provocó un cambio florístico hacia taxones o especies más tolerantes a la sequía y una reducción en la diversidad α (mostrada por la disminución de la riqueza palinológica), pero el bosque

de dosel cerrado se mantuvo en todo momento. En contraste con bosques secos de África, la distribución moderna de bosques secos tropicales como el Chiquitano, muy probablemente representa la mayor cobertura espacial de estos bosques en América del Sur desde la época de los glaciares (Whitney, *et al.* 2014). De ahí los paralelismos y convergencias evolutivas entre ambos sistemas, pero también sus diferencias.

La sequía máxima durante el Holoceno temprano, de acuerdo con las reconstrucciones regionales de sequía, se correlaciona con un período de actividad significativa de grandes incendios forestales que se dieron entre los 8.000 y 7.000 años atrás, lo que resultó en una disminución en la diversidad de este bosque seco tropical. La tendencia de disminución de la actividad de los incendios durante los últimos 2.000 años promueve la idea entre muchos biólogos, ecólogos y forestales de que los bosques secos están altamente amenazados por el fuego, aunque de otro lado, análisis paleoclimáticos como los de Power *et al.* (2016) basados en palinología (polen) y carbón sedimentario macroscópico, muestra que bosques secos como el Chiquitano, dada su historia, ha sido más resistente a los cambios del Holoceno en el clima y el régimen de incendios de lo que se suponía anteriormente, pero a la vez (y esto es importante), plantea dudas sobre si esta resiliencia continuará en el futuro bajo el aumento de la temperatura y las sequías, junto con un régimen de incendios antropogénicos de mayor frecuencia.

En tiempos actuales un factor adicional de presión es la fragmentación del paisaje por el cambio de uso de suelo y la sobreexplotación de recursos, que impacta, en los servicios ecosistémicos (agua, humedad, regulación de viento, regeneración de suelo y nutrientes) y que como vemos, el bosque ha tardado miles de años en generar.



Aspecto característico del Bosque Seco Chiquitano con especies de árboles caducifolios que dejan caer sus hojas en época seca, plantas con espinas en el estrato herbáceo, mucho ramaje y el suelo con un colchón de hojarasca que se acumula progresivamente y que ante un incendio forestal se constituye en combustible.

¿Qué es la Restauración ecológica y la Ecología de la Restauración?

Según el SER (2014) *la ecología de la restauración* es la ciencia sobre la cual se basa la práctica. *La ecología de la restauración* idealmente proporciona conceptos claros, modelos, metodologías y herramientas que apoyan la práctica de los profesionales. En tanto que *la restauración ecológica* es la práctica de restaurar ecosistemas, tal como lo desempeñan los profesionales, en sitios de proyecto específicos. A veces, el restaurador y el ecólogo de la restauración son la misma persona. En este sentido, el restaurador es aquel que implementa en campo las recomendaciones técnicas de los científicos, que han delineado luego de estudiar el problema. Y es en la implementación que se produce una retroalimentación para mejorar los modelos, teorías, diseños y metodologías recomendadas o en su defecto rechazar y formular nuevas formas de restaurar a partir de los datos de campo.

En nuestro caso, *la ecología de la restauración* está a cargo de los científicos que trabajan en diversas instituciones, y son quienes compilan datos, experimentan localmente y proponen los métodos y diseños para realizar trabajos de restauración, o generan información para ser utilizada por sus pares. En tanto que los restauradores, son los técnicos de las instituciones, los consultores que implementarán las actividades de restauración, los trabajadores de campo (viveristas, técnicos, jornaleros, materos, etc.) y todo aquel personal involucrado en la implementación de un proyecto de restauración ecológica.

RECUADRO 2: Los Megaincendios, importante saber de ellos

*Huáscar Azurduy F.
Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano*

A partir del 2016 han comenzado a registrarse en el planeta incendios de una magnitud sin precedentes. Alimentados por el cambio climático, este nuevo tipo de incendios alcanza escalas que superan la propia ciencia, que está en proceso de entender, medir y pronosticar esta "nueva especie" de fenómeno, que es nuevo también para los ecosistemas y las poblaciones humanas cuya fuerza y tecnología para controlarlos ha sido rebasada. Eventos de este tipo se han registrado en Australia, Portugal, California en Estados Unidos, Chile y la Chiquitania en Bolivia, esta última considerada a la fecha la de mayor intensidad en el planeta (Castellnou 2019). Los incendios forestales están evolucionando y son cada vez más intensos e incontrolables para los medios de extinción conocidos. Los grandes incendios han generado consecuencias sociales, económicas y ambientales hasta ahora desconocidas, como se ha observado en los incendios de Grecia (2018), Portugal (2017), Italia (2017), Francia (2017) o España (2017), u otros países o regiones como Canadá (2016), Chile (2017) o California (2017 y 2018). Los incendios de sexta generación liberan tal cantidad de energía que son capaces de modificar la meteorología de su entorno generando columnas de convección que, al enfriarse en altas capas de la atmósfera, se desploman en forma de "tormenta de fuego" que multiplica los focos y extiende las llamas a una gran velocidad. Los bomberos forestales pueden humanamente extinguir incendios forestales de una intensidad de 10.000 kilovatios/m, encima de esa intensidad un bombero promedio comienza a sufrir quemaduras de distinto grado. Comparativamente, incendios de sexta generación como el de Portugal, alcanzaron una intensidad media de 138.000 kilovatios/m y un pico de 238.000 (Castellnou, 2018). Esto, evidencia de que estamos ante una nueva generación de incendios claramente vinculados al cambio climático y que

provocan auténticas tormentas de fuego (WWF, 2018). Son propensos a este tipo de eventos, ecosistemas estresados, que no soportan más el espacio en que viven y necesitan cambiar (Castellnou, 2018), una tipología de incendios cuya libre intensidad permite dominar la meteorología del área envolvente, creando condiciones extremas de tempestad y propagación (Salgueiro et al., 2019). Un ejemplo de este tipo de incendios es el ocurrido en California (2018), donde la catástrofe de Paradise, ha superado al de Portugal de junio y octubre del 2017 (Salgueiro et al., 2018).



¿Cuándo restaurar los sitios afectados?

Antes de iniciar cualquier actividad y destinar recursos técnicos y financieros, tenemos que identificar nuestro problema, y qué queremos hacer respecto a él.

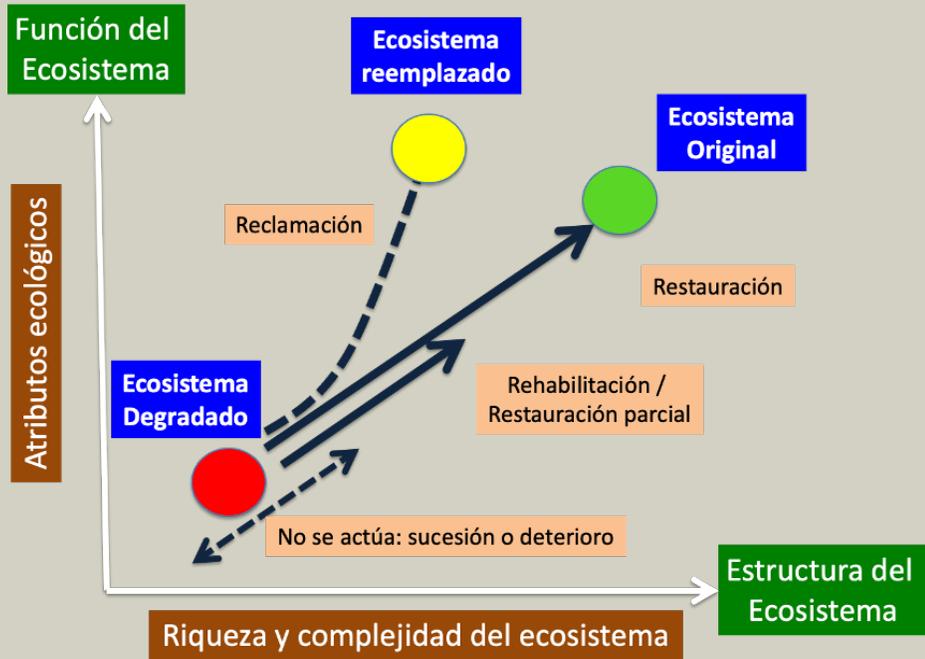
En primer lugar, hay que reconocer que los ecosistemas que han sido alterados pueden haber sido afectados de manera muy profunda y a veces casi irreversibles y otras sólo ha sufrido alteraciones menores cuya recuperación podría ser más fácil y rápida. En la siguiente figura podemos ver un esquema simplificado que ilustra estos umbrales de cambio en los ecosistemas que han sido alterados en un rango de: fuertemente degradado a intacto.



Umbral de cambios en los ecosistemas (representado las circunferencias amarillas) de acuerdo con la severidad de los procesos de degradación y la intervención de recuperación requerida.

Los atributos más sobresalientes del Bosque Seco Chiquitano, son el porcentaje de la cobertura del dosel arbóreo, la riqueza de especies tanto de la flora como de la fauna, el flujo de nutrientes, la capacidad de sucesión, la resiliencia, entre muchos otros, que hacen a la integridad del ecosistema y por consiguiente a su total funcionamiento; lo que podría considerarse un ecosistema intacto. Cuando se alteran los ecosistemas ocurre que uno o más de estos atributos se ven afectados y de acuerdo al grado de alteración pueden degradarse hasta superar un umbral de modificación biológica, como un bosque afectado moderadamente por los incendios, o superar un umbral físico y químico, afectando el sustrato y consiguientemente hacerlo poco o nada funcional, perdiendo su integridad ecológica como por ejemplo cuando un bosque es afectado severamente por los fuegos o en el peor de los casos es completamente deforestado y el suelo compactado o contaminado por agroquímicos.

En ese sentido, el grado y tipo de intervención para recuperar los ecosistemas serán diferentes; lograr modificaciones físico-químicas (descontaminar, o recuperar suelo a través de técnicas regenerativas) en caso de alta degradación o intervenir biológicamente para recuperar la composición y estructura del ecosistema, como por ejemplo enriquecimiento con especies nativas de plantas, plantaciones forestales, reintroducción de especies eliminadas de la fauna silvestre, entre otras. Si la alteración ha sido menor, lo mejor es gestionar al ecosistema para que se recupere naturalmente, como en el caso de los bosques afectados por incendios, protegerlo, evitar la recurrencia de los fuegos y promover la regeneración natural. Sin duda, es más costoso recuperar ecosistemas degradados que han superado los umbrales abióticos que aquellos que han superado sólo los umbrales biológicos o que pueden ser recuperados por procesos naturales.



Destinos de los diferentes esfuerzos para recuperar ecosistemas degradados de acuerdo a la práctica utilizada. Los ecosistemas están representados por las circunferencias de colores.

A su vez y de acuerdo con el tipo de recuperación que se busque, hay diferentes enfoques a partir de los ecosistemas degradados (como se aprecia en la figura anterior). Cuando se afectan los diferentes atributos ecológicos que hacen funcional al ecosistema o hay una pérdida de la riqueza y complejidad de los ecosistemas que determinan su estructura, las trayectorias de la recuperación pueden variar

desde no realizar ningún tipo de intervención hasta lograr mediante la restauración activa recuperar el ecosistema. Si la degradación ha sido extrema y ha afectado la funcionalidad y la estructura del ecosistema de manera tal que ha sobrepasado los umbrales abióticos, la no intervención puede llevar a un mayor deterioro y en general a una irreversibilidad en la recuperación. Si no ha sido tan

fuerte el deterioro, los procesos de sucesión natural podría llevar a una lenta e imprevisible recuperación del ecosistema.

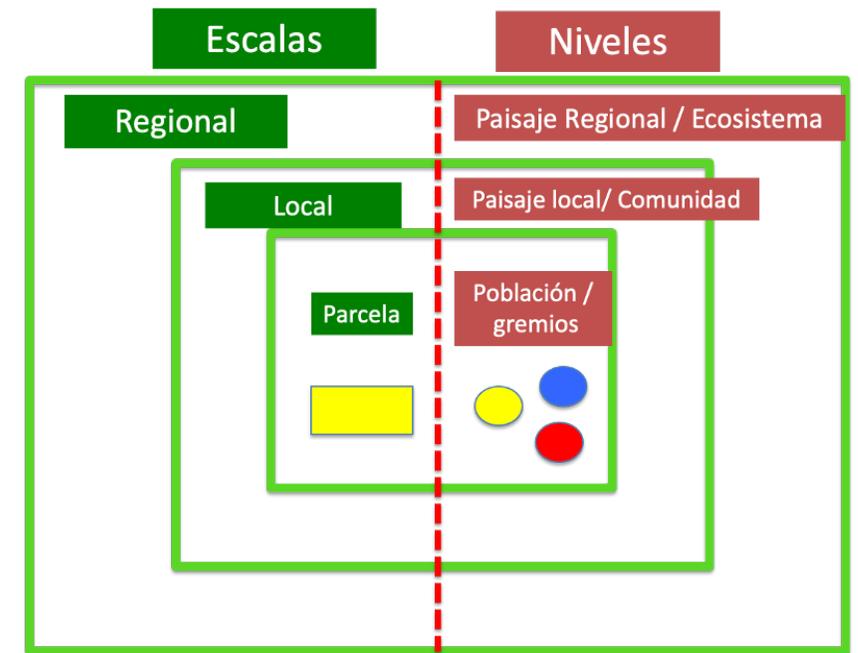
Si las intervenciones logran recuperar parte de la estructura y función del ecosistema; por ejemplo, en un bosque chiquitano que ha sido reemplazado por cultivos y se requiere recuperar parcialmente su estructura y funcionalidad replantando unas pocas especies forestales nativas, podemos alcanzar una rehabilitación o recuperación parcial, pero no completa, de algunas de sus funciones ambientales (como ser la regulación hídrica). Si en este mismo ejemplo el bosque deforestado y reemplazado por cultivos e inclusive por pasturas para la ganadería es luego intervenido mediante la reforestación con fines comerciales (una plantación de eucaliptos, teca o pinos e inclusive un monocultivo de especies nativas que en el caso del Bosque Chiquitano podría ser de cedro o morado), hablamos de una **reclamación o reconversión** del ecosistema y el destino final es un reemplazo del ecosistema original aunque haya recuperado

algunas de sus funciones ambientales (captura de carbono, nichos ecológicos para algunas especies polinizadoras, regulación hídrica, regulación climática local).

Pero cuando hablamos propiamente de **restauración ecológica** es referido a los esfuerzos por recuperar tanto la estructura como las funciones de un ecosistema original que ha sido afectado por algún tipo de alteración humana. Es importante destacar que nunca se recupera totalmente un ecosistema original alterado ya que los sistemas naturales cambian de acuerdo con las diferentes trayectorias de su evolución y aunque se logre que la restauración ecológica sea llevada a cabo por procesos de regeneración natural, evitando que sean nuevamente alterados, el ecosistema que finalmente se alcance no será exactamente el que era en su estado original. Por ejemplo, para el caso del Bosque Chiquitano, la frecuencia de incendios determina que algunas especies forestales sean más resistentes al fuego y otras menos, lo que lleva a que

con el tiempo y con la mayor frecuencia de fuegos, predominen unas especies más que otras y por lo tanto, aunque se eviten nuevos fuegos y se promueva la regeneración natural, el bosque que se recupere luego de 20 o 50 años, no será el mismo en su composición y posiblemente en su estructura.

Finalmente, una vez teniendo en claro lo que se requiere restaurar, es necesario tener en cuenta la escala y niveles de la intervención. La escala puede ser desde una parcela de pocas hectáreas afectadas por algún factor de degradación del ecosistema (por ejemplo, un chaco que se ha convertido en un barbecho y que se requiere recuperar como un bosque primario) hasta la escala regional; como fueron los incendios del 2019 y la necesidad de enfocar la escala de la restauración a millones de hectáreas (ver la siguiente figura). Y el nivel se refiere a si en la escala de parcela lo que se quiere restaurar es aumentar la población de una especie en particular (como la almendra chiquitana), un gremio específico (como palmas o arbustos del cerrado) o en la escala regional la prioridad es restaurar a nivel de paisajes regionales (por ejemplo, la transición de selvas amazónicas con el Bosque Seco Chiquitano) o ecosistemas específicos (como el Pantanal de Otuquis). A la escala local el nivel de restauración puede ser de un paisaje local específico (el cerrado de Laguna Marfil) o el nivel de comunidad (como el área periférica de una comunidad indígena afectada por los incendios u otros procesos de degradación).



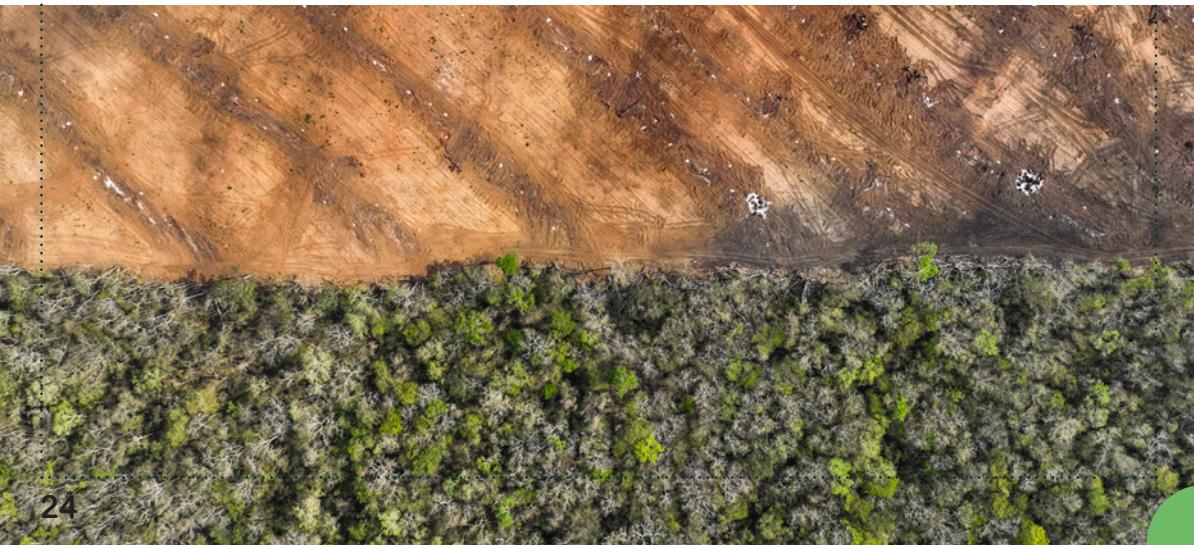
Basado en Vargas (ed) 2007

Escalas y niveles de intervención en los procesos de restauración en el Bosque Chiquitano

Una vez identificado nuestro problema y el enfoque de trabajo que deseamos abordar, debemos preguntarnos si:

¿El sitio afectado o impactado por incendios forestales, necesita realmente nuestra ayuda para su recuperación?

Dependiendo de la respuesta a la pregunta, tendremos dos formas de encarar la restauración ambiental de nuestra área de trabajo: *Restauración activa y/o restauración pasiva o por regeneración natural*. A continuación, presentamos un diagrama de flujo para guiar con algunos criterios básicos las decisiones al respecto.



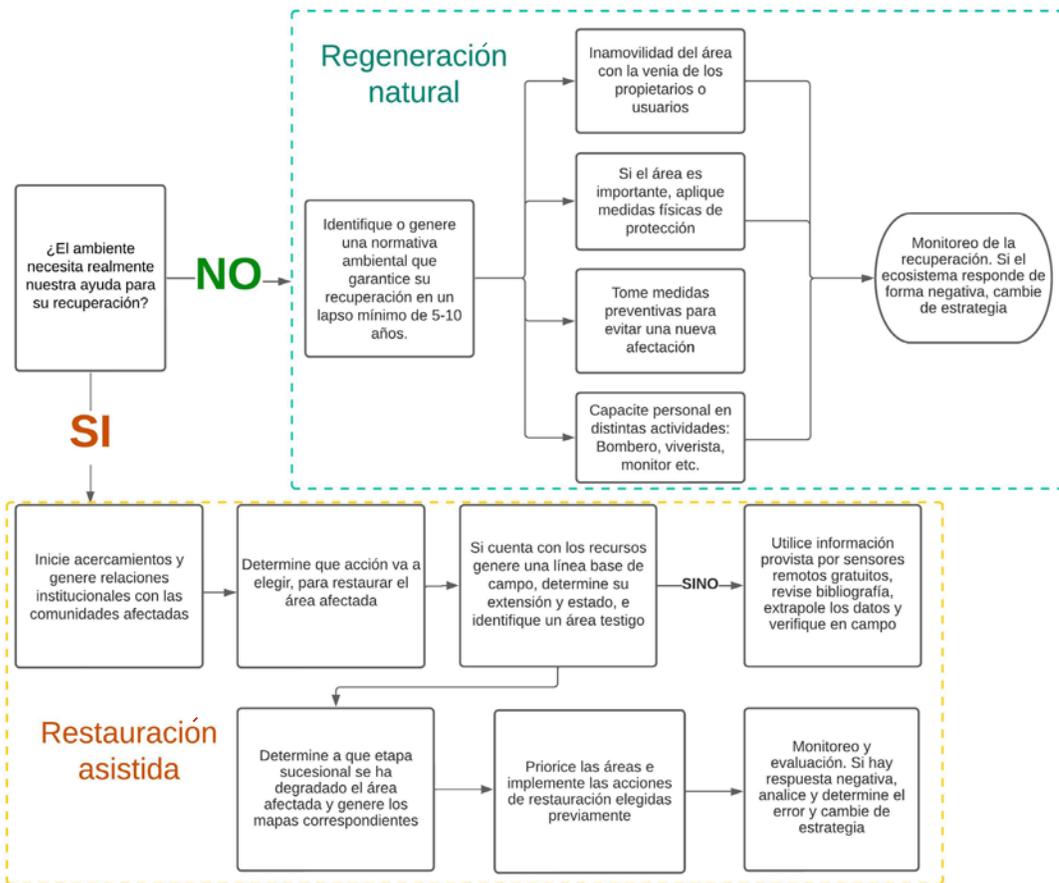


Diagrama de flujo para las decisiones. Se plantean dos rutas opcionales, la ruta de la *Regeneración natural* o la ruta de la *Restauración asistida*. En cada caso se precisan criterios o premisas que orientan las decisiones siempre bajo la premisa mayor de costo-efectividad y del principio precautorio (elaboración del autor).

¿Se deben restaurar los sitios asociados a una comunidad?

Todo dependerá del uso de suelo que tenía el sitio afectado y considerar si la pérdida de cobertura vegetal de dicha área, pueda ser una oportunidad para implementar algún proyecto de desarrollo productivo en la comunidad, y que antes no se podía conseguir por un tema económico. Caso contrario, si es un área que necesariamente debe volver a su estado previo al evento debido a distintas connotaciones naturales, económicas, o por usos y costumbres, se deberá analizar la situación, determinar los objetivos de la restauración, elaborar un plan de restauración y adquirir los recursos técnicos y económicos necesarios para llevar adelante las actividades. Para ello una herramienta teórica que nos puede ayudar, es el método Smart de Doran (1981).

S.M.A.R.T. es una metodología para definir objetivos, se trata de un acrónimo del inglés a través del cual se explican las características básicas de los objetivos. Estos son:

Específicos: Identifique y dimensione su área de trabajo. Esta debe estar consensuada con las instituciones financiadoras y las comunidades.

Medibles: Determine qué porcentaje del área afectada será utilizada para implementar las medidas de restauración elegidas.

Alcanzables: Identifique hasta dónde desea restaurar, en el sentido ecológico, hasta que etapa sucesional desea llegar, o porcentaje de área que desea cubrir de vegetación.

Realistas/Relevante: Identifique áreas prioritarias para implementar las medidas de restauración elegidas.

Temporalidad: Establezca un tiempo de acuerdo a sus recursos, y que éste le permita monitorear hasta ver un cambio en el ecosistema, posterior a la implementación de las actividades de restauración.

RECUADRO 3: Regeneración natural y restauración asistida en los ecosistemas del Bosque Modelo Chiquitania Sostenible

Diego Javier Coimbra. Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano

Regeneración natural

Sinónimos: Restauración pasiva, regeneración no asistida, intervención mínima, sucesión natural.

Consiste en aprovechar los mecanismos que tiene la propia naturaleza para restablecer las funciones e interrelaciones vivientes en los ecosistemas que han sido alterados. Normalmente existe un stock de semillas con resistencia al fuego presente en las capas superficiales del suelo. Con la primera lluvia comenzarán a germinar y darán inicio al mecanismo de sucesión. En esto puede influir la intensidad o severidad que tuvo el fuego. También la regeneración natural aprovecha las especies que no mueren con el fuego, como las palmeras. Algunos árboles retoñan de las raíces, otras plantas tienen tallos subterráneos y el fuego sólo daña las ramas externas, etc. La sucesión consiste en el desarrollo gradual de sucesivas generaciones de plantas que se benefician de las condiciones creadas por las generaciones anteriores, las pioneras, que son las plantas más rústicas y resistentes, y que establecen la primera cobertura del suelo, mantienen la humedad del suelo y lo protegen del sol y el viento. Con el tiempo se van dando las condiciones para el desarrollo de arbustos y árboles que necesitan condiciones más protegidas. En este mecanismo crecerán las especies cuyas semillas están presentes en el lugar, o que puedan llegar transportadas por el viento y los animales. En algunos casos puede ser

necesario aislar del ganado el área. Este sistema es el más barato, pero también el más lento. Si no hay nuevos disturbios graves, el bosque se recuperará.

Restauración asistida o activa.

Sinónimos: Restauración activa, intervención máxima, sucesión dirigida.

Es el método en que de manera artificial se introducen especies con fines determinados que pueden ser acelerar la protección de laderas o fuentes de agua, o asegurar la producción de algunos bienes, como forraje, frutas, materiales para artesanía, especies melíferas, madera futura, etc. Existen diversos niveles de intervención: puede ser la introducción de semillas, o estacas que retoñan, o trasplantes o plantas producidas en vivero. Hay que tomar en cuenta que a mayor nivel de intervención habrá mayores costos. Más allá del costo inicial de plantación, el desafío está en que las plantas introducidas resistan la competencia con la regeneración natural. Sin un plan de manejo y control durante al menos dos años, probablemente la inversión será perdida. En el enriquecimiento con semillas los resultados son inciertos, la germinación puede ser baja, y cuando nacen compiten con las plantas de regeneración natural, que usualmente tienen un desarrollo más competitivo.

Este método requiere mucha pericia. La plantación de estacas vivas que retoñan ofrece una mejor relación costo/resultado. Suelen ser estacas de un metro o más que en cuanto retoñan tiene altas probabilidades de supervivencia y bajo costo de mantenimiento. Pero no hay muchas especies que retoñen de estacas. Algunas de ellas son los gallitos (*Erythrina* sp) y los bibosis (*Ficus* sp). La plantación de plantines de forma intensiva, bajo el esquema de plantaciones del tipo comercial, es la forma de intervención más costosa y con más riesgos. Sin embargo, podría ser una opción de cara a su aprovechamiento en diferentes ciclos de crecimiento y generar recursos económicos a quienes realizan las intervenciones como ser las comunidades locales, propietarios privados de predios, inversionistas, entre otros.

¿Cuándo realizar actividades de restauración asistida o a favor de la regeneración natural?

Implementar actividades de restauración asistida en un bosque afectado, o un bosque que ha sido reducido a barbechos, puede ser una tarea muy costosa y tediosa. Se tienen ejemplos de reforestación a gran escala en gasoductos de la Chiquitania, donde la sobrevivencia de plantines que posteriormente fueron sembrados en los derechos de vía (DDV) han tenido distintos resultados en su producción. Por ejemplo, en las zonas más húmedas de la Chiquitania se reforestó un tramo del DDV (derecho de vía) dentro de los límites del Área Natural de Manejo San Matías, y en viveros se produjeron alrededor de 51 mil plantines de 46 especies y 16 familias de árboles y arbustos de la Chiquitania (Saldias et al. 2001).

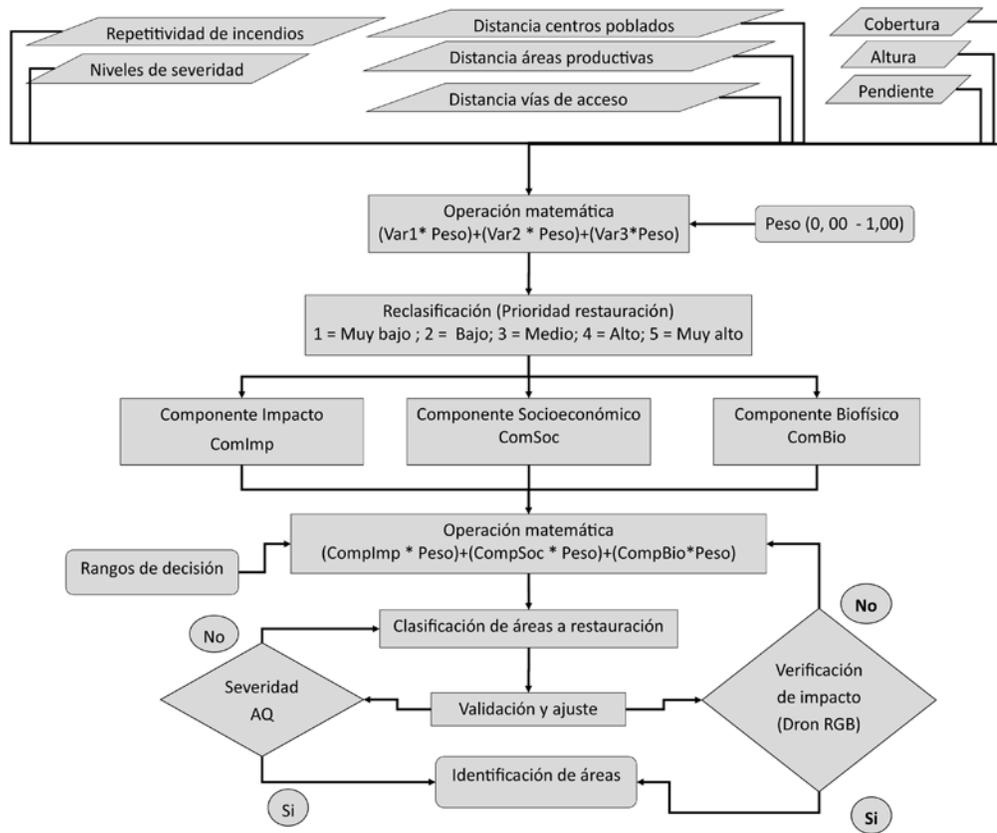
Esta producción de plantines se realizó a través de la recuperación de plantines del bosque, almácigo de semillas en platabandas y siembra directa en bolsas. Los plantines recuperados del bosque (~10mil plantines), tuvieron una sobrevivencia del 37 % en el proceso de recuperación y aclimatación en el vivero. Por su parte los plantines obtenidos de las platabandas, tuvieron una mortalidad del 7 % de alrededor de 32 mil plantines, en tanto que los plantines que nacieron de la siembra directa en las bolsas, tuvieron 100% de sobrevivencia. Todos los plantines fueron llevados a un área del ducto considerado sensible, y que en total fueron 83 ha reforestadas dentro del Área Natural de Manejo Integrado San Matías (GOB, sin fecha)

En otro ejemplo presentado por Guillen *et al.* (2011), nos muestran que la sobrevivencia de plantines producidos en vivero y posteriormente llevados al DDV, varían desde 80-100% para el curupau (*Anadenanthera colubrina*), entre 60-80 % para el roble (*Amburana cearensis*, cuchi (*Astronium urundeuva*) y el comomosi (*Bougainvillea modesta*) y de 20-40 % para el

tasaa (*Acosmiun cardenasii*) y el tajibo (*Tabebuia impetiginosa*). El total de área reforestada por Guillen *et al* (2011) fue de 1 ha, y se trasplantaron 979 plantines de 23 especies en distintas partes del DDV en un tramo de 14 km. Esto nos indica que el éxito en la producción de plantines varía según las especies y el método de germinación y dependerá mucho de la región donde se realice la reproducción. Además, se debe tomar en cuenta los costos de estos trabajos ya que dependerá de las condiciones en que se trabaje, y la distancia entre el sitio de trabajo y los centros poblados.

En el caso de que no se trabaje con viveros y se compren los plantines (60 cm de alto), el costo puede variar entre 10-15 Bs. a la fecha según los precios de distintos viveros locales. Si consideramos la cantidad de plantines reportados por Saldias *et al.* (2001) los costos globales de los plantines pueden llegar a ser muy altos, y a este monto económico debe sumarse la logística de la implementación y siembra de los plantines, y tener en cuenta el monitoreo y mantenimiento de los plantines sembrados en el campo. Es por ello que es necesario impulsar la producción de plantines a nivel de las comunidades locales, que ha sido uno de los objetivos de la fase 4 de RESTAURAcción, para disponer del material necesario en las diferentes actividades de restauración asistida e incorporar especies forestales en los sistemas agroforestales y silvopastoriles en los predios comunales, así como opciones de venta a interesados privados.

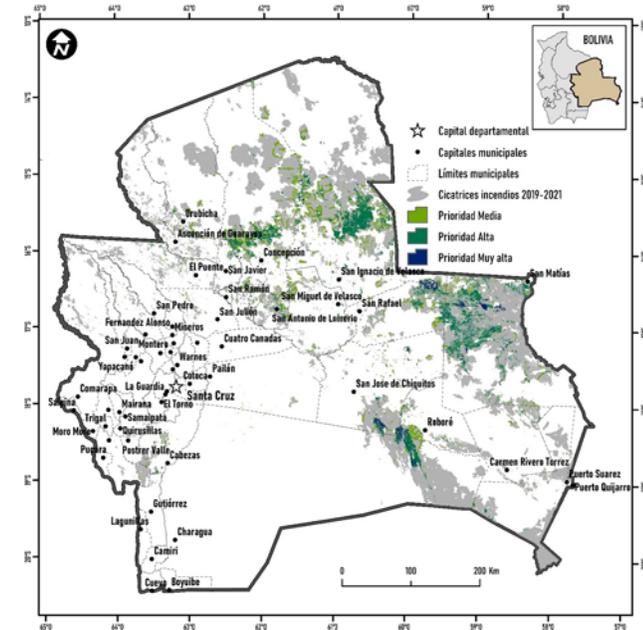
Otra de las experiencias desarrolladas en el pasado durante la fase 2 de RESTAURAcción, a través del Observatorio del BSCh, fue generar una metodología que priorice áreas potenciales para intervenciones bajo el enfoque de restauración asistida (Uyuni *et al.* 2023).



Flujograma del proceso metodológico para la identificación de las áreas de restauración asistida. (Uyuni et al. 2023)

El método propuesto por Uyuni (2023) se basa en un análisis de decisión multicriterio que usa tres criterios de variables geográficas: impacto, biofísico y socioeconómico. El criterio de impacto incluye el nivel de severidad y recurrencia de incendios, el criterio biofísico identifica la cobertura forestal afectada por incendios, en tanto que el criterio socioeconómico considera la accesibilidad a centros poblados, áreas productivas y vías de accesos, según se esquematiza en el flujoograma de la página anterior.

Como resultado se identificaron tres categorías de prioridad: media, alta y muy alta, y estos datos se analizaron a nivel departamental, municipal y de áreas protegidas. Se identificó que la superficie categorizada como de muy alta prioridad cubre una superficie de 81.670 ha, representando el 0,3% de los bosques del departamento, según se observa en el siguiente mapa:



Mapa de áreas potenciales para restauración asistida (Uyuni et al. 2023)

¿Cómo hacer seguimiento a las acciones en restauración?

Si hemos decidido realizar una actividad de reestructuración asistida, y tenemos los fondos asegurados, debemos tener en cuenta que hay tres condiciones: 1) Tiempo de monitoreo, 2) Personal capacitado y 3) Logística básica.

Ya sea que necesitemos monitorear nuestras actividades en restauración pasiva y/o activa, en ambas situaciones debemos obtener datos cuantitativos para fines de comparación. Cuando necesitamos monitorear la restauración pasiva de grandes áreas, lo cual puede ser desde menos de 10 ha hasta más de 100,000 ha, necesitamos utilizar herramientas que nos permitan hacer seguimiento a la mayor cantidad de área posible, para este caso, utilizar sensores remotos es lo más adecuado. El Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), es un método adecuado, por la escala de trabajo, ya que mide de forma remota el verdor y la densidad de la vegetación captada en una imagen de satélite. La vegetación sana tiene una curva de reflectancia espectral

muy característica de la que podemos sacar partido calculando la diferencia entre dos bandas: la del rojo visible y la del infrarrojo cercano. El NDVI es esa diferencia expresada numéricamente entre -1 y 1. (<https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>)

Como ejemplo, en un estudio para establecer las tendencias de la regeneración natural tras incendios en Bolivia del 2001 al 2021 (Maillard, 2023) el Observatorio del BSCh utilizó la plataforma de computación en nube Google Earth Engine (GEE), se desarrolló un script para generar imágenes anuales acumulativas de las series temporales del NDVI y detectar cambios de tendencia entre 2001 y 2021. Para detectar estas tendencias, se empleó la prueba Mann-Kendall, que es no paramétrica y es utilizada principalmente para determinar tendencias monotónicas estadísticamente significativas en una serie temporal de puntuaciones Z. Cada paso temporal se comparó con el anterior para evaluar las tendencias temporales de cada

píxel. Los resultados indicaron que el 53,6% de la superficie mostró una tendencia creciente y el 15,9% de la superficie evidenció una tendencia decreciente. En cuanto al tipo de cubierta terrestre, los bosques estaban proporcionalmente representados por el 18,1% de las áreas que mostraron una tendencia creciente y el 3,0% de los bosques mostraron una tendencia decreciente. Por el contrario, las zonas no boscosas mostraron una tendencia creciente del 35,5% y el 12,9% una tendencia decreciente. Se puede concluir que existe un proceso de regeneración continuo a escala país.

Para fines comparativos, se necesita hacer seguimiento mensual y tener un área testigo para comparar los resultados. En caso de tener recursos, se puede evaluar una pequeña área para validación de campo. Es importante que el personal tenga capacitación en sensores remotos y ecología vegetal, ya que la interpretación solo del índice, necesita ser respaldada por una visita de campo, que evalúe de forma cualitativa las distintas etapas sucesionales de la vegetación, así como la flora

que está creciendo. Para este tipo de evaluación se sugieren los inventarios ecológicos rápidos o los inventarios fitosociológicos.

Una práctica común para identificar los tipos de vegetación con los que se trabaja, es la utilización de mapas de vegetación, en nuestro caso los mapas de Navarro & Ferreira (2007, 2011) deben ser corregidos en campo, ya que dichos mapas fueron elaborados bajo una escala de 1:250,000 y 1:100,000, y cuando se va al campo, los límites del mapa no corresponden por un tema de escala, además de la dinámica de la vegetación, ya que fueron realizados con imágenes de la década del año 2000.

Si no se toma en cuenta estos aspectos, su utilización nos puede llevar a un error de identificación de los tipos de vegetación y sus etapas sucesionales y por ende del significado de los NDVI.

Por otra parte, un aspecto básico del mapa, es que se basa en las series de vegetación, y una serie es el conjunto de etapas sucesionales mas su etapa madura, y en el mapa se considera la vegetación potencial

madura para el mapeo de cada serie, es decir, que un polígono de *Bosques subhúmedos semidecíduos de la Chiquitanía sobre suelos bien drenados (CES406.238 a)* el polígono puede encerrar la etapa madura y sus distintas etapas sucesionales. Este hecho se torna más complicado cuando se trata de tipos de vegetación como el Cerrado, donde el polígono identificado como *Chaparrales esclerófilos y sabanas arboladas de la Chiquitanía sobre suelos bien drenados (CES406.240)*, puede incluir fisonomías de Bosques bajos con dosel semidenso (Cerrado denso, Cerrado típico); bosques bajos con dosel abierto (Cerrado ralo); sabanas arbolado-arbustivas muy abiertas (Campo sujo) y sabanas herbáceas (Campo limpo). Irónicamente y dada la confusión de términos, muchas instituciones suelen pedir que se generalice estas clasificaciones, sin embargo, al hacer esto se está perdiendo el objeto principal del monitoreo:

El cambio de la estructura en la vegetación en función a las prácticas de restauración, sean estas de tipo pasiva o activa. Es por esta razón que, dentro del equipo de

restauradores, debe contemplarse la inclusión de personal con formación en ecología vegetal y Flora.

De ahí la necesidad de desarrollar herramientas de tecnología y soporte altamente intuitivo que de manera participativa e inclusiva incorpore el aporte de la gente interesada a iniciativas de monitoreo, es así que en otra acción del proyecto RESTAURAcción se desarrolló una aplicación denominada RESTAURARBolivia y que está actualmente disponible en Google Play. La herramienta como tal fue desarrollada bajo un enfoque conocido como ciencia ciudadana, en el que los actores locales recopilan información considerando sus experiencias y conocimientos, en colaboración con investigadores.



Si nuestras actividades son parte de una **restauración activa**, se deberá tener una validación de campo, la cual debe estar basada en un método cuantitativo (parcelas, transectas, líneas de intercepción, cuadrantes). Ello nos debe permitir cuantificar cómo está el crecimiento de las plantas y el estado en general de las mismas. Esta medición también deberá hacerse en un área testigo, para fines comparativos. Otros parámetros a medir, pueden ser la producción de biomasa, para lo cual se pueden colocar trampas de hojarasca como lo indican, Mostacedo & Fredericksen (2000). Estas mismas trampas pueden ser utilizadas para medir la lluvia de semillas que caen en el bosque, y poder determinar los gremios ecológicos y diversidad.

Dependiendo del tipo de impacto que se haya dado en el lugar, un factor muy importante a medir es el suelo, enfocándose en 4 parámetros: 1) acidez, 2) materia orgánica del suelo 3) sales totales, 4) nutrientes esenciales NPK (Nitrógeno, Potasio y Fósforo). Si el área está sujeta a una presión ganadera, deberán incluirse dos parámetros adicionales:

1) Densidad aparente del suelo a tres profundidades (10, 20, y 30 cm) y 2) Tasa de infiltración del agua en el suelo.

En el caso de la **Restauración pasiva**, se debe contar con personal capacitado en ecología vegetal y flora, ya que en las distintas etapas sucesionales, las plantas no siempre están en flor o fruto, lo que hace difícil su identificación en campo. Por otra parte, toda evaluación de campo debe considerar las colectas de especímenes, ya que trabajar a nivel de género o solo con fotos no es recomendable. Por lo general en estas actividades se dan nombres ficticios de campo a las plantas para un mejor manejo. Por ejemplo, planta peluda 1, árbol con espinas curvas, arbusto hoja ancha con olor picante etc., sin embargo al no tener certeza de su identidad, y dado los cambios estacionales de la vegetación (perdida de hojas en época seca), estas características pueden perderse, siendo necesario contar con especímenes colectados de respaldo, no solo para el investigador, sino para los comunarios que ayuden en la evaluación.

El reto de comunicar efectivamente los resultados obtenidos

No se puede considerar un proceso de restauración activa sin un proceso efectivo de comunicación el involucramiento de las comunidades. Es ahí donde la estrategia de comunicación cumple un rol esencial. La mejor manera de comunicar los resultados en campo, es a través de experiencias inmersivas y visitas a las zonas que están siendo restauradas, también ayuda la impresión de mapas con los NDVI, donde las personas puedan corroborar en el sitio restaurado que efectivamente la vegetación va cambiando. Este proceso debe ser parte de una transformación de la información recopilada, sistematizada y acciones técnicas implementadas, que lleve todo este conocimiento y decisiones a un lenguaje comunicacional simple, activo, empático y vinculante, ya que el éxito de las acciones llevadas a cabo en territorios indígenas, comunidades o propietarios privados, depende en su totalidad de la comprensión y valoración de la restauración por parte de los actores y beneficiarios. Una

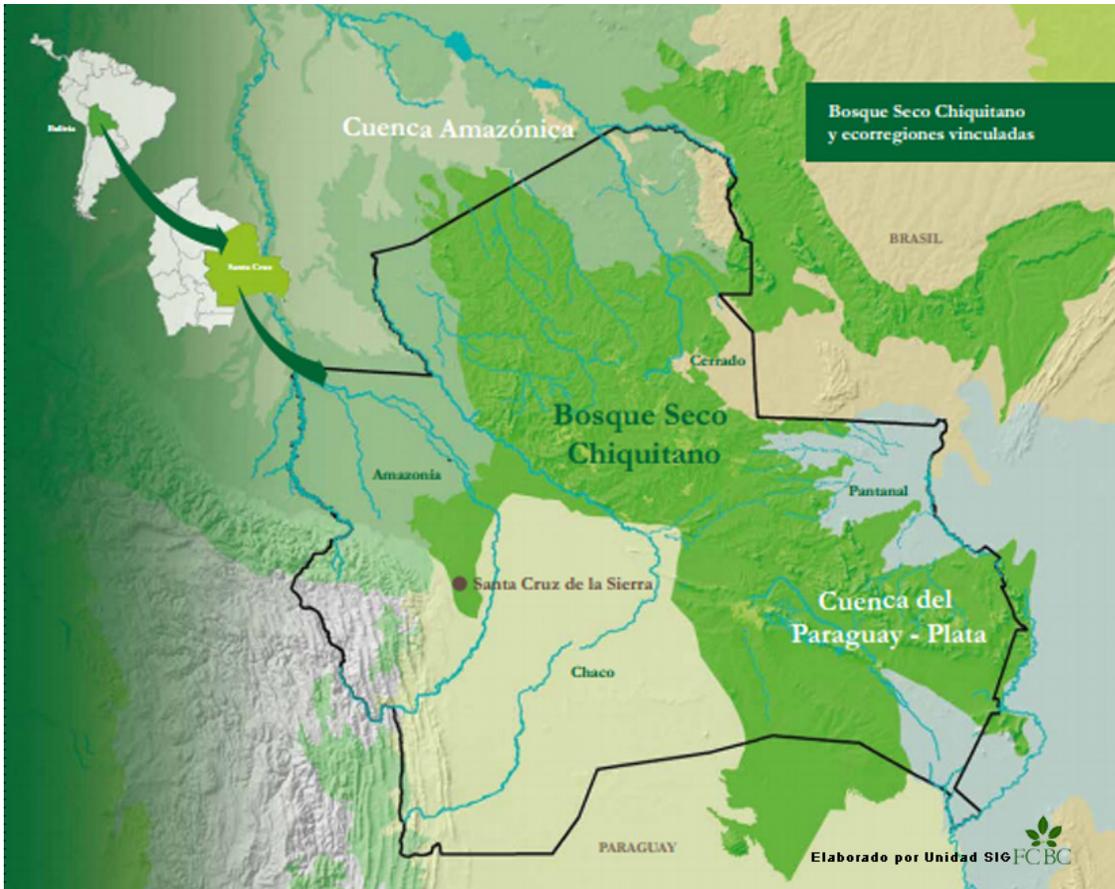
costumbre difundida en el campo, es la validación personal de lo dicho por otros, ya que solo generar presentaciones en reuniones con imágenes y mapas en una pantalla, pasa por ser un taller que no es efectivo. Las personas en el campo entienden mejor las experiencias vivenciales más que lo teórico, ya que parte de su vida es la agricultura, y ésta se basa en resultados visibles y medibles (quintales producidos de maíz, racimos de plátanos por planta, crecimiento de pasto, etc.). Si bien las nuevas generaciones ya utilizan medios digitales, esta misma práctica puede ser implementada con mapas interactivos en los teléfonos inteligentes, donde en una serie de mapas se pueda observar los cambios de la vegetación, antes y después de la restauración activa, sin embargo, esto puede tener que esperar varios años, hasta que la vegetación presente cambios visibles en una imagen de satélite.

El éxito de estos procesos comunicacionales puede verse

reflejado en el involucramiento y defensa de los sitios en restauración. Más allá de informar y comunicar se convierte en un espacio inmersivo e interactivo donde las comunidades pueden participar activamente, algo necesario desde la ecología de la restauración, ya que, sin este proceso, se comenzaría con un sesgo, algo que la ciencia no tolera ni acepta, menos aún en algo que va más allá de una concepción teórica, y que, por su dinámica, estará en un constante proceso de ajuste, adaptación y monitoreo.

“Los resultados del proceso de restauración deben ser comunicados y compartidos, no solo en un artículo científico o un reporte, sino, como un éxito del territorio y de quienes lo habitan, cuyo esfuerzo permitió la implementación de estas acciones, y a quienes los beneficios de la restauración impactarán directamente, más allá de las cifras o estadísticas, sino en la vida misma.”





El Bosque Seco Chiquitano tiene una extensión de más de 20 millones de hectáreas. Es reconocido como uno de los más extensos en el mundo y que conserva áreas importantes de bosque.

Bibliografía

Castellnou, M. 2018. Los incendios de sexta generación son más difíciles de controlar y afectan a medio planeta. En: La Vanguardia, la actualidad del medio ambiente, 17 de agosto de 2018.

Castellnou, M., L. Alfaro, M. Miralles, D. Montoya, B. Ruiz, T. Artes, L. Besold, J. Brull, F. Ramírez, M.A. Botella, F. Martins, M. Bachsficher, J. Vendrell, M. A. Botella & S. Purdy. 2019. Field journal: Bolivia. learning to fight a new kind of fire. In: Wildfire, 28:5 (26-34).

Doran, G. T. 1981. There's a S.M.A.R.T. Way to Write Management's Goals and Objectives, Management Review, Vol. 70, Issue 11, pp. 35-36.

G.O.B. S/A. Plan de revegetación Fase III. Gasoducto Rio San Miguel San Matías. 5 p.

Guillen, R. 2011. Revegetación del derecho de vía del Gasoducto Bolivia-Brasil. Sector "Parque Nacional Kaa Iya del Gran Chaco". GasTransBoliviano. Santa Cruz-Bolivia.

Hobbs, R.J. & J.A. Harris. 2001. Restoration ecology: Repairing the earth's ecosystems in the new millennium. Restoration Ecology 9 (2): 239-246.

Maillard O. 2023. Post-Fire Natural Regeneration Trends in Bolivia: 2001–2021. Fire, 6(1):18. <https://doi.org/10.3390/fire6010018>

Mostacedo, Bonifacio & T. S. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR Santa Cruz, Bolivia

Navarro, G. & W. Ferreira. 2007. Mapa de vegetación de Bolivia. Series de vegetación. CD-ROM interactive, The Nature Conservancy & Rumbol.

Navarro & Ferreira. 2009. Biogeografía de Bolivia en VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz. 344 p.

Navarro, G. & W. Ferreira. 2011. Mapa de vegetación de Bolivia. Sistemas ecológicos. CD-ROM Interactive, The Nature Conservancy & Rumbol.

Power M.J., Whitney B.S., Mayle F.E., Neves D.M., de Boer E.J., & K.S. Maclean. 2016 Fire, climate and vegetation linkages in the Bolivian Chiquitano seasonally dry tropical forest.

Phil. Trans. R. Soc. B 371: 20150165. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0165>

Primack, R. & F. Massardo. 2001. Estrategias de conservación ex situ. In: R. Primack; R. Rozzi; P. Feinsinger; R. Dirzo & F. Massardo. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas Latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. p:421-446.

Saldías, M., Guillen, L., Gutierrez & B. Taborga. 2001. Experiencias en la producción de plantines de especies del Bosque Semideciduo Chiquitano. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica*. Vol. 3. Número 1 / 2. Santa Cruz.-Bolivia.

Salgueiro, A; Castellnou, M. & Picos, J. 2018. California, Portugal y Galicia, víctimas de incendios 6.0. En: *el País, la actualidad del medio ambiente*, 23 de noviembre de 2018.

Society for Ecological Restoration (SER) International, Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas. 2004. Principios de SER International sobre la restauración ecológica. www.ser.org y Tucson: Society for Ecological Restoration International.

Uyuni, G., O. Maillard, H. Azurduy, M. Flores-Valencia, G. Michme & R. Vides-Almonacid. 2023. Identificación de áreas prioritarias para la restauración asistida en bosques afectados por incendios forestales en el departamento de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 58(2): 64-77.

Vargas, O. (ed). 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del Bosque Altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 189 p.

Whitney, B.S., Mayle, F., Punyasena, S., Fitzpatrick, K., Burn, M., Guillen R., Chavez, E., Mann D., Pennington, R. T. & S. E. Metcalfe. 2011. 45 kyr paleoclimate record from the lowland interior of tropical South America. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 307, 177–192. (doi:10.1016/j.palaeo.2011.05.012).

Whisenant SG. 1999. *Repairing damaged wildlands: A processorientated, landscape-scale approach*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 312 p.

Whitney B.S., Mayle F.E., Burn M.J., Guillén R., Chavez E. & R.T. Pennington. 2014. Sensitivity of Bolivian seasonally-dry tropical forest to precipitation and temperature changes over glacial–interglacial timescales. *Veg. Hist. Archaeobot.* 23, 1–14. (doi:10.1007/s00334-013-0395-1).

WWF. 2019. El polvorín del noroeste. Informe. Propuesta ibérica de WWF España y ANP / WWF Portugal para la prevención de incendios.



Proyecto "Bases del conocimiento para la restauración"



ISBN: 978-9917-9762-0-2



9 789917 976202