

**RESTAURACIÓN DE ÁREAS DISTURBADAS POR IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECURIOS EN EL DEPARTAMENTO DEL
CAQUETÁ.**

**PROYECTO: CONVENIO 060 DE 2013 GOBERNACIÓN DEL CAQUETÁ –
INSTITUTO SINCHI
FONDO DE CTeI DEL SGR.**

**RESTAURACIÓN DE ÁREAS DISTURBADAS POR IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS EN EL DEPARTAMENTO DEL
CAQUETÁ, CONVENIO 060/2013.**

**ANEXO 5. AVANCES DEL ANÁLISIS DE LOS FACTORES LIMITANTES,
TENSIONANTES Y POTENCIADORES DEL PROCESO DE RESTAURACIÓN
ECOLÓGICA DE LAS ÁREAS DISTURBADAS EN LA ZONA DE ALTA
INTERVENCIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CAQUETÁ.**

VERSIÓN 1.

**GRUPO DE TRABAJO: CARLOS HERNANDO RODRÍGUEZ LEÓN – EDNA MILENA
CASTRO**

Florencia, octubre de 2017

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
1. ANTECEDENTES.....	8
1.1. FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.	8
1.2. FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE PAISAJES DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.	14
2. AVANCES DEL AÑO 1.....	15
2.1. PROPUESTA METODOLÓGICA.....	16
2.1.1. CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	17
2.1.2. VALORACIÓN SISTEMÁTICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	18
2.2. ÁREA DE ESTUDIO Y ESCALAS DE ANÁLISIS.....	19
2.2.1. PAISAJE DISTURBADO.....	22
2.2.2. ECOSISTEMAS DISTURBADOS.....	24
2.2.2.1. Bosque denso alto de tierra firme (BDTF) disturbado y bosque fragmentado en montaña BDM y lomerío (BDL).....	24
2.2.2.2. Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Montaña (PAM) y lomerío (PAL).....	25
2.2.2.3. Bosques de vallecitos de lomerío disturbados – BVLD.....	26
2.3. RESULTADOS CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN.....	27
3. AVANCES DEL AÑO 2.....	32
3.2. PROPUESTA METODOLÓGICA (ACTIVIDADES AÑO 2).....	32
3.2.1 IDENTIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE POSIBLES F-LTP SOCIO-ECOLÓGICOS.....	32
3.2.1.1. Objetivos de los talleres participativos.....	33
3.2.1.2. Población objetivo y proceso de convocatoria.....	33
3.2.1.3. Planeación.....	34
3.2.1.4. Fases a desarrollar en el taller.....	34
A. Fase introductoria.....	35
B. Fase de cartografía social.....	35
C. Fase de discusión.....	37

3.2.2.	DESCRIPCIÓN DE LOS F-LTP POR ECOSISTEMA.....	37
3.2.3.	DESCRIPCIÓN DE LOS F-LTP DE LA RE DEL PAISAJE	37
3.3.	RESULTADOS FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO .	39
3.3.1.	ALTOS NIVELES DE COMPETENCIA POR LOS NUTRIENTES DEL SUELO Y AGUA, DEBIDO A LA ALTA DENSIDAD DE RAÍCES, EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, COMPETENCIA CON PASTURAS (LIMITANTE – COLONIZACIÓN/ESTABLECIMIENTO – BIÓTICO).....	40
3.3.2.	FALTA DE DISPERSORES DE SEMILLAS (TENSIONANTE – COLONIZACIÓN - BIÓTICO).....	44
3.3.3.	PERDIDA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO (LIMITANTE/POTENCIADOR – SUPERVIVENCIA - ABIÓTICO). 50	
3.3.4.	COMPACTACIÓN DEL SUELO (LIMITANTE – ABIÓTICO).	53
3.4.	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS F-LTP SOCIOECONÓMICOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN PAISAJES DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.	58
3.4.1.	ARRAIGO DE LA TRADICIÓN GANADERA	60
3.4.2.	DESCONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS DE DETERIORO	61
3.4.3.	ARRAIGO EN PRÁCTICAS DE TALA, QUEMA Y USO DE AGROQUÍMICOS.....	62
3.4.4.	AUSENCIA DE PLANIFICACIÓN DE LAS FINCAS Y DEL TERRITORIO A LARGO PLAZO	63
3.4.5.	DEFICIENCIA DE GOBERNABILIDAD DE LAS INSTITUCIONES AMBIENTALES Y FALTA DE INTERÉS EN PROCESOS DE RESTAURACIÓN POR MALAS EXPERIENCIAS CON ORGANIZACIONES AMBIENTALES	63
3.4.6.	FALTA DE ORGANIZACIÓN SOCIAL Y REDES DE COOPERACIÓN INEXISTENTES	64
3.4.7.	FALTA DE FORMACIÓN TÉCNICA DE LAS COMUNIDADES EN TEMAS PRODUCTIVOS Y AMBIENTALES. ...	64
3.4.8.	LLEGADA DE NUEVOS PROPIETARIOS	65
3.4.9.	IMITACIÓN DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS SOSTENIBLES ENTRE VECINOS VEREDALES - POTENCIADOR. 65	
4.	BIBLIOGRAFÍA	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Barreras (factores limitantes y tesionantes) de la regeneración de los bosques tropicales en áreas disturbadas por uso agropecuario mencionados en la bibliografía. Los ítems marcados con un asterisco (*) corresponden a revisiones bibliográficas. (X) Es un factor limitante o tensionante. (--) En el estudio no se identificó que el factor afecte el proceso de regeneración. (+) Es un factor que ayuda o potencia el proceso de regeneración.	14
Tabla 2. Extensión en hectáreas para las unidades fisiográficas y coberturas priorizadas dentro del proyecto “ <i>Restauración de áreas disturbadas por implementación de sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá</i> ”	19
Tabla 3. Coberturas identificadas en el área de estudio por municipio, extensiones dadas en hectáreas (Murcia <i>et al.</i> 2014a).	23
Tabla 4. Descripción de la información consignada en las bases de datos o matrices en formato Excel entregada como anexos.	27
Tabla 5. Talleres participativos de cartografía social realizados por municipio, núcleos veredales priorizados y unidad fisiográfica (UF).	33
Tabla 6. F-LTP que operan sobre el paisaje y los respectivos indicadores que serán evaluados mediante la información producida en el análisis socioeconómico y la zonificación y la priorización para la restauración. (L) limitante, (T) tensionante, (P) potenciador.	38
Tabla 7. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “competencia con pasturas”. ..	40
Tabla 8. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>competencia con pastos</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña (PAM), es o no un factor limitante o tensionante.	42
Tabla 9. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>competencia con pastos</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante.	43
Tabla 10. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “falta de dispersores de semillas de especies leñosas”.	45
Tabla 11. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>disponibilidad de fauna dispersora de semillas de especies de árboles y arbustos</i> ” en bosques disturbados en montaña (BDM), es o no un factor limitante o tensionante.	47

Tabla 12. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>disponibilidad de fauna dispersora de semillas de especies de árboles y arbustos</i> ” en bosques disturbados en lomerío (BDL), es o no un factor limitante o tensionante.	49
Tabla 13. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “perdida de los horizontes del suelo”.....	50
Tabla 14. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “ <i>pérdida de los horizontes del suelo</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña < 1000 m.s.n.m (PAM), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (B) Promedio. (DS) Desviación Estándar.	51
Tabla 15. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “ <i>pérdida de los horizontes del suelo</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (B) Promedio. (DS) Desviación Estándar.	52
Tabla 16. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “ <i>pérdida de los horizontes del suelo</i> ” en bosques disturbados de Vallecito de Lomerío (BVLD), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (B) Promedio. (DS) Desviación Estándar.	53
Tabla 17. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “compactación del suelo”.....	54
Tabla 18. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>compactación del suelo</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña < 1000 m.s.n.m (PAM), es o no un factor limitante o tensionante.	55
Tabla 19. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>compactación del suelo</i> ” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante.	56
Tabla 20. Evaluación de los indicadores para identificar si la “ <i>compactación del suelo</i> ” en bosques disturbados en Vallecitos de Lomerío (BVL), es o no un factor limitante o tensionante.....	57
Tabla 21. Situaciones evidenciadas en los ejercicios de cartografía social indicadoras de barreras o potenciadores de la restauración ecológica, en cada núcleo veredal priorizado. Portal la Mono – Belén de los Andaquíes (A), El Cristal –San José del Fragua (B), Sinaí – Morelia (C), San Antonio de Padua – Belén de los Andaquíes (D) y Avenida el Caraño – Florencia (E).	59



MinAmbiente
Ministerio de Ambiente
y Desarrollo Sostenible

Tabla 22. Factores que motivan o desmotivan la implementación de sistemas productivos alternativos a la ganadería..... 66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las barreras para la regeneración de los bosques.	11
Figura 2. Fases para la identificación de factores limitantes, tensionantes y potenciadores del proceso de restauración ecológica de las áreas disturbadas en la zona de alta intervención del departamento de Caquetá.	16
Figura 3. Tipos de barreras a identificar para cada área disturbada.	17
Figura 4. Valoración sistemática para la evaluación de los F-LTP.	19
Figura 5. Delimitación del área de estudio en los municipios de Belén de los Andaquíes, Florencia, Morelia y San José del Fragua, con las áreas excluidas del estudio.	21
Figura 6. Proceso para la identificación de los factores limitantes, tensionantes y potenciadores de la regeneración de los bosques tropicales disturbados por uso agropecuario en las áreas disturbadas por uso agropecuario en el área de estudio.	22
Figura 7. Núcleos veredales priorizados por municipio.	34
Figura 8. Fase introductoria en los talleres realizados en las veredas San Antonio de Padua (A,B), Portal la Mono (C) y Avenida el Caraño (D).	35
Figura 9. Fase de cartografía social en los talleres realizados en las veredas San Antonio de Padua (A), Portal la Mono (B), Avenida el Caraño (C), El Cristal (D) y Sinaí (E).	36
Figura 10. Fase de discusión en los talleres realizados en las veredas El Cristal (A) y Sinaí (B).	37

RESUMEN

Las barreras (limitantes y tensionantes) a la restauración ecológica son aquellos factores que impiden, limitan o desvían la sucesión natural en áreas alteradas por disturbios naturales y antrópicos, y pueden clasificarse en dos tipos: ecológicos y socioeconómicos. La identificación de estas barreras es esencial para diseñar estrategias de restauración efectivas. Durante la fase diagnóstica de este proyecto, para la identificación de dichas barreras, se hizo una clasificación previa del tipo de factores a analizar, en relación con el área de estudio. Las primeras a identificar fueron las barreras ecológicas (bióticas y fisicoquímicas) que limitan o tensionan los procesos de regeneración natural y se analizan a escala ecosistémica. El siguiente ejercicio consistió en identificar las barreras a la recuperación de la conectividad, estas son del tipo ecológicas y el análisis se hizo a escala de paisaje. Finalmente, se hizo una identificación participativa de las barreras socioeconómicas que pueden dificultar el desarrollo y éxito de los procesos de restauración ecológica, este análisis se hizo para los núcleos veredales priorizados por el proyecto.

Conocer los limitantes, tensionantes y potenciadores de la regeneración del bosque en pasturas abandonadas es esencial para diseñar estrategias de restauración efectivas. (Holl *et al.* 2000, Zimmermann *et al.* 2000). Debido a que factores, que a menudo interactúan, pueden impedir la regeneración de sitios deforestados y abandonados (Hooper *et al.* 2005). Los estudios realizados en pasturas abandonadas en el trópico, han coincidido al señalar las características del área disturbada y las áreas adyacentes que se constituyen en factores que tensionan, limitan o potencian la restauración ecológica pasiva. La falta de semillas dispersadas es el factor que más tensiona la regeneración del bosque en pasturas abandonadas, a este tensionante mayor se asocian otros dos tensionantes, primero el tipo de dispersión, pues las semillas encontradas en las pasturas abandonadas son dispersadas por el viento en su gran mayoría, ya que los animales propios de los bosques, quienes dispersan gran parte de las semillas, no frecuentan áreas abiertas (Holl 1999). El segundo factor tensionante es la distancia del bosque secundario adyacente, que determina la posibilidad de la llegada de las semillas de especies leñosas al área degradada (Zimmerman *et al.* 2000).

1. ANTECEDENTES

1.1. FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.

El potencial de regeneración natural de la composición y la estructura del bosque puede ser limitado por los efectos de los disturbios naturales o aquellos causados por usos agropecuarios extensivos,

severos y duraderos (Holl 2007, Zermeño-Hernández *et al.* 2015, Zermeño-Hernández *et al.* 2016). De esta forma, la tasa de regeneración del bosque (ganancia en diversidad de especies y biomasa por unidad de tiempo y área) depende de la resiliencia del ecosistema, la historia de uso del suelo (intensidad y duración del uso), la matriz del paisaje adyacente (Nepstad *et al.* 1991; Holl & Aide 2011; Jakovac *et al.* 2016), los factores socioeconómicos (ej. políticas agrarias, economía) y las variables biofísicas (ej. topografía y calidad del suelo) y puede conducir a vías sucesionales diferentes (Martínez-Ramos *et al.* 2016).

Un rango de factores bióticos y abióticos y la interacción entre ellos han sido identificados como barreras al establecimiento de plántulas o al proceso de sucesión en áreas pos-agropecuarias, aunque su importancia relativa varía ampliamente entre sitios de estudio (Gunarathne *et al.* 2014). En sitios donde las barreras son mínimas o poco limitantes, como es el caso de los disturbios naturales, el bosque puede recuperarse por sí mismo apenas con una remoción de los factores de degradación (Norden *et al.*, 2009), dándole suficiente tiempo. Sin embargo, en sitios donde las barreras son más severas, como es el caso de las pasturas abandonadas, una simple manipulación (como la introducción de semillas, eliminación del fuego, o introducción de especies pioneras) puede ser suficiente para reiniciar el sistema y facilitar la sucesión del bosque, aunque la regeneración del bosque es mucho más lenta (Aide & Cavelier 1994). Mesquita *et al.* (2001), (2015) y Williamson *et al.* (2012) identificaron que la regeneración de la selva amazónica en zonas de pastos abandonados puede ocurrir sin ninguna intervención humana, siguiendo una trayectoria relativamente predecible, con la colonización dominada por especies *Vismia* o *Cecropia*, dependiendo de la intensidad de uso de los pastos.

Por su parte, en el estudio realizado por Zimmerman y colaboradores (2000) en pasturas abandonadas adyacentes a áreas de bosques en Puerto Rico muestran que es posible dejar que los árboles invadan las pasturas naturalmente. Bosques con biomasa y diversidad de especies similar a un bosque que se mantienen sin cortar se pueden desarrollar en promedio en 30 años (Aide *et al.* 1995, 1996, 2000; Zimmerman *et al.* 1995). Sin embargo, debido a las barreras de la dispersión de especies leñosas y la alta biomasa y diversidad de helechos, los cambios sucesionales durante los primeros 10 años son relativamente lentos (Aide *et al.* 1995).

Existen también casos en donde las pasturas abandonadas no se revierten hasta volver a ser bosques (Aide & Cavelier 1994) por el contrario continúan degradadas, pueden permanecer estancadas por décadas o pueden permanecer con dominancia de pocas especies que retrasan el proceso sucesional (Mesquita *et al.* 2001; Williamson *et al.* 2012), pues aunque se eliminan los tensionantes (la eliminación de herbáceas no deseadas en los potreros con quema o con métodos químicos y el pisoteo constante de las vacas), los limitantes que la degradación han impuesto en el sistema no permiten el desarrollo de la sucesión. La trayectoria de desarrollo del ecosistema degradado queda totalmente bloqueada y su restablecimiento a través de procesos naturales parece demorarse indefinidamente (SER 2004). Además, debido a que los disturbios antropocósmicos son eventos

nuevos en la historia evolutiva de las especies del bosque húmedo, la mayoría de ellas tienen respuestas adaptativas pobres o nulas y esto puede limitar su regeneración natural (Martínez-Ramos *et al.* 2016).

Hay varias razones para que no se dé el proceso de regeneración: i) A medida que el tamaño de los claros se hacen más grandes, es cada vez más difícil para las semillas de árboles y arbustos establecerse (Nepstad *et al.* 1990). ii) Al ser el fuego una parte integral de la formación y mantenimiento de las pasturas; los árboles de los bosques tropicales rara vez son capaces de tolerar el fuego, y las semillas o brotes en el suelo mueren por lo tanto con regularidad. iii) Muchas semillas forestales son grandes y tienen que ser transportados por los animales; si los agentes de dispersión mueren o huyen a causa de la destrucción del hábitat, también se reduce el número de semillas que entran en un campo. Si, por alguna casualidad afortunada, las semillas de alguna manera llegan a un campo, a menudo están sujetas a una amplia depredación por hormigas cortadoras de hojas. iv) Las condiciones ambientales de los pastos (de alta temperatura, baja humedad y suelos compactados) hacen que sea difícil para una planta de semillero establecerse, y menos aún sobreviven los diversos ataques de fuego, la sequía, y los depredadores que asolan (Hecht 1993).

Las barreras para la regeneración de la vegetación del bosque tropical en pasturas abandonadas son clasificados de diferentes formas según el autor, Barrera *et al.* (2010) describe las barreras desde la procedencia de los factores o estímulos y los clasifica en factores limitantes, tensionantes o potenciadores. Autores como Nepstad *et al.* (1990), Aide & Cavelier (1994), Holl & Lulow (1997) y Holl *et al.* (2000) abordan las barreras para la regeneración desde el análisis de los estados de la sucesión temprana en los que actúan los factores o estímulos (colonización establecimiento, crecimiento y sobrevivencia) Zimmermann *et al.* (2000) y Meli (2003) por su parte, proponen la clasificación de las barreras de la regeneración entre factores bióticos y abióticos (**Fig. 1**).

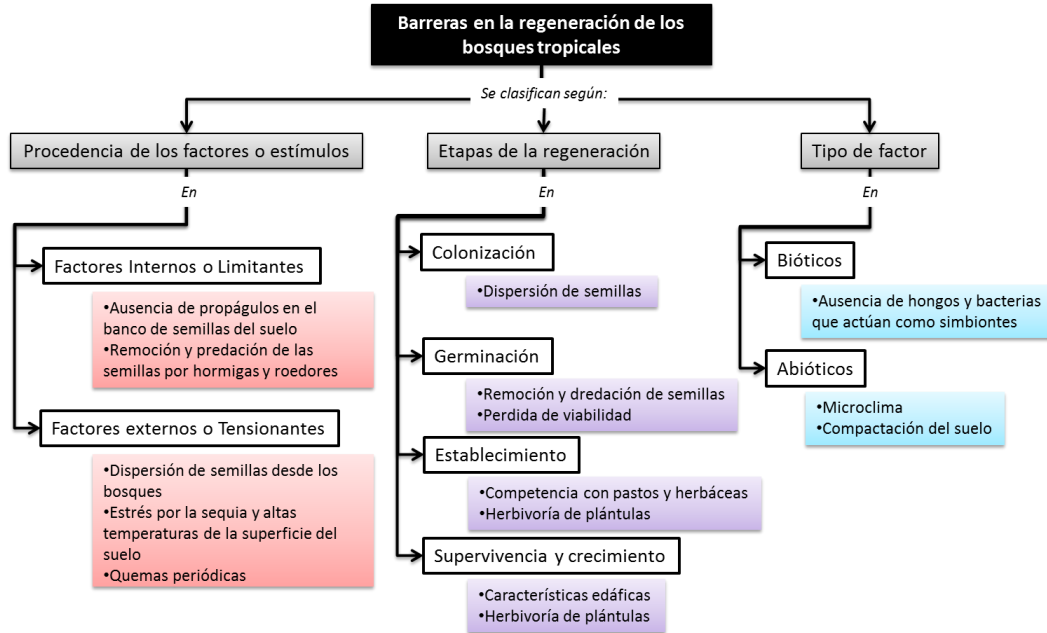


Figura 1. Clasificación de las barreras para la regeneración de los bosques.

Para el desarrollo del proyecto se identificaron las barreras en la regeneración de los bosques tropicales mediante la evaluación de la procedencia de los factores o estímulos, es decir se describen los factores limitantes y tensionantes de la restauración ecológica, así como los factores potenciadores cuando los estímulos contribuyen en el proceso de regeneración.

Dentro de los limitantes de la regeneración de la vegetación en pasturas abandonadas propuestos por Aide *et al.* (1995), Parrota *et al.* (1997), Nepstad *et al.* (1996), Holl (1999), Zimmerman *et al.* (2000), Cubiña & Aide (2001), Meli (2003), Hooper *et al.* (2005) se reconocen como los más importantes:

- i) Ausencia de propágulos en el banco de semillas del suelo
- ii) Eliminación de las raíces con capacidad de rebrotar en los suelos
- iii) Altas tasas de remoción y predación de las semillas por hormigas y roedores
- iv) Corta viabilidad de las semillas leñosas tropicales
- v) Herbivoría de las plántulas germinadas por parte de las hormigas que abundan en los pastizales;
- vi) Ausencia de hongos y bacterias que actúan como simbioses obligados

vii) Altos niveles de competencia por los nutrientes del suelo, debido a la alta densidad de raíces, en la mayoría de los casos competencia con pasturas o especies ruderales.

viii) los altos valores de la densidad aparente y la resistencia a la penetración que limitan el desarrollo de las raíces de las plántulas

ix) Quemas periódicas

x) Las plantas pioneras leñosas que colonizan las pasturas a menudo son invasoras

Respecto a los factores tensionantes de la recuperación de los bosques tropicales en pasturas abandonadas se reconocen como los más importantes propuestos por Aide *et al.* (1995), Parrota *et al.* (1997), Nepstad *et al.* (1996), Holl (1999), Zimmerman *et al.* (2000), Cubiña & Aide (2001), Meli (2003), Hooper *et al.* (2005), Barrera *et al.* (2010) son:

i) Falta de dispersión de semillas del bosque (disminución de la lluvia de semillas)

ii) Pastoreo ocasional del ganado

iii) Los fenómenos de variabilidad climática

iv) Estrés por la sequía y las altas temperaturas de la superficie del suelo

v) Alta radiación solar

Los factores socioeconómicos más importantes que pueden detener los procesos de restauración ecológica, propuestos por Hjerpe *et al.* (2009) y García-Frapolli & Lindig-Cisneros (2011) son:

i) La insuficiencia de fondos para la restauración

ii) Conflicto social sobre los significados y valores de restauración

iii) Falta de conocimiento de los beneficios no comerciales de la restauración

iv) Falta de infraestructura apropiada para los productos forestales de la restauración

v) No se conocen los beneficios económicos de los esfuerzos de restauración o los incentivos económicos para el manejo sostenible son inciertos

Los factores internos y externos de la pastura abandonada que pueden potenciar el desarrollo de la sucesión propuestos por Aide *et al.* (1995), Nepstad *et al.* (1996), Holl (1999), Zimmerman *et al.* (2000) y Meli & Dirzo (2013) son:

i) Presencia de árboles remanentes que sobreviven en las pasturas y que producen abundantes frutos, de esta forma potencian el reclutamiento de semillas, debido al efecto sobre el comportamiento de dispersión de aves y murciélagos

- ii) La sombra de los árboles jóvenes reclutados de algunas especies nativas que pueden ser importantes para competir con los pastos en el futuro, así como facilitar la regeneración de mas especies tolerantes a la sombra
- iii) Presencia de rebrotes en áreas con estados intermedios de la degradación; iv) la disponibilidad de luz
- v) Presencia de bosques secundarios cerca de las pasturas abandonadas y vi) las pasturas de tamaño pequeño

De 17 estudios revisados acerca de la identificación de las barreras (factores limitantes y tesionantes) de la regeneración de los bosques tropicales en áreas disturbadas por uso agropecuario, 14 documentos describen proyectos científicos y los tres restantes son revisiones de bibliografía. Si bien, el efecto de la competencia con pastos u otras especies ruderales es el factor más evaluado (14 estudios), no se observa un consenso acerca del tipo de efecto que tiene sobre la recuperación de los bosques, pues en ocho (8) de estos estudios se evidencio que la presencia de pastos, o la competencia por la alta densidad de raíces, dificulta el proceso de regeneración, mientras que en cinco (6) estudios se pudo observar que no hay diferencias entre el en áreas con pastos y en aquellas en las que se removió las pasturas o en áreas de bosque, inclusive en dos de los estudios se afirma que la presencia de pastos contribuye en el proceso de recuperación al mejorar el microclima, en las épocas secas. Lo que se puede concluir respecto al papel que juega la presencia de las pasturas en los procesos de regeneración, es que dependiendo del momento en el que se realice la evaluación (colonización y germinación o establecimiento y supervivencia) y las condiciones climáticas la presencia de pastos puede actuar a favor o en contra del proceso. La falta de dispersión de semillas del bosque o de semillas leñosas que en los bosques tropicales son principalmente dispersadas por animales, es el segundo factor más evaluado en los estudios revisados (12 estudios) y es identificado como la barrera más importante para que el proceso de recuperación de los bosques tropicales ocurra. El tercer factor limitante de la sucesión vegetal ampliamente reportado, en ocho de estudios evaluados, es la degradación de los suelos (**Tab. 1**).

Como lo mencionan Gunaratne y colaboradores (2010), en muchos estudios los factores LTP han sido evaluados aisladamente, como ocurre en la mitad de los artículos revisados en este ejercicio, cuatro y tres estudios en los que se evaluó uno o dos factores respectivamente (**Tab. 1**). Tal patrón desconoce que los factores tienen interacciones y efectos sinérgicos sobre los ecosistemas, es decir, que en muchos casos las barreras a la regeneración de las áreas disturbadas se deben a la interacción de diversos factores limitantes y tensionantes que pueden i) actuar en una misma o en diferentes etapas de la regeneración (p. ej. colonización, germinación, supervivencia).

Tabla 1. Barreras (factores limitantes y tesionantes) de la regeneración de los bosques tropicales en áreas disturbadas por uso agropecuario mencionados en la bibliografía. Los ítems marcados con un asterisco (*) corresponden a revisiones bibliográficas. (X) Es un factor limitante o tensionante. (--) En el estudio no se identificó que el factor afecte el proceso de regeneración. (+) Es un factor que ayuda o potencia el proceso de regeneración.

Factor	A	B	C	D	E	F*	G	H	I*	J	K*	L	M	N	Ñ	O	P
Competencia con pastos u otras herbáceas ruderales	X	--	X		+	X	--		X	X	X	--	--	X/--	X	--	
Falta de dispersión de semillas del bosque (disminución de la lluvia de semillas y el Banco de semillas)	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X		X			X
Condiciones físicas y químicas (degradación severa) de los suelos, pérdida de horizontes del suelo		X			X	X			X	--	X				--	--	
Predación de semillas	X	--		--		X			X								
Limitantes del microclima		--							X					X	X		
Baja germinación de semillas o emergencia de plántulas de especies leñosas					+	X						X					
Herbívora de plántulas	X					X								--			
Estrés por sequía o inundación	X				--										X		
Quemas		--								X				X			
Alta radiación solar						X					X						
Desarrollo del banco de semillas														X			
Rápida colonización y crecimiento de helechos y especies herbáceas			X														
Ausencia de micorrizas en el suelo									X								
Distancia de fragmentos y Matriz de pasturas									X								

A: Nepstad *et al.* 1991 (Amazonia brasilera) **B:** Aide & Cavellier 1994 (Colombia); **C:** Aide *et al.* 1995 (Puerto Rico); **D:** Holl & Lulow 1997 (Costa Rica); **E:** Holl 1999 (Costa Rica); **F:** Holl *et al.* 2000*; **G:** Zimmermman *et al.* 2000 (Puerto Rico); **H:** Cubiña & Aide 2001 (Puerto Rico); **I:** Meli 2003*; **J:** Hooper *et al.* 2005 (Panamá); **K:** Martínez-Ramos & García-Orth 2007*; **L:** Gunaratne *et al.* 2010 (Sri Lanka); **M:** Meli & Dirzo 2013 (Golfo de México); **N:** Gunaratne *et al.* 2014 (Sri Lanka); **Ñ:** Meli *et al.* 2015 (México); **O:** Douterlungne *et al.* 2015 (México); **P:** Reid *et al.* 2015 (Costa Rica)

1.2. FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE PAISAJES DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.

A pesar de una extensa bibliografía relacionada con las restricciones de restauración local, ahora existe un amplio reconocimiento de que las restricciones también pueden operar a escalas mayores (Holl & Aide 2011). Para la biodiversidad en general, los parámetros relacionados con la

conectividad del paisaje (es decir, la capacidad del paisaje para facilitar los flujos biológicos), como la proximidad entre parches (Martensen *et al.*, 2008), la permeabilidad de la matriz (Boscolo *et al.* 2008), son influencias importantes para la dinámica de (re) colonización (Jacquemyn *et al.*, 2003) y, en consecuencia, influyen en la eficacia de la restauración (Rodrigues *et al.* 2009; Metzger & Brancalion 2013).

La consideración explícita de cómo la estructura del paisaje afecta los procesos ecológicos involucrados en el proceso de restauración puede (1) optimizar las acciones de restauración a escala local y (2) aumentar la efectividad en la transformación del paisaje de acuerdo con los objetivos de restauración. En el primer caso, la restauración puede ser localmente favorecida cuando se realiza en áreas con mayor conectividad a potenciales fuentes de semilla o con mayor resiliencia del paisaje (Tambosi *et al.* 2014). En estas condiciones, la estructura del paisaje puede aumentar la contribución de los procesos de regeneración natural y así reducir los costos de restauración, ya que la restauración pasiva se puede usar en lugar de la restauración activa (Holl & Aide 2011). En el segundo caso, una intervención adecuada en la composición y configuración del paisaje puede resultar en resultados más rápidos y eficaces, ya sea dirigida a la conservación de la biodiversidad (Por ejemplo, mediante la mejora de la conectividad del paisaje, la permeabilidad de la matriz o la reducción del aislamiento del hábitat), el restablecimiento de los procesos ecológicos o los servicios de los ecosistemas (por ejemplo, aumentando la provisión de agua protegiendo o restaurando áreas clave para la recarga del acuífero) tales como los asociados al cambio climático (Metzger & Brancalion 2013)

2. AVANCES DEL AÑO 1

Durante el primer año de avance de la actividad COLECTA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN SOBRE LOS FACTORES QUE LIMITAN O FAVORECEN LA RESTAURACIÓN A DIFERENTES ESCALAS se planteó la propuesta metodológica para la identificación y análisis de las barreras ecológicas (bióticas y fisicoquímicas) de la regeneración de la vegetación a escala ecosistémica y se propusieron grandes rasgos las actividades de identificación de barreras de la conectividad a escala de paisaje (barreras espaciales) y las barreras socioeconómicas de la restauración ecológica. También se describió el área de estudios a diferentes escalas y se describieron los antecedentes. Finalmente, durante el primer año se consolidó la información de las caracterizaciones bióticas y fisicoquímicas realizadas durante el primer año, con el fin de ser analizadas para la identificación de los factores limitantes, tencionantes y potenciadores (F-LTP) a escala de ecosistema.

2.1. PROPUESTA METODOLÓGICA

La propuesta metodológica para la identificación de factores limitantes, tensionantes y potenciadores del proceso de restauración ecológica de las áreas disturbadas en la zona de alta intervención del departamento de Caquetá se desarrolló en cuatro fases, en las que se contemplan I) consolidación de la información producto de las caracterizaciones fisicoquímicas, bióticas y socio-económicas de los sistemas disturbados, las áreas de referencia y las unidades de paisaje identificadas dentro del área de estudio; II) la valoración sistemática y análisis de información; III) Validación participativa de posibles factores limitantes, tensionantes y potenciadores (F-LTP) socio-ecológicos y finalmente, IV) Descripción de los factores limitantes, tensionantes y potenciadores (F-LTP) por ecosistema y a escala de paisaje (**Fig. 2**).

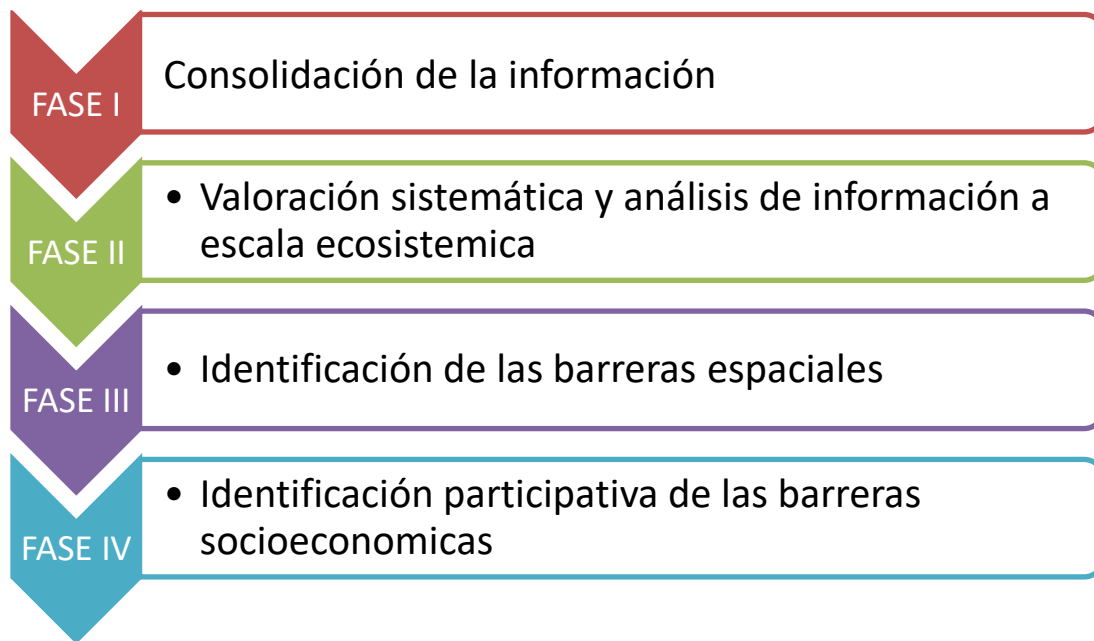


Figura 2. Fases para la identificación de factores limitantes, tensionantes y potenciadores del proceso de restauración ecológica de las áreas disturbadas en la zona de alta intervención del departamento de Caquetá.

Como es propuesto por Barrera-Cataño y colaboradores (2010), un paso previo en el proceso de la identificación de los factores que pueden limitar, tensionar o potenciar el desarrollo de procesos de restauración, recuperación y rehabilitación ecológica, consiste en definir el sistema a restaurar y la escala a la cual se va a trabajar. Para el caso del presente ejercicio, se eligieron cinco tipos de ecosistemas disturbados por uso agropecuario a restaurar: áreas de pasturas degradadas y abandonadas en lomerío y en montaña, bosques riparios o vegetación de vallecitos de lomerío disturbados y bosque disturbado en lomerío y en montaña. Además, un sistema que se abordará a

escala de paisaje, que se ubica al sur oriente del departamento del Caquetá y comprende el lomerío altamente intervenido y zonas de montaña (Fig. 3).

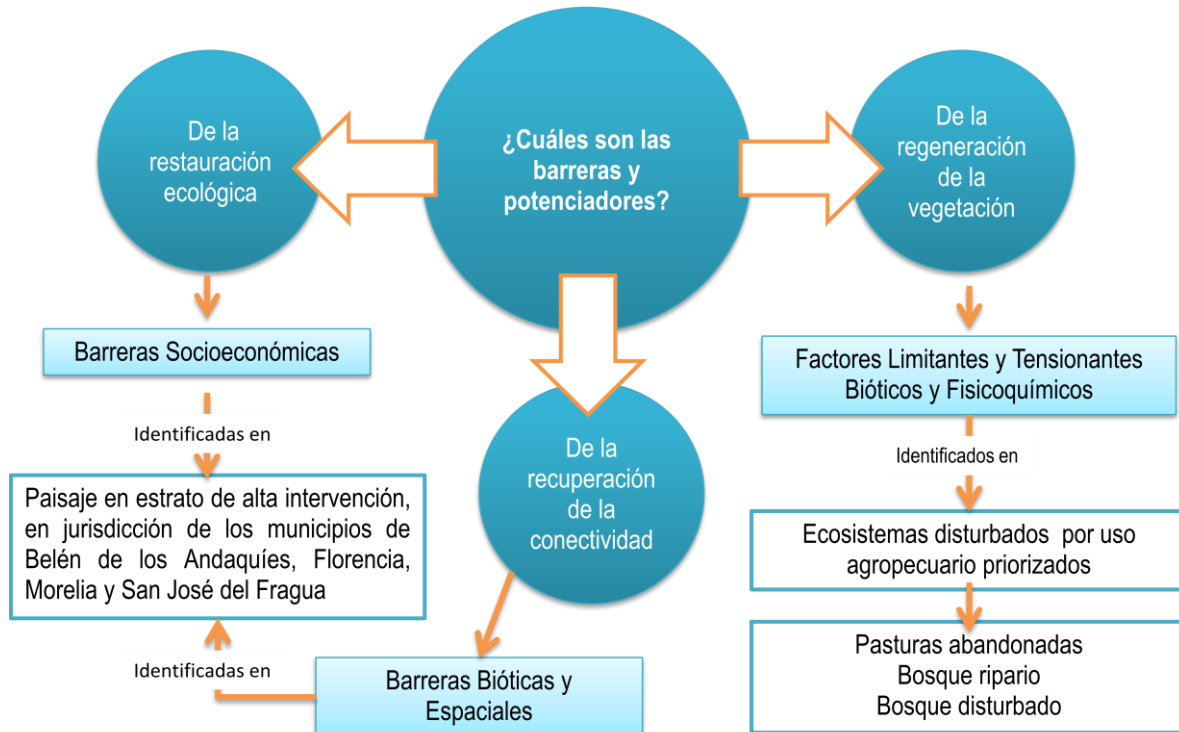


Figura 3. Tipos de barreras a identificar para cada área disturbada.

2.1.1. CONSOLIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

La identificación de los F-LTP de las áreas disturbadas se basó en la información colectada en las caracterizaciones fisicoquímicas, bióticas y socio-económicas de los sistemas disturbados, de las áreas de referencia y del paisaje en general (Barrera-Cataño *et al.* 2010). La consolidación de la información se realizó dependiendo de la escala de análisis, i) por área disturbada caracterizada, para la identificación y descripción de los F-LTP de los sistemas a restaurar y ii) a escala de paisaje para la identificación de los F-LTP del proceso de restauración del paisaje.

En el desarrollo de esta fase: i) se recopiló la información de las caracterizaciones fisicoquímicas, bióticas y sociales producida en el marco del proyecto “Restauración de áreas disturbadas por implementación de sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá”, ii) se seleccionó y se homogenizó la información pertinente y iii) la información seleccionada se organizó y consolidó en matrices en formato Excel.

2.1.2. VALORACIÓN SISTEMÁTICA Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.

La valoración y análisis de la información consistió en evaluar los datos correspondientes a cada uno de los indicadores seleccionados con el fin de identificar: i) los factores que hacen falta para que se desarrolle la vida en el área disturbada o en el paisaje disturbado, que provengan de afuera del sistema (tensionantes, T1), ii) las condiciones propias del área que impiden su regeneración natural (limitantes), iii) las tensiones que se pueden generar desde el área disturbada hacia el área aledaña (T2) y iv) las características internas y externas al sistema a restaurar que contribuyen a su restablecimiento (factores potenciadores). Esta identificación se realizó mediante la evaluación de las características del sistema de referencia, ya que éste presenta atributos que permiten el establecimiento y supervivencia de organismos y el desarrollo de interacciones inter e intra específicas (Barrera-Cataño *et al.* 2010).

Para realizar la valoración sistemática se generaron índices que permitieron evaluar las características de los ecosistemas disturbados y las áreas de referencia, evidenciadas en los datos producto de las caracterizaciones. A continuación se listan las actividades que se llevaron a cabo para la construcción de los indicadores y la estimación de los valores de F-LTP (**Fig. 4**):

- i) Definición de rangos para los valores y las apreciaciones que se produjeron en las caracterizaciones, para cada uno de los indicadores seleccionados.
- ii) Calificación o puntuación de los rangos de datos establecidos, las calificaciones de las características que se configuran como factores potenciadores tienen puntuaciones cercanas a uno (1), mientras que los valores cercanos a cero (0) son indicativos de factores limitantes o tensionantes dependiendo de si operan desde dentro del área disturbada (ecosistema o paisaje) o desde fuera del mismo. Tales puntuaciones se atribuyeron dependiendo de los valores encontrados en las áreas de referencia o áreas conservadas y según los reportes de estudios llevados a cabo en el área de estudio y registrados en la literatura.
- iii) Estimación de los índices mediante los cálculos de calificaciones, cuando se seleccionó más de un indicador por potencial F-LTP se estimó el promedio de las calificaciones otorgadas para cada indicador.

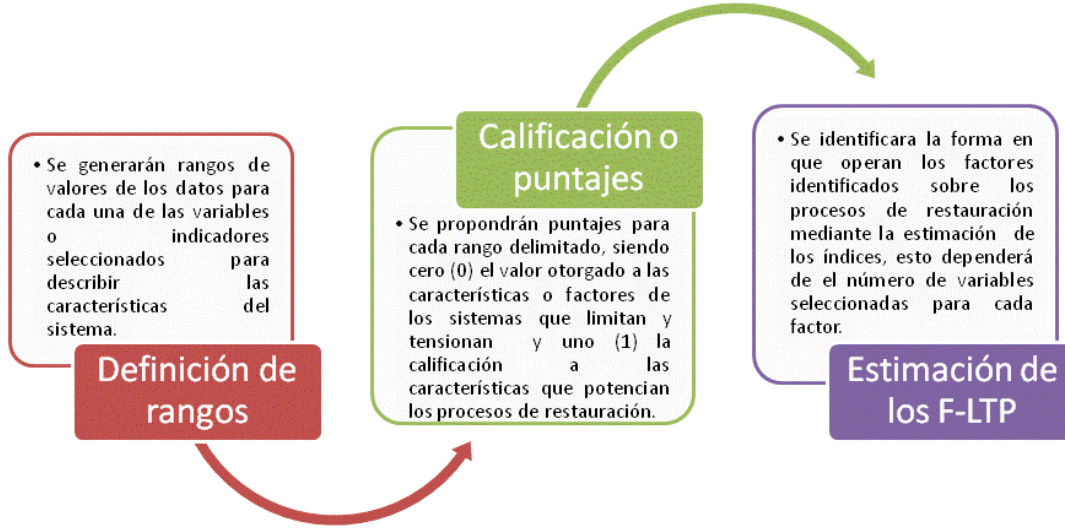


Figura 4. Valoración sistemática para la evaluación de los F-LTP.

2.2. ÁREA DE ESTUDIO Y ESCALAS DE ANÁLISIS.

El área de estudio del proyecto “Restauración de áreas disturbadas por implementación de sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá” se ubica al sur occidente del departamento del Caquetá en el piedemonte andino-amazónico, en jurisdicción de los municipios de Belén de los Andaquíes, Florencia, Morelia y San José del Fragua. Para la delimitación del área de estudio se excluyeron las zonas de piedemonte, vega en el paisaje de lomerío, las áreas de montaña ubicadas arriba de los 1.000 msnm por su grado de conservación (134.431 ha) y los Parques Nacionales Naturales Alto Fragua Indiwasi, Cueva de los Guacharos y Serranía de los Churumbelos. De esta forma, el área de estudio cuenta con una extensión de 175.689 hectáreas, que corresponden al 48,4% del área total ocupada por los cuatro municipios, tal extensión se divide en dos paisajes fisiográficos contemplados en el proyecto, 87.216 ha. (33,2%) en paisaje de lomerío y 175.689 ha (66,8%) en el paisaje de montaña (**Tab. 2, Fig. 5**).

Tabla 2. Extensión en hectáreas para las unidades fisiográficas y coberturas priorizadas dentro del proyecto “Restauración de áreas disturbadas por implementación de sistemas productivos agropecuarios en el departamento del Caquetá”

UNIDADES FISIOGRAFICAS	COBERTURAS	ÁREA POR COBERTURA (ha)	ÁREA POR PAISAJE (ha)
ÁREA DE LOMERIO	BDTF	2.591	87.216
	Vegetación Secundaria	3.344	
	Bosques de galería o ripario	980	

	Otras Coberturas	80.301	
ÁREA DE MONTAÑA	BDTF	32.210	175.689
	Vegetación Secundaria	8.361	
	Otras Coberturas	135.118	
TOTAL AREA DE ESTUDIO		262.905	

El lomerío amazónico es el paisaje que ocupa mayor extensión en el departamento de Caquetá (IGAC 2010), y constituye la mayoría del área del departamento dedicada a ganadería. El lomerío, se extiende desde el pie de montaña y comprende tres tipos de relieve: lomas, mesas y vallecitos; está caracterizado por un relieve de mesas y de colinas o lomas suaves y densamente onduladas. El perfil de las vertientes es generalmente convexo y los fondos de los vallecitos son planos y generalmente pantanosos. Las lomas presentan las pendientes más fuertes (entre 7 y 25%) y en gran parte han sido desmontadas con el objeto de dedicarlas a la ganadería extensiva, mientras que los vallecitos corresponden a los fondos de la red de drenajes naturales del lomerío amazónico, con un relieve plano cóncavo y pendientes menores de 3% y constituyen un reservorio de agua para las fincas y algunos conservan su vegetación natural, finalmente las mesas se caracterizan por presentar un relieve que varía de plano a ligeramente ondulado, con pendientes dominantes 0-3 y 3-7%, llegando ocasionalmente a 12%. Con frecuencia presentan escurrimientos y deslizamientos, sin embargo, son las áreas con menos restricción para el uso ganadero (IGAC 1993, Gómez & Velásquez 1999).

El paisaje de montaña incluye la zona ubicada por encima de los 500 metros sobre el nivel del mar, hasta la divisoria de aguas en la cordillera oriental de los Andes colombianos y ocupa el 10,46% (9.419,66 km²) del departamento de Caquetá (Murcia *et al.* 2010), las zonas de montaña de clima medio, húmedo y muy húmedo en el departamento está conformado por un relieve fuertemente quebrado a muy escarpado, con pendientes del 25 a más del 75%. Los suelos son generalmente superficiales y en algunas partes moderadamente profundos, bien a moderadamente drenados; la fertilidad natural es baja y son muy susceptibles a erosión (IGAC 1993).

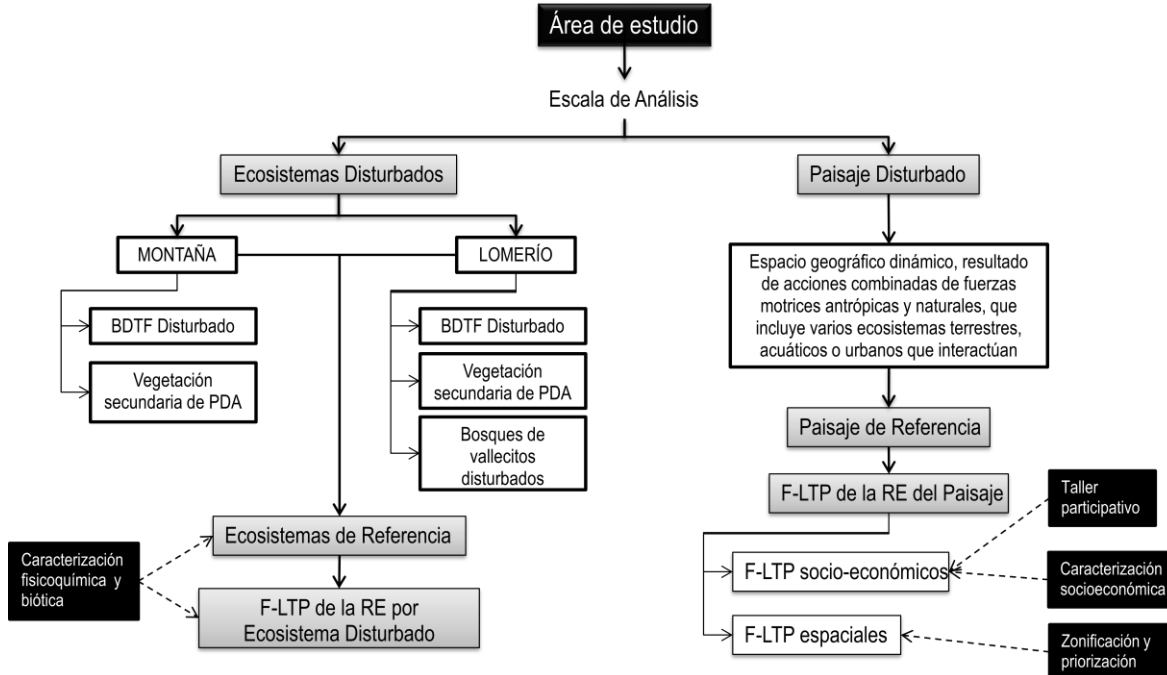


Figura 6. Proceso para la identificación de los factores limitantes, tensionantes y potenciadores de la regeneración de los bosques tropicales disturbados por uso agropecuario en las áreas disturbadas por uso agropecuario en el área de estudio.

2.2.1. PAISAJE DISTURBADO

Al analizar el paisaje encontrado en el área de estudio, delimitada por los municipios de Belén de los Andaquíes, Florencia, Morelia y San José del Fragua en el departamento de Caquetá (sin considerar las áreas excluidas), se puede identificar que la cobertura predominante es el Bosque denso alto de tierra firme (45,33%), el 96,3% de esta cobertura se ubica en montaña, 32.210 ha en montaña intervenida, 126.548 ha en montaña no intervenida y 78.448 ha excluidas del estudio por ser áreas de Parques Nacionales Naturales. La segunda cobertura predominante son los Pastos limpios que ocupan el 24,34% del área de estudio, Florencia es el municipio en el que se identifica mayor extensión bajo esta cobertura (53.058 ha), sin embargo, es el municipio de Morelia el que presenta mayor proporción, 71,5% del área total del municipio son pastos limpios. Los mosaicos de pastos con otras coberturas (cultivos, cultivos, pastos y espacios naturales y pastos con espacios naturales) es la tercer cobertura con mayor extensión en el paisaje con 62.094,5 ha. Por último, otra de las coberturas que sobresale en el paisaje con un porcentaje del 9,07% es la Vegetación secundaria o en transición (**Tab. 3**).

Tabla 3. Coberturas identificadas en el área de estudio por municipio, extensiones dadas en hectáreas (Murcia *et al.* 2014a).

Cobertura	Belén de los Andaquies	Florencia	Morelia	San José del Fragua	TOTAL (ha)
Tejido urbano continuo	71,0	867,4	19,1	37,6	995,1
Tejido urbano discontinuo		440,6		12,2	452,8
Zonas industriales o comerciales		227,7			227,7
Aeropuertos		39,4			39,4
Pastos limpios	27720,8	53058,4	33846,9	17574,8	132200,9
Pastos enmalezados	2720,2	8092,3	2530,4	240,4	13583,3
Mosaico de pastos y cultivos				454,0	454,0
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1221,5	228,6		4726,6	6176,7
Mosaico de pastos con espacios naturales	14307,2	23783,1	2817,8	14555,8	55463,9
Bosque denso alto de tierra firme	52870,9	118687,1	1036,5	73604,5	246199,0
Bosque denso alto inundable heterogéneo				838,5	838,5
Bosque fragmentado con pastos y cultivos	3413,9	6372,3	664,0	2574,9	13025,0
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	1976,9	6873,6	611,2	3545,5	13007,2
Bosque de galería y ripario	439,5	1416,7	491,6	116,9	2464,8
Herbazal denso de tierra firme con arbustos		129,1			129,1
Arbustal denso		164,8	0,7		165,6
Vegetación secundaria o en transición	7617,5	34345,3	4731,7	2562,1	49256,6
Zonas quemadas			45,6		45,6
Zonas pantanosas	37,1	1506,7	142,2		1686,0
Ríos (50 m)	1871,6	2325,8	565,4	1828,4	6591,1
Lagunas, lagos y ciénagas naturales		97,5			97,5
TOTAL	114268,0	258656,3	47503,2	122672,1	543099,6

Las 207.878,7 ha (38,3%) del paisaje con coberturas asociadas a pastizales (Pastos limpios, Pastos enmalezados, Mosaico de pastos y cultivos, Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y Mosaico de pastos con espacios naturales) dan cuenta del predominio del uso agropecuario en el área de estudio. Asociadas a las áreas de pastizales, se han configurado otras áreas con procesos de deterioro, como es el caso de los bosques fragmentados inmersos en la matriz de pasturas (26.032,1 ha), que han sido objeto de prácticas de entresaca, entre otros disturbios, afectando su

estructura y función (**Tab. 3**). Las áreas de vegetación secundaria producto de la regeneración de pasturas degradadas y abandonadas, son otras de las áreas cada vez más frecuentes en el paisaje (49.256,6 ha), estas evidencian el deterioro y degradación de los ecosistemas y socio-ecosistemas, que a su vez, se ve reflejado en las actividades productivas, afectando la calidad de vida de las comunidades que habitan los territorios y tensionando los ecosistemas naturales mediante la ampliación de la frontera agropecuaria. Tanto los bosques disturbados, como las pasturas abandonadas se presentan en la unidad de fisiográfica de montaña y lomerío en el área de estudio. Finalmente, se identificaron las áreas de bosque disturbado de los vallecitos de lomerío como áreas asociadas a los procesos de deterioro del paisaje por uso agropecuario.

2.2.2. ECOSISTEMAS DISTURBADOS

A continuación se describen los ecosistemas disturbados priorizados para el área de estudio y en los cuales se identificaron los F-LTP de la regeneración del bosque. Se puntualiza la extensión del área disturbada y la historia de uso del paisaje que da origen al área disturbada.

2.2.2.1. Bosque denso alto de tierra firme (BDTF) disturbado y bosque fragmentado en montaña BDM y lomerío (BDL).

En el área de estudio se identifican 32.210 ha de BDTF en el paisaje de montaña, 2.591 ha de BDTF en el paisaje de lomerío y 26.032,1 ha de bosque fragmentado para las dos unidades fisiográficas.

Bosque denso: Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a 5 metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (Igac 1999). En esta cobertura se incluyen las palmas naturales. Esta clase se subdivide en alto o bajo, si la altura va por encima de los 15m o entre 5 y 15m respectivamente. La siguiente subdivisión obedece a su localización si está en zona inundable o en tierra firme. Para el caso de bosque denso alto inundable, se subdivide para mostrar los palmares (Murcia *et al.* 2009)

Bosque fragmentado: Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre el 5% y el 30% del área de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros. Se subdivide dependiendo si la perturbación se presenta por pastos y cultivos, o por vegetación secundaria (Murcia *et al.* 2009)

2.2.2.2. Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Montaña (PAM) y lomerío (PAL).

En el área de estudio se identifican 8.361 ha de vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en el paisaje de montaña y 3.344 ha en el paisaje de lomerío

La degradación de las pasturas es entendida como la marcada reducción en la producción ganadera, debido a una disminución significativa en la producción de biomasa vegetal y la invasión de especies de plantas no palatables, y lleva a la aparición de manchas de suelo desnudo, la compactación del suelo y la reducción de la biomasa microbiana del suelo (Boddey *et al.* 2004), al punto que las pasturas establecidas ya no compiten exitosamente con las especies invasoras (Martínez & Zinck 2004). Serrao y Toledo (1990) argumentan que las pasturas en la Amazonia no se quedan por mucho tiempo productivas, por el contrario, disminuye en la medida que el suelo se degrada; incluso Hecht (1993) afirma que este proceso de degradación de las pasturas en estas áreas ocurre con frecuencia en un lapso de tiempo de 10 años.

Históricamente la respuesta más común a la degradación de las pasturas y los suelos ha sido el abandono o la resiliencia del sistema que da paso a la sucesión natural para restaurar la pérdida de fertilidad del suelo, la riqueza de especies y la productividad de biomasa (Parrotta *et al.* 1997), lo que permite a los dueños de los predios reiniciar el proceso de tumba y quema, para introducir o renovar pasturas (Ramírez *et al.* 2012) antes de que el rastrojo alcance el estado de bosque nuevamente (Etter *et al.* 2006). El proceso de abandono y posterior regeneración natural de las áreas degradadas por uso ganadero es una de las prácticas tipificadas en el paisaje de lomerío Caqueteño, en la zona de alta intervención, esto debido a la baja productividad de tales zonas que al estar degradadas ofrecen bajos rendimientos en la producción animal y elevados costos de producción (Etter *et al.* 2008). A esto se le suma la falta de recursos para renovar las pasturas mediante la tecnificación, haciendo de la regeneración del bosque una función inversa de la rentabilidad agrícola dada por la fertilidad del suelo y la accesibilidad (Etter *et al.* 2006). Estas áreas de vegetación secundaria o en transición, se denominan en la región como rastrojos o cañeros (Murcia *et al.* 2014a)

Murcia *et al.* (2014b) identificaron que en la Amazonia colombiana en el periodo 2002-2007 una superficie de 133.380 ha cambiaron de pastos a otras coberturas, principalmente a vegetación secundaria, esto significa un proceso de abandono de los potreros, pero en ese mismo periodo el incremento de la cobertura de pastos fue de 1.014.90 ha. Cuando se hace este mismo análisis para el periodo 2007-2012, el área de pastos que se transformó a otras coberturas, principalmente vegetación secundaria, fue de 293.973 ha., más del 100% de la superficie reportada en 2007; 9.547,3 km² de áreas de vegetación secundaria correspondiente al 1,98% de toda la Amazonia y las mayores superficies están en los departamentos de Caquetá (328.198 ha), Putumayo (172.620 ha) y Guaviare (116.889 ha) (Murcia *et al.* 2014a).

2.2.2.3. Bosques de vallecitos de lomerío disturbados – BVL.D.

En el área de estudio se identifican 980 ha de bosque de galería y ripario en áreas de vallecitos de lomerío.

Bosque de galería o ripario se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario (Murcia *et al.* 2009). En la Amazonia, los corredores riparios son a menudo pequeños en las cabeceras de los ríos que se encuentran embebidos en el bosque, en los canales medianos son grandes, representados por una banda de vegetación distintiva cuya anchura es determinada por la dinámica del canal y el régimen de descarga anual. Los corredores riparios en grandes canales de agua son caracterizados por planicies de inundación bien desarrolladas con largos periodos de inundación estacional, canales de migración laterales, una comunidad vegetal diversa y suelos húmedos (Salo *et al.* 1986)

Los ríos junto con los bosques de galería a lo largo de todo su recorrido, conforman la mayor red de corredores ecológicos naturales en la Amazonia, y a la vez, sirven de conectores entre esta región con las regiones Andina y Orinoquia, sin embargo, la transformación de las coberturas naturales en las rondas hídricas de la red de drenajes en la región se concentra principalmente en las franjas limítrofes con las regiones Andina y Orinoquia, y esta situación contribuye a la rápida desconexión de esta región con las otras dos, debido al reemplazo de las coberturas naturales, principalmente bosques nativos, por pastizales plantados (Murcia *et al. en prensa a*).

Además, la intensidad del uso del suelo se incrementa exponencialmente con la proximidad a las rutas de acceso (Imbernon 1999), en la Amazonia y puntualmente en el departamento de Caquetá los patrones de transformación del paisaje, que se han dado con el avance de la colonización, han ocurrido desde las zonas riparias hacia el interior del bosque debido a la ausencia de carreteras y la utilización de los ríos como vías de comunicación fluvial (Armenteras *et al.* 2006); de esta forma las rondas hídricas son las áreas que primero se deforestan (Murcia *et al. en presa a*). Sin embargo, la intensidad de la alteración de los ecosistemas suele ser mayor cuando la colonización avanza mediante carreteras que desde los ríos (Imbernon, 1999).

En toda la Amazonia colombiana al año 2012 había 1.151.999 hectáreas de rondas hídricas y terrenos con pendientes por encima del 100% con coberturas antrópicas, que deben restaurarse, de estas 350.747,1 ha. se encuentran en el departamento de Caquetá y Florencia, Belén de los Andaquíes y Morelia son los tres municipios, dentro del área de estudio, con mayor área de rondas

hídricas transformada (superior a las 10.000 ha), con 26.990,6 ha, 13.101,1 ha y 10.301,6 ha, respectivamente (Murcia *et al. en prensa b*).

2.3. RESULTADOS CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN

La información consolidada en las respectivas bases de datos o matrices en formato Excel se entregó como anexos con la información preliminar de las caracterizaciones de los sistemas disturbados y de las áreas de referencia en la zona de alta intervención del departamento de Caquetá producida durante el primer año de ejecución del proyecto; a continuación se relaciona la información consignada en los anexos (**Tab. 4**).

Tabla 4. Descripción de la información consignada en las bases de datos o matrices en formato Excel entregada como anexos.

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
Informe Técnico 6. Anexo 1. Matriz de datos LBC	Lomerío Bosque Conservado (o de referencia)	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm en g/cm^3. Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g. <p>Caracterización de la fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> Ornitofauna: identificación de grupos tróficos de aves, análisis de los hábitos alimenticios, asignando cada una de las especies registradas en las categorías de los gremios de forrajeo y grupos de dieta Quiropterofauna: análisis de gremios tróficos mediante el análisis de muestras de materia fecal Identificación de especies vegetales con frutos consumidos y flores visitadas por la Ornitofauna y Quiropterofauna.
Informe Técnico	Lomerío Bosque	Caracterización de la fauna

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
6. Anexo 2. Matriz de datos LBD	Disturbado	<ul style="list-style-type: none"> Ornitofauna: identificación de grupos tróficos de aves, análisis de los hábitos alimenticios, asignando cada una de las especies registradas en las categorías de los gremios de forrajeo y grupos de dieta Quiropterofauna: análisis de gremios tróficos mediante el análisis de muestras de materia fecal Identificación de especies vegetales con frutos consumidos y flores visitadas por la Ornitofauna y Quiropterofauna.
Informe Técnico 6. Anexo 3. Matriz de datos LPA	Lomerío Pastura Abandonada (o rastrojo)	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm en g/cm^3. Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g. <p>Identificación de experiencias en la implementación de arreglos con potencial de uso en la rehabilitación y restauración</p> <ul style="list-style-type: none"> La información de la percepción se obtuvo mediante entrevistas dirigidas a beneficiarios y participantes en iniciativas de restauración ecológica, en las que se indagó acerca del desarrollo de la iniciativa: ¿Qué resultados esperaba obtener? ¿Qué resultados ya obtuvo? ¿Qué problemas encontró? ¿La intención de establecimiento tiene un impacto en la restauración o recuperación de las áreas? Identificación de agroecosistemas (modelos y arreglos) con potencial de uso en la rehabilitación y restauración de las áreas disturbadas.
Informe Técnico 6. Anexo 4. Matriz de datos LVD	Vallecito de Lomerío Disturbado.	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
		<p>10 cm en g/cm^3.</p> <ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g. <p>Caracterización de los ecosistemas acuáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> Bioevaluación Rápida para la calificación de las condiciones del hábitat en ríos de alto y bajo gradiente, para el establecimiento de comunidades biológicas (macroinvertebrados acuáticos) mediante la estimación del índice de calidad del hábitat. Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), se expresa en variables como: la conductividad como reflejo del conjunto de sólidos disueltos, la dureza por cuanto recoge los cationes calcio y magnesio, y la alcalinidad porque hace lo propio con los aniones carbonatos y bicarbonatos. Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO) intervienen diferentes variables fisicoquímicas, las cuales son: demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), coliformes totales y porcentaje de saturación del oxígeno, las cuales, en conjunto, recogen efectos distintos de la contaminación orgánica. Índice de contaminación trófico (ICOTRO): se determina en esencia por la concentración del fósforo total. Índice de Integridad Biológica (IBI) mide la representatividad de la condición prístina de un ecosistema al contrastar el estado actual con un estado estándar o de referencia del ecosistema.
Informe Técnico 6. Anexo 5. Matriz de datos MBC +1000 msnm	Montaña Bosque Conservado (o de referencia) encima de los 1000 msnm.	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm en g/cm^3. Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
		<ul style="list-style-type: none"> • Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g.
Informe Técnico 6. Anexo 6. Matriz de datos MBC -1000 msnm	Montaña Bosque Conservado (o de referencia) debajo de los 1000 msnm.	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm en g/cm³. • Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa • Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g. <p>Caracterización de la fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ornitofauna: identificación de grupos tróficos de aves, análisis de los hábitos alimenticios, asignando cada una de las especies registradas en las categorías de los gremios de forrajeo y grupos de dieta • Quiropterofauna: análisis de gremios tróficos mediante el análisis de muestras de materia fecal • Identificación de especies vegetales con frutos consumidos y flores visitadas por la Ornitofauna y Quiropterofauna.
Informe Técnico 6. Anexo 7. Matriz de datos MBD	Montaña Bosque Disturbado	<p>Caracterización de la fauna</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ornitofauna: identificación de grupos tróficos de aves, análisis de los hábitos alimenticios, asignando cada una de las especies registradas en las categorías de los gremios de forrajeo y grupos de dieta • Quiropterofauna: análisis de gremios tróficos mediante el análisis de muestras de materia fecal • Identificación de especies vegetales con frutos consumidos y flores visitadas por la Ornitofauna y Quiropterofauna.
Informe Técnico 6. Anexo 8. Matriz de datos MPA +1000 msnm	Montaña Pastura Abandonada (o rastrojo) encima de los 1000 msnm.	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
		<p>10 cm en g/cm^3.</p> <ul style="list-style-type: none"> Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g.
Informe Técnico 6. Anexo 9. Matriz de datos MPA -1000 msnm	Montaña Pastura Abandonada (o rastrojo) debajo de los 1000 msnm.	<p>Profundidad de los horizonte del suelo en cm (horizonte 0, A, B, C) y profundidad efectiva.</p> <p>Caracterización física del suelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Densidad aparente del suelo a una profundidad de 0-10 cm en g/cm^3. Resistencia a la penetración a cuatro profundidades diferentes (0-10, 10-20, 20-30 y 30-40 cm) en MPa Peso seco de las muestras de agregados de raíz, de materia orgánica, físicos y suelo sin agregar en g.
Informe Técnico 6. Anexo 10. Matriz de datos de Paisaje	Escala de Paisaje	<p>Identificación de experiencias en la implementación de arreglos con potencial de uso en la rehabilitación y restauración</p> <ul style="list-style-type: none"> La información de la percepción se obtuvo mediante entrevistas dirigidas a beneficiarios y participantes en iniciativas de restauración ecológica, en las que se indago acerca del desarrollo de la iniciativa: ¿Qué resultados esperaba obtener? ¿Qué resultados ya obtuvo? ¿Qué problemas encontró? ¿La intención de establecimiento tiene un impacto en la restauración o recuperación de las áreas? Identificación de agroecosistemas (modelos y arreglos) con potencial de uso en la rehabilitación y restauración de las áreas disturbadas. <p>Prioridades de restauración</p> <ul style="list-style-type: none"> Conectividad estructural, estimada mediante la identificación de los factores Fricción, Fragmentación y Coberturas; de la combinación de estos elementos se generan los factores que influyen en el estado de la cobertura, a estos se suman las restricciones y los limitantes. Potencial de restauración se compone de los factores fragmentación y coberturas, de las limitantes y de las

Nombre del archivo	Área caracterizada	Información contenida
		<p>restricciones. Los factores están condicionados al índice de calidad del fragmento, índice de dimensión fractal, calidad de los fragmentos de coberturas naturales y coberturas seminaturales y a los fragmentos naturales ubicados en planicie de inundación y sus áreas vecinas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de resiliencia del territorio estimada a partir del análisis de los cambios multitemporales de las coberturas naturales y de los pastos enmalezados y vegetación secundaria, la restricción (inversión realizada en los sistemas de producción) y el grado de compactación del suelo como una limitante sobre el territorio.

3. AVANCES DEL AÑO 2

3.2. PROPUESTA METODOLÓGICA (ACTIVIDADES AÑO 2)

3.2.1 IDENTIFICACIÓN PARTICIPATIVA DE POSIBLES F-LTP SOCIO-ECOLÓGICOS.

Con el fin de identificar los F-LTP de la restauración ecológica en el área de estudio, se llevaron a cabo talleres participativos con las comunidades que habitan la zona, se desarrollaron ejercicios de cartografía social en donde se facilitó un diálogo de saberes; esto con el fin de conocer la percepción respecto a los factores evaluados y de identificar los F-LTP que desde su experiencia reconocen. Para la realización de los talleres se contó con el apoyo del equipo del componente social.

La CS como instrumento, es un ejercicio participativo que por medio de recorridos, talleres o grupos de discusión, utiliza el mapa como centro de motivación, reflexión y redescubrimiento del territorio en un proceso de conciencia relacional, invitando a los habitantes de una zona a hablar sobre el mismo y las territorialidades. Para la identificación de los F-LTP que puedan afectar los procesos de restauración ecológica en el área de estudio es fundamental el uso de esta herramienta ya que el mapeo del entorno producido colectivamente por los grupos poblacionales (habitantes de cabeceras municipales y campesinos) permitirá identificar, entre otras, las afectaciones y los cambios en la productividad de sus fincas, las prácticas de manejo sostenibles en el tiempo, la percepción de la influencia de las organizaciones sociales sobre sus territorios, además de reconocer la manera en que la gente concibe y se apropia del espacio, cómo usa el territorio y las relaciones que en él se establecen. Se caracterizará, según los hallazgos del mapeo y lo conversado, el uso y la tenencia de la tierra.

3.2.1.1. Objetivos de los talleres participativos

Identificar las posibles barreras (factores limitantes y tensionantes) y los factores potenciadores de los procesos de restauración ecológica en los ecosistemas disturbados por uso agropecuario priorizados para el área de estudio, desde la perspectiva de las comunidades rurales que habitan los municipios de Belén de los Andaquíes, Florencia, Morelia y San José del Fragua.

3.2.1.2. Población objetivo y proceso de convocatoria

Se realizaron cinco talleres, uno en cada zona veredal priorizada (ventana) para ser intervenida por el proyecto, dos áreas en el municipio de Belén de los Andaquíes y un área en cada uno de los tres municipios restantes (Florencia, Morelia y San José del Fragua, **Fig 7. Tab. 5**). Los talleres tuvieron una duración aproximada de tres (3) horas, con la participación de entre 10 y 15 pobladores por sesión (Anexo 1), fueron invitados los sabedores de las comunidades, aquellas personas que más tiempo han habitado el territorio y los líderes comunitarios. El proceso de convocatoria se realizó mediante llamadas telefónicas a cada invitado, cuando no fue posible la convocatoria se realizó mediante el presidente de las juntas de acción comunal. Para la realización de los talleres se contó con el apoyo del equipo técnico del proyecto guiado por la coordinación del programa de formación ciudadana en restauración.

Tabla 5. Talleres participativos de cartografía social realizados por municipio, núcleos veredales priorizados y unidad fisiográfica (UF).

Municipio	Veredas convocadas	UF	Fecha
Belén de los Andaquíes	Aletones, San Antonio de Padua y San Luis	Montaña	24 de abril
Belén de los Andaquíes	Portal La Mono, Tortuga, Agua dulce, Azabache, Puerto Londoño	Lomerío	24 de abril
San José del Fragua	El Cristal, Bocana Luna, El Carmen	Lomerío	25 de abril
Morelia	Albano, Sinaí, Agua Azul (Belén de los Andaquíes)	Lomerío	26 de abril
Florencia	Avenida el Caraño, La Paz, Doradas, Doradas Altas	Montaña	29 de abril

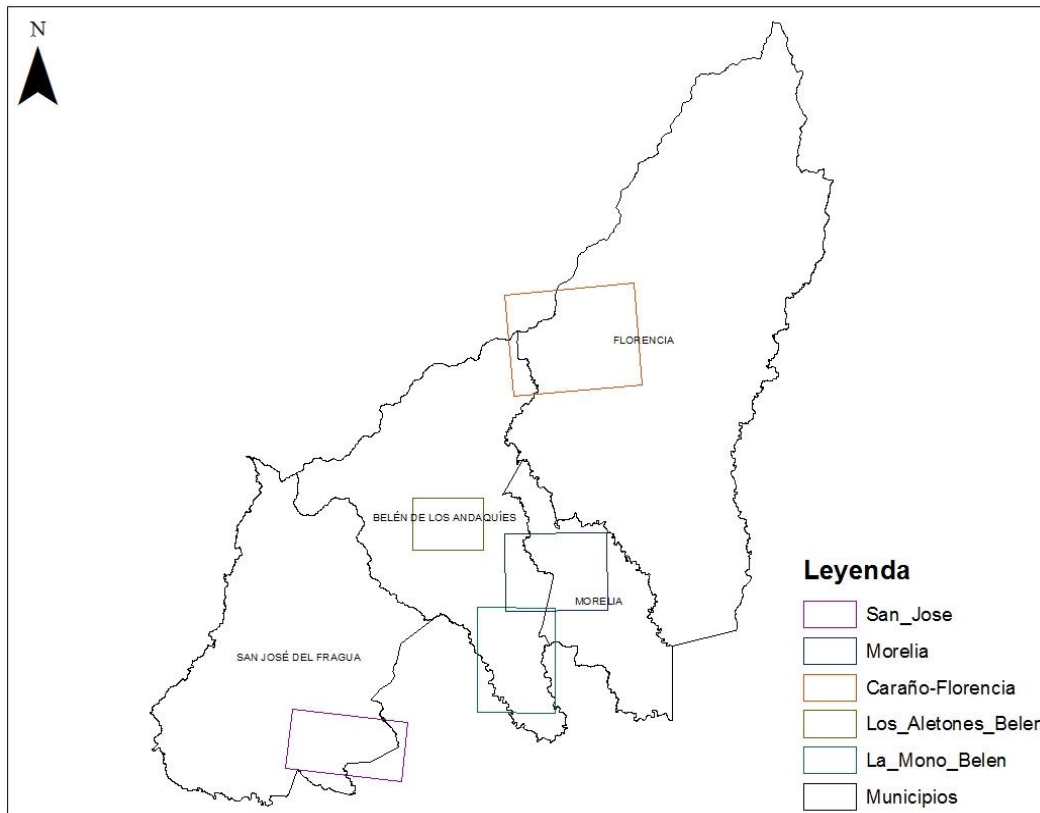


Figura 7. Núcleos veredales priorizados por municipio.

3.2.1.3. Planeación

Como lo presentan Barragan & Amador (2014) un paso importante antes de iniciar cualquier taller de cartografía social, es el determinar muy bien cuál es el tipo de problemática que se abordará, para orientar la actividad de manera concreta y efectiva. Para el caso de este ejercicio, como se propone en los objetivos, la problemática es la identificación de barreras (factores limitantes y tensionantes) y los factores potenciadores de los procesos de restauración ecológica en los ecosistemas disturbados por uso agropecuario en el área de estudio.

3.2.1.4. Fases a desarrollar en el taller

El taller se desarrolló en tres (3) fases, una fase introductoria que dio inicio a la jornada y en la que se explicó la metodología de la CS, seguida por el trabajo sobre los mapas en la fase de cartografía social y se finaliza con la fase de discusión en la que se hará la explicación de los mapas. A continuación se hace un recuento de lo que se hizo en cada fase.

A. Fase introductoria

Se dio inicio al taller con un saludo, agradecimiento a los participantes por su asistencia, presentación de la agenda y explicación de la metodología de cartografía social, rescatando la importancia de los conocimientos locales como instrumento de planificación y ordenamiento del territorio. Se animó a los asistentes a participar y a expresarse con libertad y confianza. Finalmente, se hizo la presentación del equipo técnico y cada uno de los participantes hizo su respectiva presentación (**Fig. 8**).



Figura 8. Fase introductoria en los talleres realizados en las veredas San Antonio de Padua (A,B), Portal la Mono (C) y Avenida el Caraño (D).

B. Fase de cartografía social

En este momento, cada grupo recibió las indicaciones sobre el trabajo a desarrollar y los materiales requeridos y se invitó a los participantes a dibujar primero el mapa de memoria histórica, se preguntó

a los participantes en qué fechas habían llegado a la zona priorizada para poder establecer una fecha en que la mayor parte de los asistentes ya habitaran esas veredas. Durante el ejercicio, el equipo que coordinó el taller, orientó el ejercicio cartográfico mediante preguntas acerca de las condiciones sociales, económicas, culturales, fisicoquímicas y bióticas del territorio. Se pidió a los participantes que realizaran los mapas representando los espacios en los que viven la cotidianidad, identificando lo más significativo y explicando el porqué. Se indagó acerca de la ubicación de los centros poblados más importantes, las vías de acceso, los ríos, caños y quebradas y los límites veredales. Una vez ubicados en el espacio se pidió que dibujaran las coberturas y los usos del suelo (cultivos y pasturas) que predominaron en el pasado. Mientras se iba dibujando el mapa, los participantes narraron como se dio el proceso de colonización y los aspectos culturales y económicos que caracterizaron sus comunidades en ese entonces (**Fig. 9**).

Al terminar de dibujar el mapa “del pasado” se solicitó a los participantes hacer un mapa del presente en el que se representara el estado actual del territorio, este mapa se dibujó en un acetato que permitió reconocer en el territorio los aspectos que no han cambiado y aquellos que si lo han hecho. En el proceso de esta cartografía del estado actual los participantes narraron los sucesos que determinaron el cambio en las coberturas y los usos del suelo, las causas por las cuales se dieron los cambios de uso y plasmaron los cambios en la disponibilidad de recursos provenientes de bosques y cauces hídricos, entre otros. También, hicieron reflexiones respecto a los cambios sociales y económicos que evidencian en sus veredas (**Fig. 9**).



Figura 9. Fase de cartografía social en los talleres realizados en las veredas San Antonio de Padua (A), Portal la Mono (B), Avenida el Caraño (C), El Cristal (D) y Sinaí (E).

C. Fase de discusión

Como lo afirman Barragan & Amador (2014), no basta con la elaboración del mapa, se trata de dar razones de lo allí representado; es por esto que se finalizó el ejercicio con una discusión en la que cada participante tuvo la oportunidad de exponer las percepciones y reflexiones que surgieron mediante el desarrollo del ejercicio de cartografía social (**Fig.10**).

Se dio cierre al taller con una evaluación de la actividad por parte de los participantes, una vez terminadas todas las socializaciones y las reflexiones.



Figura 10. Fase de discusión en los talleres realizados en las veredas El Cristal (A) y Sinaí (B).

3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LOS F-LTP POR ECOSISTEMA.

Finalmente, en la segunda etapa de la actividad de identificación de F-LTP, se realizarán los ajustes teniendo en cuenta las apreciaciones y la información que surja del taller participativo y se describirá la forma en la que operan cada uno de los factores identificados, para el área de estudio, por ecosistema disturbado y a escala de paisaje.

Los productos de las fases de identificación participativa de posibles F-LTP socio-ecológicos y descripción de los F-LTP se entregaran como un documento técnico en el que se consolide un análisis preliminar de los factores limitantes, tensionantes y potenciadores del proceso de restauración ecológica.

3.2.3. DESCRIPCIÓN DE LOS F-LTP DE LA RE DEL PAISAJE

Una nueva aproximación a la restauración ecológica del paisaje fue propuesta en el marco del Convenio Europeo del Paisaje (Consejo de Europa 2000), en la que se define el paisaje como “Un

área, tal como la perciben las personas, cuyo carácter es resultado de la acción e interacción de factores naturales y/o humanos (Moreira *et al.* 2006). Metzger & Brancalion (2013) afirman que no todas las restauraciones a gran escala son, de hecho, restauraciones basadas en principios del paisaje. La confusión semántica abunda en el uso de términos como "restauración del paisaje", "restauración a gran escala", "restauración de la escala del paisaje" y "restauración con una perspectiva del paisaje".

En la restauración ecológica del paisaje (REP) se encuentran aquellas iniciativas que buscan la restauración de la estructura del paisaje, la dinámica o la función (Metzger 2001; Metzger & Brancalion 2013); implica la reintegración de ecosistemas fragmentados y paisajes, más que el enfoque sobre un único ecosistema (Armenteras & Vargas 2016); se centra en la composición (el número de tipos de uso del suelo y el área de cada uno) y la configuración (ubicación espacial de los usos del suelo, por ejemplo, número de parches, tamaño medio del parche y medidas de conectividad; Moreira *et al.* 2006). La REP tiene que ver con todos los niveles de organización (poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes) para lo cual es necesario un enfoque de jerarquías, teniendo como eje central el enfoque ecosistémico regional, para lo cual lo primero que se hace es evaluar el estado de los ecosistemas, teniendo en cuenta aspectos importantes como la hidrología y los suelos en las diferentes unidades geomorfológicas del paisaje (Armenteras & Vargas 2016).

La valoración sistemática y el análisis de la información se realizarán mediante la comparación de los valores que tomen los indicadores para el área de estudio y las áreas más conservadas (en este caso paisajes en estratos de intervención baja e intermedia en el departamento de Caquetá) que servirán como referencia. Se entregará un documento técnico del análisis de los factores limitantes, tensionantes y potenciadores del proceso de restauración ecológica del paisaje.

La información que se valorará para identificar los F-LTP que afectan los procesos de regeneración del bosque y la recuperación de la conectividad a escala de paisaje es producida en el análisis socioeconómico y la zonificación y la priorización para la restauración en el área de estudio y se contrastará con información disponible de paisajes ubicados en estratos de intervención media y baja como áreas de referencia (**Tab. 6**).

Tabla 6. F-LTP que operan sobre el paisaje y los respectivos indicadores que serán evaluados mediante la información producida en el análisis socioeconómico y la zonificación y la priorización para la restauración. (L) limitante, (T) tensionante, (P) potenciador.

Tipo de factor	Potenciales F-LTP	Indicadores
L	Capacidad económica reducida que impide que los dueños de los predios adopten las estrategias por no contar con los medios para sostener los	Capacidad económica de los dueños de los predios para adoptar las propuestas de restauración por tipologías de sistemas productivos.

Tipo de factor	Potenciales F-LTP	Indicadores
	sistemas agroforestales que se implementan.	Distribución de los predios por tipologías de sistema de producción, en el área de estudio. Viabilidad económica por sistemas de producción
L	Presencia de grandes predios de tipo empresarial para quienes no es llamativa la escala de intervención de los proyectos de restauración.	Tamaño promedio de los predios por tipologías de sistema de producción, en el área de estudio.
L	Paisajes fragmentados caracterizados por áreas disturbadas de gran tamaño y baja presencia de ecosistemas conservados o de referencia.	Conectividad estructural, número y tamaño promedio de parches en el paisaje disturbado y de paisajes en niveles de intervención medio y bajo Área/densidad: número de parches, promedio tamaño del parche, coeficiente de variación del tamaño de los parches. Forma: índice promedio de la forma. Área/borde: índice promedio de la dimensión fractal. Aislamiento/proximidad: índice promedio de la proximidad, promedio de distancia con el vecino más cercano. Contagio/intersección: índice de intersección y yuxtaposición.
L	Ausencia de corredores	Número y tamaño promedio de corredores en el paisaje disturbado y de paisajes en niveles de intervención medio y bajo
P	Áreas con características socioeconómicas que contribuyen en el desarrollo de procesos de restauración.	Estimación del potencial de restauración
L	Áreas con fuertes procesos de degradación en las que se ha perdido la capacidad de regeneración.	Capacidad de resiliencia del territorio.
P	Presencia de Agroecosistemas estratégicos y que han sido exitosos.	Tipos de Agroecosistemas identificados en el área de estudio. Ecosistemas y agroecosistemas estratégicos.
L	Áreas de bosque ripario con fuertes procesos de degradación en las que se ha perdido la capacidad de regeneración	Variables Físicas identificadas en los ecosistemas acuáticos: índice de calidad del Hábitat (ICH) Variables Físico-químicas: Índice de contaminación por mineralización (ICOMI), Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO), Índice de contaminación por trofia (ICOTRO) Variables biológicas: Índice de integridad biológica

3.3. RESULTADOS FACTORES LIMITANTES, TENSIONANTES Y POTENCIADORES DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE ECOSISTEMAS DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO

3.3.1. ALTOS NIVELES DE COMPETENCIA POR LOS NUTRIENTES DEL SUELO Y AGUA, DEBIDO A LA ALTA DENSIDAD DE RAÍCES, EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS, COMPETENCIA CON PASTURAS (LIMITANTE – COLONIZACIÓN/ESTABLECIMIENTO – BIÓTICO)

Para identificar si la “competencia por los nutrientes del suelo, debido a la alta densidad de raíces, en la mayoría de los casos, competencia con pasturas” es un limitante para la regeneración del bosque en las áreas de vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en montaña y lomerío, se evaluaron cuatro diferentes indicadores: los porcentajes de individuos con DAP inferior a 10 cm (Latizal), individuos con DAP superior a 40 cm (Fustal), individuos que se encuentran en el estrato arbustivo (1,5-5 m) y de individuos que se encuentran en el estrato arbóreo (> 12 m). Los valores se atribuyeron teniendo en cuenta la comparación las caracterizaciones florísticas de las coberturas conservadas, pues se asume que en estos ecosistemas no existen fuertes barreras para la regeneración natural de la vegetación. Las valoraciones de los cuatro indicadores se promediaron y se calculó un único valor para el factor, cuando estos son cercanos a cero (0) son indicadores de factores o estímulos limitantes o tensionantes, los valores cercanos a uno (1) indican que el factor no es una barrera para el proceso de regeneración, sino por el contrario pueden potenciarlo, mientras que los valores intermedios dan cuenta de los factores que pueden afectar el proceso de regeneración, sin embargo no son un estímulo importante (**Tab. 7**).

Tabla 7. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “competencia con pasturas”.

EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES FACTORES LTP		
Factor Limitante o Tensionante	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo, no es un estímulo importante	El factor no Limita o Tensiona, puede Potenciar el proceso de regeneración.
0-0,33	0,34-0,67	0,68 – 1
Indicador		Valoración
% de individuos con DAP inferior a 10 cm (Latizal)	> del 80% de los individuos se encuentran en el estrato de latizal	0
	Entre el 60% - 80% de los individuos se encuentran en el estrato de latizal	0,5
	< del 60% de los individuos se encuentran en el estrato de latizal	1
% de individuos con DAP superior a 40 cm (Fustal)	≤ de 1% de los individuos presentan DAP superior a 40 cm.	0
	Entre 1 – 2% de los individuos presentan DAP superior a 40 cm.	0,5
	≥ de 2 % de los individuos presentan DAP superior a 40 cm.	1
% de individuos que se encuentran en el estrato arbustivo (1,5-5 m)	> 45% de los individuos se encuentran en el estrato arbustivo	0
	Entre 35 y 45% de los individuos se encuentran en el estrato arbustivo	0,5

	< 35% de los individuos se encuentran en el estrato arbustivo	1
% de individuos que se encuentran en el estrato arbóreo (> 12 m)	< 10% de los individuos se encuentran en el estrato arbóreo.	0
	Entre 10 y 20% de los individuos se encuentran en el estrato arbóreo.	0,5
	> 20% de los individuos se encuentran en el estrato arbóreo.	1

La competencia con pasturas puede actuar en dos momentos del proceso de sucesión temprana, en la fase de colonización, aun cuando las semillas lleguen a ser dispersadas en las áreas degradadas, la presencia de pastos puede evitar que las semillas de especies leñosas lleguen al suelo y si las semillas logran germinar, deberán competir con la vegetación herbácea para establecerse (Aide *et al.* 1995).

No hay un consenso respecto a si la competencia con los pastos es un factor limitante en la regeneración del bosque en las pasturas abandonadas. Estudios como los realizados Nepstad *et al.* (1991) y Holl *et al.* (2000) afirman que la competencia con pasturas es el principal factor que impide la sobrevivencia de las plántulas. En el primer estudio se encontró que las raíces de la vegetación del área disturbada fueron cuatro veces más concentradas, que las raíces del bosque maduro y en el estudio de Holl y colaboradores (2000) al comparar la sobrevivencia de plántulas en pasturas con y sin remoción de los pastos, encontraron que la riqueza de especies y la cobertura de especies de árboles frondosos fue aproximadamente cinco veces mayor en las áreas en las que se removieron los pastos. Estos resultados aluden a un efecto importante de competencia por recursos entre las plántulas y los pastos (Martínez-Ramos & García-Orth 2007).

Por otro lado, algunos autores encontraron que los pastos en general no inhiben la germinación o el crecimiento de las plántulas (Aide y Cavelier 1994), por el contrario las gramíneas pueden facilitar la germinación de semillas de especies leñosas en pasturas abandonadas (Holl 1999). Conclusión generada a partir de la comparación de áreas de pasturas sin remoción y con remoción de pastos (Zimmerman *et al.* (2000), Hooper *et al.* 2005) y al comparar áreas de pasturas y claros de bosque (Holl 1999). Este proceso de facilitación es probablemente debido a los efectos positivos de los pastos en el microclima (Aide y Cavelier 1994), al contribuir en la reducción de las altas temperaturas del suelo y la desecación de las semillas (Holl 1999) y conservar relativamente la humedad del suelo (Zimmerman *et al.* 2000). Mientras que al dejar el suelo desprovisto de la biomasa vegetal, se producen condiciones microambientales estresantes para las semillas y las plántulas (Chapman *et al.* 2002). Es importante aclarar que estas condiciones de facilitación están asociadas generalmente en particular a los períodos secos (Zimmerman *et al.* 2000) y pasturas con altos niveles de degradación (Aide y Cavelier 1994).

Si bien no se puede comparar los resultados obtenidos en esta evaluación con los estudios ya mencionados acerca de la competencia con pasturas como limitante, debido a que no se miden los mismos indicadores, en este estudio se identificó que tal como lo afirman Nepstad *et al.* (1991) y Holl

et al. (2000), la competencia con los pastos es un factor limitante en la regeneración del bosque en las pasturas abandonadas, en mayor medida en las PA en Montaña, mientras que no se identifica como un estímulo importante en las PA en lomerío (**Tab. 8 y 9**).

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: *COMPETENCIA CON PASTURAS*

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Montaña - PAM.	ESTADO: FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE
--	--

El porcentaje de individuos dentro de la categoría de latizales (96%) fue mayor que el resto de las coberturas disturbadas y conservadas caracterizadas. Para el caso de los fustales, únicamente se encontraron individuos con DAP entre 10 y 30 cm. Finalmente, para los rangos de altura total, los mayores valores se ubican en el estrato arbustivo (1,5 – 5 m) y solo el 0,4% en estrato arbóreo (>12 m). Los puntajes otorgados a los cuatro indicadores evaluados, para las PAM fue de cero (0). Valores que indican que la regeneración del bosque se encuentra en las fases iniciales, probablemente porque se caracterizaron parches de regeneración de pasturas jóvenes (**Tab. 8**).

Tabla 8. Evaluación de los indicadores para identificar si la “*competencia con pastos*” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña (PAM), es o no un factor limitante o tensionante.

	Indicador	PAM	Valoración
Porcentaje de individuos con DAP inferior a 10 cm Latizal	0-10 cm	96 %	0
	10-20 cm	3,9 %	
Porcentaje de individuos por rango de DAP en estrato Fustal, > 40 cm	20-30 cm	0,4 %	0
	30-40 cm	0,0 %	
	> 40 cm	0,0 %	
Porcentaje de individuos que se encuentran en el estrato arbustivo (1,5-5 m) y % de individuos que se encuentran en el estrato arbóreo (> 12 m)	0,3-1,5 m (herbáceo)	1,1 %	0
	1,5-5 m (arbustivo)	87,9 %	
	5-12 m (sub-arbóreo)	10,6 %	
	12 - 25 m (arbóreo inferior)	0,4 %	
	> 25 m (arbóreo superior)	0,0 %	
Promedio Evaluación		0	Factor limitante o tensionante

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: *COMPETENCIA CON PASTURAS*

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas	ESTADO: FACTOR LIMITANTE O
---	----------------------------

degradadas abandonadas en Lomerío - PAL

TENSIONANTE

El porcentaje de individuos ubicados en la categoría de latizal (59,9%) en las PAL se asemeja a los valores observados en los bosques conservados en las diferentes unidades fisiográficas, sin embargo, la distribución de los individuos por rangos de DAP en fustal se aleja de los valores de los bosques conservados, pues solo el 0,2% de los individuos tienen más de 40 cm de DAP, mientras que en las coberturas conservadas se encontró que más del 2% de los individuos se presentan en este rango. Finalmente, para los rangos de altura total, los mayores valores se ubican en el estrato arbustivo (1,5 – 5 m) y no se observaron individuos en el estrato arbóreo (>12 m). El valor promedio para los cuatro indicadores evaluados fue de 0.38, puntaje que permite inferir que las PAL han iniciado el proceso de sucesión vegetal y la competencia con las pasturas no actuó como un factor limitante importante en la fase de colonización ni en la de establecimiento (**Tab. 9**).

Tabla 9. Evaluación de los indicadores para identificar si la “competencia con pastos” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante.

	Indicador	PAL	Valoración
Porcentaje de individuos con DAP inferior a 10 cm Latizal	0-10 cm	59,9 %	1
	10-20 cm	29,8 %	
Porcentaje de individuos por rango de DAP en estrato Fustal	20-30 cm	7,3 %	0
	30-40 cm	2,8 %	
	> 40 cm	0,2 %	
Porcentaje de individuos que se encuentran en el estrato arbustivo (1,5-5 m) y % de individuos que se encuentran en el estrato arbóreo (> 12 m)	0,3-1,5 m (herbáceo)	0,8 %	0
	1,5-5 m (arbustivo)	47,1 %	
	5-12 m (sub-arbóreo)	39,5 %	
	12 - 25 m (arbóreo inferior)	12,6 %	0,5
	> 25 m (arbóreo superior)	0,0 %	
	Promedio	0,38	
	Evaluación	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo no es un estímulo importante.	

3.3.2. FALTA DE DISPERSORES DE SEMILLAS (TENSIONANTE – COLONIZACIÓN - BIÓTICO)

Uno de los factores tensionantes más importante para la regeneración del bosque en áreas de pasturas inactivas es la falta de dispersión de semillas (Holl 1999), evidenciada en las bajas tasas de llegada de semillas de especies leñosas a las áreas disturbadas, dada principalmente por carencia de dispersores (Meli 2003). Una de las principales razones es que la mayoría de las especies de arbustos y árboles tropicales tiene adaptaciones para la dispersión de semillas por animales (Howe & Smallwood 1982, Howe 1984, Cubiña & Aide 2001) y las aves y los mamíferos frugívoros, en su mayoría murciélagos, del bosque tropical raramente se aventuran a áreas abiertas (Sisk 1991, Cardoso da Silva *et al.* 1996, Holl 1999) que los pueden exponer a predadores, particularmente si en las pasturas no hay frutas o perchas (Cubiña & Aide 2001). Además, la limitación en la dispersión de semillas es especialmente severa para especies con grandes semillas, debido a que los vectores de semillas predominantes en áreas abandonadas (pequeñas aves y murciélagos) cargan semillas pequeñas (Nepstad *et al.* 1996).

En las áreas disturbadas de gran tamaño, la falta de semillas dispersadas por animales se consolida como el principal factor tensionante de la regeneración (Aide & Cavelier 1994, Nepstad *et al.* 1996, Zimmermann *et al.* 2000), ya que pocas semillas de especies leñosas dispersadas por animales caen más allá de los cinco metros del límite del bosque en áreas de pasturas sin árboles o arbustos dispersos (Aide & Cavelier 1994). Cubiña & Aide (2001) en su estudio realizado en Puerto Rico, encontraron que aunque 35 especies producían frutas en los bosques adyacentes, menos de la mitad de las especies fueron observadas en la lluvia o en el banco de semillas y solo cinco especies fueron encontradas a una distancia de más de 4m desde el borde del bosque. Lo que ocurre finalmente es que la dispersión de semillas en pasturas abandonadas es generalmente por especies dispersadas por el viento o por árboles remanentes que sobreviven en las pasturas (Guevara *et al.* 1986; Holl 1999).

En el estudio realizado por Aide & Cavelier (1994), en la Sierra Nevada de Santa Marta, fueron observadas siete especies de aves (*Thraupis episcopus*, *Ramphocelus carbo*, *Ramphocelus dimidiatus*, *Saltator albicollis*, *Saltator maximus*, *Psarocolius decumanus*, *Turdus leucomelas*, *Ramphastos sulfuratus* y *Cyanocorax affinis*) utilizando las perchas y semillas de siete géneros de plantas fueron identificadas en las heces bajo las perchas.

Respecto a la dispersión de semillas por animales en áreas de pasturas, Hooper y colaboradores (2005) identificaron i) que los diferentes tipos de vegetación remanente atraen diferentes frugívoros, aumentan la diversidad de especies de árboles y la proporción de la regeneración de especies de bosque primario de semillas grandes y ii) que los murciélagos dispersan más vegetación leñosa en áreas con pocos árboles y arbustos (zonas degradadas), mientras que las aves pequeñas contribuyen con más lluvia de semillas una vez establecidos los árboles y arbustos.

La falta de lluvia de semillas es comúnmente considerada una barrera primaria a la recuperación del bosque debido a que la ausencia de semillas imposibilitan que otros procesos potencialmente limitantes, como la germinación de semillas y la sobrevivencia de las plántulas, entren en juego (Nepstad *et al.* 1990, Holl 2012). Aunque la mayoría de estudios han documentado una lluvia de semillas débil durante los primeros años de la recuperación del bosque, también se observa lluvia de semillas abundante después de 6-9 años de recuperación (Reid *et al.* 2015).

Para identificar si la dispersión de semillas de especies de árboles o arbustos del bosque, puntualmente la disponibilidad de fauna dispersora, es una barrera para la regeneración del bosque en las áreas de bosques disturbados en montaña y lomerío se evaluaron seis indicadores asociados a los porcentajes de especies y de abundancia de individuos de aves y murciélagos frugívoros a cada variable se le otorgo una valoración, teniendo como referente los valores encontrados en los bosques conservados (**Tab. 10**).

Tabla 10. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “falta de dispersores de semillas de especies leñosas”.

EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES FACTORES LTP		
Factor Limitante o Tensionante	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo no es un estímulo importante	El factor no Limita o Tensiona, puede Potenciar el proceso de regeneración.
0-0,33	0,34-0,67	0,68 - 1
Indicadores		Valoración
Porcentaje de especies de Aves por gremios de forrajeo	< 10% de especies de aves de gremios de forraje frugívoro	0,25
	Entre 20-30% de especies de aves de gremios de forraje frugívoro	0,5
	> 30% de especies de aves de gremios de forraje frugívoro	0,75
	No hay diferencias significativas - NDS	1
Porcentaje de individuos de Aves por gremios de forrajeo	< 40% de individuos de aves de gremios de forraje frugívoro	0,25
	Entre 40-60% de individuos de aves de gremios de forraje frugívoro	0,5
	> 60% de individuos de aves de gremios de forraje frugívoro	0,75
	No hay diferencias significativas - NDS	1
Porcentaje de especies de Aves por grupos de dieta	< 10% de especies de aves que consumen frutos	0,25
	Entre 20-30% de especies de aves que consumen frutos	0,5
	> 30% de especies de aves que consumen frutos	0,75
	No hay diferencias significativas - NDS	1
Porcentaje de individuos de Aves por grupos de dieta	< 40% de individuos de aves que consumen frutos	0,25
	Entre 40-60% de individuos de aves que consumen frutos	0,5
	> 60% de individuos de aves que consumen frutos	0,75

	No hay diferencias significativas - NDS	1
Porcentaje de especies de Quirópteros por gremio alimenticio	< 40% de especies de Quirópteros frugívoros	0,25
	Entre 40-60% de especies de Quirópteros frugívoros	0,5
	> 60% de especies de Quirópteros frugívoros	0,75
	No hay diferencias significativas - NDS	1
Porcentaje de individuos de Quirópteros por gremio alimenticio	< 40% de individuos de Quirópteros frugívoros	0,25
	Entre 40-60% de individuos de Quirópteros frugívoros	0,5
	> 60% de individuos de Quirópteros frugívoros	0,75
	No hay diferencias significativas - NDS	1

Para el caso del bosque disturbado en lomerío solo se observaron dos especies de aves dispersando semillas (*Thraupis episcopus* y *Ramphocelus carbo*) mientras que en el bosque conservado se observaron 10 especies. Sin embargo, en la evaluación de la Quiróptero fauna no se observaron grandes diferencias en el número, ni en composición de especies (7 y 8 especies respectivamente). En las áreas de bosque disturbado en montaña se observó un patrón diferente, pues se observaron 11 especies de Aves (*Cacicus cela*, *Cyanocorax violaceus*, *Euphonia laniirostris*, *Lepidothrix coronata*, *Psarocolius angustifrons*, *Psarocolius decumanus*, *Ramphocelus carbo*, *Setophaga striata*, *Tangara nigrocincta*, *Thraupis episcopus* y *Thraupis palmarumy*) y solo tres especies en el bosque conservado y de nuevo no se identifican grandes diferencias en el número de especies de murciélagos (9 y 7 especies respectivamente).

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: **FALTA DE DISPERSORES DE SEMILLAS DEL BOSQUE**

ÁREA DISTURBADA: Bosques disturbados en montaña.

ESTADO: NO ES UN FACTOR L/T IMPORTANTE

Los porcentajes de número de especies de aves consumidoras y recogedoras de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo) y los porcentajes de número de especies y número de individuos de quirópteros del gremio alimenticio frugívoro presentaron valores mayores al 40%, siendo los indicadores con mayores valoraciones (0,75), mientras que los porcentajes de abundancia de individuos de aves consumidoras y recogedoras de frutos apenas alcanzaron el 25%, siendo el grupo de dieta de consumidores de insectos, invertebrados y vertebrados muy pequeños el que mayor número de individuos agrupa, lo que otorgo una calificación cercana a cero (0,25) (**Tab. 11**).

Al promediar las valoraciones de los 6 indicadores evaluados se obtuvo un valor de 0,58, lo que indica que el factor “dispersión de semillas de especies de árboles o arbustos del bosque, puntualmente la disponibilidad de fauna dispersora”, no es un tensionante importante de la regeneración del vegetación en las áreas de bosques disturbados en montaña, sin embargo puede afectar el proceso (**Tab. 10 y 11**). Al analizar las condiciones de las áreas disturbadas evaluadas, caracterizadas por ser coberturas de bosques fragmentados con procesos de entresaca por largos

periodos de tiempo, se entiende que el proceso de regeneración difiere del que se da en las pasturas abandonadas y que los limitantes y tensionantes no son estímulos importantes.

Tabla 11. Evaluación de los indicadores para identificar si la “*disponibilidad de fauna dispersora de semillas de especies de árboles y arbustos*” en bosques disturbados en montaña (BDM), es o no un factor limitante o tensionante.

	Indicador	BDM	Valoración
% de Nro. de especies de Aves por gremios de forrajeo	Consumidores y recogedores de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo)	45,31	0,75
	Consumidores de semillas pequeñas de compuestas y gramíneas	6,25	
	Consumidores de néctar de flores	3,13	
	Otros: insectívoros, carroñeros, cazadores, herbívoros	45,31	
% de Nro. de individuos de Aves por gremios de forrajeo	Consumidores y recogedores de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo)	25,55	0,25
	Consumidores de semillas pequeñas de compuestas y gramíneas	0,79	
	Consumidores de néctar de flores	0,87	
	Otros: insectívoros, carroñeros, cazadores, herbívoros	72,79	
% de Nro. de especies de Aves por grupos de dieta	Frutos	40,63	0,75
	Insectos e invertebrados (pequeños, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños)	39,06	
	Vertebrados más grandes	3,13	
	Semillas	7,81	
	Néctar	6,25	
	Carroña, Hierbas y hojas	3,13	
% de Nro. de individuos de Aves por grupos de dieta	Frutos	24,5	0,25
	Insectos e invertebrados (pequeños, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños)	48,2	
	Vertebrados más grandes	1,31	
	Semillas	1,92	
	Néctar	0,79	
% de Nro. de especies de	Carroña	23,27	0,75
	Frugívoro	83,33	

Indicador		BDM	Valoración
Quirópteros por gremio alimenticio	Insectívoro	16,67	0,75
	Frugívoro	95,00	
	Insectívoro	5,00	
Promedio		0,58	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo, no es un estímulo importante
Evaluación			

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: FALTA DE DISPERSORES DE SEMILLAS DEL BOSQUE

ÁREA DISTURBADA: Bosques disturbados en lomerío.

ESTADO: NO ES UN FACTOR L/T IMPORTANTE

Los patrones observados en las áreas de bosques disturbados en lomerío son diferentes a los identificados en las zonas de montaña. Los porcentajes de número de especies de aves consumidoras y recogedoras de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo) y dentro del grupo de dieta “Frutos” tuvieron porcentajes inferiores al 30%, y se les otorgo valoración de 0,5. No obstante, los porcentajes de abundancia de individuos de aves consumidoras y recogedoras de frutos se encuentran alrededor del 40% tuvieron la misma calificación, debido a que en los bosques conservados se evidencio que los porcentajes de abundancia de individuos de aves dentro del gremio de forrajeo y grupo de dieta asociado a los frutos, es superior al 60%. Los porcentajes de número de especies y número de individuos de Quirópteros del gremio alimenticio frugívoro presentaron valores mayores al 60%, siendo los indicadores con mayores valoraciones (0,75) (Tab. 10 y 12).

Al promediar las valoraciones de los 6 indicadores evaluados se obtuvo un valor de 0,58, lo que indica que el factor “dispersión de semillas de especies de árboles o arbustos del bosque, puntualmente la disponibilidad de fauna dispersora”, no es un tensionante importante de la regeneración del vegetación en las áreas de bosques disturbados en lomerío, sin embargo puede afectar el proceso (Tab. 10 y 12). Al analizar las condiciones de las áreas disturbadas evaluadas, caracterizadas por ser coberturas de bosques fragmentados con procesos de entresaca por largos periodos de tiempo, se entiende que el proceso de regeneración difiere del que se da en las pasturas abandonadas y que los limitantes y tensionantes no son estímulos importantes.

Tabla 12. Evaluación de los indicadores para identificar si la “disponibilidad de fauna dispersora de semillas de especies de árboles y arbustos” en bosques disturbados en lomerío (BDL), es o no un factor limitante o tensionante.

	Indicador	BDL	Valoración
% de Nro. de especies de Aves por gremios de forrajeo	Consumidores y recogedores de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo)	27,37	0,5
	Consumidores de semillas pequeñas de compuestas y gramíneas	7,37	
	Consumidores de néctar de flores	4,21	
	Otros: insectívoros, carroñeros, cazadores, herbívoros	61,05	
% de Nro. de individuos de Aves por gremios de forrajeo	Consumidores y recogedores de frutos (frutos grandes del dosel y bordes, frutos pequeños del dosel y los borde y recogedores de frutos y semillas del suelo y sotobosque bajo)	46,03	0,5
	Consumidores de semillas pequeñas de compuestas y gramíneas	1,96	
	Consumidores de néctar de flores	0,39	
	Otros: insectívoros, carroñeros, cazadores, herbívoros	51,62	
% de Nro. de especies de Aves por grupos de dieta	Frutos	26,32	0,5
	Insectos e invertebrados (pequeños, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños)	49,47	
	Vertebrados más grandes	6,32	
	Semillas	8,42	
	Néctar	4,21	
	Otros (Carroña, Hierbas y hojas)	5,26	
% de Nro. de individuos de Aves por grupos de dieta	Frutos	45,5	0,5
	Insectos e invertebrados (pequeños, invertebrados grandes y vertebrados muy pequeños)	40,3	
	Vertebrados más grandes	4,3	
	Semillas	2,4	
	Néctar	0,4	
% de Nro. de especies de Quirópteros por gremio alimenticio	Frugívoro	66,67	0,75
	Insectívoro	25,00	
	Nectarívoro	0,00	
	Hematófago	0,00	
	Carnívoro	8,33	
% de Nro. de individuos de Quirópteros por gremio	Frugívoro	93,98	0,75
	Insectívoro	4,82	
	Nectarívoro	0,00	
	Hematófago	0,00	

Indicador		BDL	Valoración
alimenticio	Carnívoro	1,20	
	Promedio	0,58	
	Evaluación	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo, no es un estímulo importante	

3.3.3. PERDIDA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO (LIMITANTE/POTENCIADOR – SUPERVIVENCIA - ABIÓTICO).

Para identificar si la pérdida de los horizontes del suelo es un limitante para la regeneración del bosque en las áreas de vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en montaña y lomerío y en los bosques disturbados en vallecitos de lomerío se evaluó la profundidad de los diferentes horizontes del suelo, mediante la comparación con los suelos de las coberturas conservadas. Las valoraciones cercanas a cero (0) son indicadores de factores o estímulos limitantes o tensionantes, los valores cercanos a uno (1) indican que el factor no es una barrera para el proceso de regeneración, por el contrario puede potenciarlo; mientras que los valores intermedios dan cuenta de los factores que pueden afectar el proceso de regeneración, sin embargo no son un estímulo importante (**Tab. 13**).

Tabla 13. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “perdida de los horizontes del suelo”.

EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES FACTORES LTP		
Factor Limitante o Tensionante	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo no es un estímulo importante	El factor no Limita o Tensiona, puede Potenciar el proceso de regeneración.
0-0,33	0,34-0,67	0,68 – 1
Indicador		Valoración
Profundidad de los horizontes del suelos	Valores promedio de profundidad del horizonte menor al observado en el ecosistema conservado.	0
	Valores promedio de profundidad del horizonte igual o mayor al observado en el ecosistema conservado.	0,5
	No hay diferencias significativas – NDS	1

En el estudio realizado en la Sierra Nevada de Santa Marta, por Aide & Cavellier (1994), se identificó pérdida completa de los horizontes A y B en los suelos de pasturas, constituyéndolo en un factor limitante de la regeneración de los bosques. Sin embargo, al comparar la profundidad de los perfiles HO, HA, HB y HC de pasturas degradadas abandonadas, bosques de vallecitos disturbados y bosques conservados tanto en montaña como en lomerío, no se identificaron diferencias

significativas entre las áreas disturbadas y las áreas conservadas (**Tab. 14, 15 y 16**). Al analizar todas las coberturas evaluadas tanto en montaña, como en lomerío, se observaron los mayores incrementos no significativos para la profundidad del horizonte O, en la vegetación secundaria por pasturas abandonadas en montaña (por debado de los 1000 m.s.n.m); para el horizonte A, en la zona de amortiguación de bosques conservados en montaña (por debado de los 1000 m.s.n.m); para el el horizonte B, en los suelos de los vallecitos de lomerío; y para el horizonte C, en los bosques conservados de montaña (Virgüez 2016)

Al no identificar diferencias significativas entre las profundidades de los horizontes del suelo entre ninguna de las coberturas (conservadas y disturbadas) en montaña y lomerío en el área de estudio se puede concluir que en las áreas disturbadas susceptibles a ser restauradas en el presente proyecto y en las cuales se realizó caracterización fisicoquímica y biótica del suelo (PAM, PAL y BVLD) no hay pérdida de los horizontes del suelo y por lo tanto no es un factor que pueda limitar el proceso de regeneración del bosque, por el contrario puede contribuir a que el proceso continúe. Esto puede obedecer a la sucesión vegetal en las pasturas abandonadas caracterizadas ya se inició y esto pudo contribuir en la recuperación de las condiciones de los suelos.

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: **PERDIDA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO**

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Montaña.	ESTADO: NO LIMITA - POTENCIA
--	------------------------------

Los valores promedio de la profundidad de los horizontes en los suelos de pasturas abandonadas en la unidad fisiográfica de montaña en áreas ubicadas por debajo de los 1000 m.s.n.m, son más altos que los observados en el bosque conservado en la misma altitud en los perfiles HO y HA, mientras que la profundidad de los horizontes B y C son más bajos. Si bien las profundidades de los horizontes del suelo para las dos coberturas no arrojaron diferencias estadísticas significativas (Virgüez 2016), en la tabla de evaluación se muestran los valores promedio y la desviación estándar, para la cobertura disturbada y el área conservada (**Tab. 14**)

Tabla 14. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “pérdida de los horizontes del suelo” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña < 1000 m.s.n.m (PAM), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (I) Promedio. (DS) Desviación Estándar.

Indicador	\bar{X} PAM	DS. PAM	\bar{X} BCM	DS. BCM	Dif Estadística	Valoración	
Perfil del suelo	HO Profundidad	3,50	3,91	1,33	0,58	NDS	1,00
	HA Profundidad	8,17	2,02	6,17	0,76	NDS	1,00
	HB Profundidad	6,83	1,04	9,00	2,65	NDS	1,00

HC Profundidad	13,50	1,32	14,75	1,06	NDS	1,00
Promedio						1,00
Evaluación						No limita

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: PERDIDA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Lomerío.	ESTADO: NO LIMITA
--	-------------------

Los valores promedio de profundidad de los horizontes HA, HB y HC son menores en los suelos de las pasturas degradadas abandonadas, respecto a los suelos de bosques conservados en lomerío. El horizonte HO, por el contrario presenta un valor promedio más alto en los suelos de las área disturbadas que en los suelos de bosques conservados. Si bien las profundidades de los horizontes del suelo para las dos coberturas no arrojaron diferencias estadísticas significativas, en la tabla de evaluación se muestran los valores promedio y la desviación estándar, para la cobertura disturbada y el área conservada (Tab. 15)

Tabla 15. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “pérdida de los horizontes del suelo” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (̄) Promedio. (DS) Desviación Estándar.

Indicador	̄ PAL	DS. PAL	̄ BCL	DS. BCL	Dif Estadística	Valoración	
Perfil del suelo	HO Profundidad	1,50	0,87	1,00	0,00	NDS	1,00
	HA Profundidad	4,67	0,58	6,67	0,58	NDS	1,00
	HB Profundidad	6,33	0,58	7,67	1,53	NDS	1,00
	HC Profundidad	11,67	4,37	12,50	2,18	NDS	1,00
Promedio						1,00	
Evaluación						No limita	

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: PERDIDA DE LOS HORIZONTES DEL SUELO

ÁREA DISTURBADA: Bosques de vallecitos de lomerío disturbados.	ESTADO: NO LIMITA
--	-------------------

Los valores promedio de la profundidad de todos los perfiles de los suelos de pasturas abandonadas son más bajos que los valores promedio encontrados en los bosques conservados en lomerío. No obstante, es importante mencionar que se trata de suelos con características diferentes. Si bien las profundidades de los horizontes del suelo para las dos coberturas no arrojaron diferencias

estadísticas significativas, en la tabla de evaluación se muestran los valores promedio y la desviación estándar, para la cobertura disturbada y el área conservada (**Tab. 16**)

Tabla 16. Evaluación del indicador profundidad de los horizontes del suelo para identificar si la “pérdida de los horizontes del suelo” en bosques disturbados de Vallecito de Lomerío (BVL), es o no un factor limitante o tensionante. Valores dados en cm. (̄) Promedio. (DS) Desviación Estándar.

Indicador		\bar{X} BVL	DS. BVL	\bar{X} BCL	DS. BCL	Dif Estadística	Valoración
Perfil del suelo	HO Profundidad	0,83	0,76	1,00	0,00	NDS	1,00
	HA Profundidad	5,00	4,36	6,67	0,58	NDS	1,00
	HB Profundidad	6,17	5,62	7,67	1,53	NDS	1,00
	HC Profundidad	7,00	6,24	12,50	2,18	NDS	1,00
Promedio Evaluación							1,00 No limita

3.3.4. COMPACTACIÓN DEL SUELO (LIMITANTE – ABIÓTICO).

Al evaluar las propiedades físicas de los primeros 10 cm de los suelos de bosques y pasturas, Aide & Cavelier (1994) encontraron que la barrera más importante para la regeneración de los bosques tropicales después del uso agropecuario fue la degradación severa de los suelos; debido a que la compactación del suelo puede dificultar el crecimiento de raíces y así reducir la absorción de nutrientes (Batey 2009) y la diversidad biológica (Potthoff *et al.* 2005).

Holl (1999) en un estudio realizado en Costa Rica, concluyó que inclusive pequeñas diferencias en la compactación del suelo pueden afectar el crecimiento de raíces, el intercambio de gases y las tasas de infiltración, e identificaron que la densidad aparente fue baja en el bosque y en las pasturas. Sin embargo, los suelos de las pasturas fueron significativamente más compactados en todas las profundidades, pero la mayor diferencia se observó entre los 0-5 cm, caso contrario a lo observado en los suelos caracterizados en el área de estudio, en donde a medida que aumenta la profundidad aumenta la resistencia a la penetración y la densidad aparente, datos que coinciden con lo encontrado por Pinzón y Amézquita (1991) y Rosas-Patiño *et al.* (2012) para los suelos del Caquetá.

Para identificar si la compactación del suelo es un limitante para la regeneración del bosque en las áreas de vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en montaña y lomerío y en los bosques disturbados en vallecitos de lomerío se evaluaron tres diferentes indicadores: penetrabilidad en cuatro profundidades (0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm), densidad aparente y agregados de M.O. (g), suelo sin agregar (g), físicos (g) y de raíz (g). Los valores se atribuyeron teniendo en cuenta la comparación con los suelos de las coberturas

conservadas, pues se asume que en estos ecosistemas no existen fuertes barreras para la regeneración natural de la vegetación. Las valoraciones de los tres indicadores se promediaron y se calculó un único valor para el factor, cuando estos son cercanos a cero (0) son indicadores de factores o estímulos limitantes o tensionantes, los valores cercanos a uno (1) indican que el factor no es una barrera para el proceso de regeneración, mientras que los valores intermedios dan cuenta de los factores que pueden afectar el proceso de regeneración, sin embargo no son un estímulo importante (Tab. 17).

Tabla 17. Valoración de los indicadores para la evaluación del factor “compactación del suelo”.

EVALUACIÓN DE LOS POTENCIALES FACTORES LTP		
Factor Limitante o Tensionante	El factor puede afectar el proceso de regeneración, Sin embargo no es un estímulo importante	El factor no Limita o Tensiona, puede Potenciar el proceso de regeneración.
0-0,33	0,34-0,67	0,68 – 1
Indicador		Valoración
Penetrabilidad	Valores promedio de penetrabilidad significativamente mayores que en las áreas conservadas en todas las profundidades.	0
	Dos o más profundidades con valores promedio de penetrabilidad significativamente mayores que en las áreas conservadas.	0.5
	Valores promedio de penetrabilidad significativamente menores que en las áreas conservadas/No hay diferencias significativas - NDS	1
Densidad Aparente	Valores promedio de densidad aparente mayores que en las áreas conservadas.	0
	Valores promedio de densidad aparente menores que en las áreas conservadas.	0.75
	No hay diferencias significativas - NDS	1
Agregados	Valores promedio de agregados de M.O y raíces menores que en las áreas conservadas / Valores promedio de agregados físicos o suelos sin agregar mayores que en las áreas conservadas	0
	Uno de los valores promedio de agregados de M.O y raíces menores que en las áreas conservadas / Uno de los valores promedio de agregados físicos o suelos sin agregar mayores que en las áreas conservadas	0.5
	Valores promedio de agregados de M.O y raíces mayores que en las áreas conservadas / Valores promedio de agregados físicos o suelos sin agregar menores que en las áreas conservadas	0.75
	No hay diferencias significativas – NDS	1

La evaluación de los indicadores para identificar si la compactación del suelo es un factor limitante, mostro resultados diferentes para cada ecosistema disturbado caracterizado.

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: **COMPACTACIÓN DEL SUELO**

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Montaña - PAM. ESTADO: NO LIMITA (> 1000 M.S.N.M), LIMITA (< 1000 M.S.N.M).

En las PAM en la unidad fisiográfica debajo de los 1000 m.s.n.m no se encontraron diferencias significas en los datos de la penetrabilidad del suelo en las cuatro profundidades evaluadas, la densidad aparente fue menor, así como los agregados de M.O y los agregados físicos, mientras que los valores de suelo sin agregar y agregados de raíz son mayores, respecto a los bosques conservados ubicados en la misma unidad (**Tab. 18**). La caracterización permitió evidenciar que los suelos en estos ecosistemas disturbados por uso agropecuario y con procesos de regeneración natural han recuperado sus características físicas y se encuentran en buen estado, lo que se constituye en un potenciador para que el proceso continúe.

Tabla 18. Evaluación de los indicadores para identificar si la “compactación del suelo” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Montaña < 1000 m.s.n.m (PAM), es o no un factor limitante o tensionante.

	Indicador	\bar{X} PAM	DS. PAM	\bar{X} BCM	DS. BCM	Dif Estadística	Valoración
Penetrabilidad (MPa)	0-10 cm	0,90	0,27	0,94	0,26	NDS	1,0
	10-20 cm	1,11	0,34	0,83	0,20	NDS	
	20-30 cm	1,16	0,18	0,85	0,22	NDS	
	30-40 cm	1,36	0,25	0,93	0,37	NDS	
Densidad aparente	Densidad aparente (g/cm ³)	1,23	0,09	1,42	0,12	< BCM	0,75
Agregados	Agregados M.O. (g)	1,90	0,56	8,03	5,55	< BCM	0,50
	Suelo sin agregar (g)	597,70	210,77	503,40	323,27	> BCM	
	Agregados físicos (g)	174,83	106,78	233,80	43,33	< BCM	
	Agregados de raíz (g)	297,57	44,11	58,65	18,17	> BCM	
Promedio							0,75

Evaluación

No limita

La evaluación con un puntaje de 0,75 concluye que la compactación del suelo no es un factor limitante en vegetación secundaria de pasturas abandonadas en paisaje de montaña < 1000 m.s.n.m, por el contrario, el buen estado del suelo puede contribuir a que el proceso de regeneración siga avanzando (**Tab. 18**)

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: COMPACTACIÓN DEL SUELO

ÁREA DISTURBADA: Vegetación secundaria a partir de pasturas degradadas abandonadas en Lomerío -PAL

ESTADO: NO LIMITA

En las PAL no se encontraron diferencias significas en los datos de la penetrabilidad del suelo en las cuatro profundidades evaluadas, la densidad aparente fue menor, así como los agregados de M.O y el suelo sin agregar, mientras que los valores de los agregados físicos y agregados de raíz son mayores, respecto a los bosques conservados ubicados en el lomerío (**Tab. 19**).

Tabla 19. Evaluación de los indicadores para identificar si la “compactación del suelo” en vegetación secundaria a partir de pasturas abandonadas en Lomerío (PAL), es o no un factor limitante o tensionante.

Indicador		\bar{X} PAL	DS. PAL	\bar{X} BCL	DS. BCL	Dif Estadística	Valoración
Penetrabilidad (MPa)	0-10 cm	0,99	0,19	0,81	0,16	NDS	1,00
	10-20 cm	1,00	0,10	1,02	0,26	NDS	
	20-30 cm	1,08	0,15	1,17	0,28	NDS	
	30-40 cm	1,13	0,21	1,30	0,31	NDS	
Densidad aparente	Densidad aparente (g/cm ³)	0,91	0,58	1,28	0,20	< BCL	0,75
Agregados	Agregados M.O. (g)	1,40	1,25	2,50	1,76	< BCL	0,50
	Suelo sin agregar (g)	222,10	192,97	378,10	164,22	< BCL	
	Agregados físicos (g)	230,07	215,83	160,77	78,21	> BCL	
	Agregados de raíz (g)	276,07	216,55	262,53	94,11	> BCL	
Promedio							0,75

Evaluación

No limita

Virgüez (2016) concluye que los potreros enrastrados de lomerío poseen suelos más conservados desde el punto de vista físico (menor resistencia a la penetrabilidad, menor densidad aparente, menor masa de suelo sin agregar y mayor masa de agregados de raíz) similar a los bosques de montaña localizados arriba de los 1000 m.s.n.m. y a sus zonas de amortiguación por debajo y por arriba de los 1000 m.s.n.m. Esto se ve reflejado en la evaluación de los indicadores, pues con un puntaje de 0,75 se pudo identificar que la compactación del suelo no es un factor limitante para que el proceso de regeneración continúe en las pasturas abandonadas en la unidad de lomerío, por el contrario las buenas condiciones físicas pueden actuar como un potenciador.

FACTOR LIMITANTE O TENSIONANTE: COMPACTACIÓN DEL SUELO

ÁREA DISTURBADA: Bosques de vallecitos de lomerío disturbados - BVL.

ESTADO: NO ES UN FACTOR L/T IMPORTANTE

En los BVL no se encontraron diferencias significativas en los datos de la penetrabilidad del suelo en las cuatro profundidades evaluadas, la densidad aparente fue menor, así como los agregados de M.O y los agregados de raíz, mientras que los valores de los agregados físicos y el suelo sin agregar son mayores, respecto a las zonas de amortiguación de los vallecitos de lomerío (ZAV), por ser el área muestreada dentro del área de estudio con características comparables, no obstante, la cobertura vegetal observada en las áreas ZAV fue generalmente pasturas (**Tab. 20**).

De acuerdo a lo presentado en el estudio de evaluación de barreras para la regeneración de bosques en corredores riparios realizado por Meli y colaboradores (2015), en donde identificaron que la compactación del suelo no parece ser un filtro o factor abiótico relevante que impida el establecimiento de la vegetación en las pasturas riparias, y aunque la menor penetrabilidad encontrada en el área de estudio fue dada en los suelos asociados al tipo de vegetación de vallecitos (V) y a sus zonas de amortiguación (ZAV), en la evaluación de los indicadores, con un puntaje de 0,58 se identificó que la compactación del suelo puede afectar el proceso de regeneración del bosque, sin embargo no es un estímulo importante, valoración principalmente influenciada por las condiciones encontradas en la evaluación de los agregados.

Tabla 20. Evaluación de los indicadores para identificar si la “compactación del suelo” en bosques disturbados en Vallecitos de Lomerío (BVL), es o no un factor limitante o tensionante.

Indicador	\bar{X} BVL	DS. BVL	\bar{X} ZAV	DS. ZAV	Dif Estadística	Valoración
-----------	---------------	---------	---------------	---------	-----------------	------------

Indicador		\bar{X} BVL	DS. BVL	\bar{X} ZAV	DS. ZAV	Dif Estadística	Valoración
Penetrabilidad (MPa)	0-10 cm	0,50	0,05	0,53	0,02	NDS	1,00
	10-20 cm	0,70	0,11	0,74	0,09	NDS	
	20-30 cm	0,87	0,19	0,96	0,20	NDS	
	30-40 cm	1,02	0,29	1,13	0,22	NDS	
Densidad aparente	Densidad aparente (g/cm ³)	1,21	0,10	1,49	0,59	< ZAV	0,75
Agregados	Agregados M.O. (g)	1,90	1,05	7,40	5,26	< ZAV	0,00
	Suelo sin agregar (g)	313,63	209,36	283,53	146,04	> ZAV	
	Agregados físicos (g)	418,40	323,56	284,40	320,09	> ZAV	
	Agregados de raíz (g)	310,13	306,39	447,80	235,00	< ZAV	
Promedio Evaluación						0,58	El factor puede afectar el proceso de regeneración, sin embargo no es un estímulo importante.

3.4. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS F-LTP SOCIOECONÓMICOS PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN PAISAJES DISTURBADOS POR USO AGROPECUARIO.

A continuación se presenta el análisis de los mapas y memoria de la cartografía social-pedagógica en donde se pretende identificar las posibles barreras (F-LT) o potenciadores del éxito de los procesos de restauración ecológica, esto mediante la lectura crítica de los mapas, los registros escritos y lo expresado oralmente.

Si bien la atención en la factibilidad económica y la aceptabilidad social de la restauración ecológica es necesaria, existe también una necesidad apremiante de conciliar los contextos históricos y contemporáneos en los que se desarrollan las prácticas de restauración. Esto incluye implicaciones más amplias de las perspectivas públicas sobre la relación entre los seres humanos y la naturaleza. El contexto social del manejo de recursos es tan importante como el conocimiento biofísico o ecológico. Esto es particularmente cierto en el caso de la restauración, donde la experiencia demuestra el peligro de implementar proyectos sin tener en cuenta las dimensiones

socioeconómicas. Si los proyectos fracasan o se retrasan debido a una falta de financiación o litigios, las barreras socioeconómicas dominan el resultado (Hjerpe et al 2009).

Dentro de los aspectos que se plasmaron en los mapas y fueron narradas durante el taller, que pueden brindar información para inferir cuales pueden ser las barreras o los potenciadores de los procesos de restauración se identifican las situaciones mencionadas por los participantes en torno a las realidades de la ganadería en las fincas. En algunos casos la población de los núcleos veredales priorizados es homogénea y las narraciones se ajustan a un mismo patrón, como es el caso de la zona veredal priorizada para el municipio de Morelia en Lomerío (Sinaí y otras veredas), en donde los participantes son ganaderos con grandes fincas. Sin embargo, también se encuentran casos en los cuales se observan diferentes tipologías de producción para una misma zona veredal priorizada, como es el caso del municipio de Belén de los Andaquíes en el paisaje de Lomerío (Portal la Mono y otras veredas) en donde algunos participantes eran pequeños productores con diversos productos en sus fincas y otros se dedicaban exclusivamente a la ganadería y en algunos casos han sido productores de caucho (Tab. 21).

Tabla 21. Situaciones evidenciadas en los ejercicios de cartografía social indicadoras de barreras o potenciadores de la restauración ecológica, en cada núcleo veredal priorizado. Portal la Mono – Belén de los Andaquíes (A), El Cristal –San José del Fragua (B), Sinaí – Morelia (C), San Antonio de Padua – Belén de los Andaquíes (D) y Avenida el Caraño – Florencia (E).

Ítem	Situación	Lomerío			Montaña	
		A	B	C	D	E
A	Se reconocen como ganaderos, afirman en diferentes momentos que el ganado da seguridad económica y otros beneficios o,	X		X		
	dicen que por las condiciones de sus fincas (como el tamaño) la ganadería no es rentable, pero afirman que el dinero de la leche es importante	X	X		X	
B	La mayoría de los participantes se han dedicado exclusivamente a la ganadería, (en algunos casos han sembrado caucho), e identifican varias desventajas a cualquier otro modelo de producción, como el sembrar agroforestales o,	X		X		
	en las fincas tienen algunas vacas, pero además producen plátano, caña, cacao o tienen frutales. Han tenido caucho o forestales. Afirman tener pancoger en sus fincas.	X	X		X	X
C	Afirman que las pasturas no se deterioran, son rentables y solo requieren de un buen manejo de hierbas no deseadas y abono o,	X	X	X		
	que los suelos se han ido deteriorando y las pasturas ya no son rentables.				X	X
D	Se identifica que las prácticas de tumba, quema y uso de agroquímicos aún son frecuentes en el área o,				X	
	los participantes comentan las desventajas de las prácticas de tumba, quema y uso de agroquímicos	X	X	X	X	X
E	Los participantes no reportan grandes cambios en la disponibilidad de recursos, el suelo o en las fuentes hídricas o,					
	identifican que los suelos no sirven para sembrar algunos productos, que los ríos han	X	X	X	X	X

Ítem	Situación	Lomerío			Montaña	
		A	B	C	D	E
	cambiado y/o que tienen problemas con la disponibilidad de agua en sus fincas					
F	Al hablar de deterioro los participantes refieren que los mayores agentes de deterioro son externos, la minería, las ciudades, las fumigaciones... etc., o		X	X	X	X
	se reconocen como parte de los agentes que causan el deterioro	X				X
G	Se evidencia que no se han llevado a cabo procesos de planificación las fincas, ni ordenamiento del territorio, las comunidades han ido implementando modelos productivos dependiendo de las propuestas de las instituciones o lo que piensan es más rentable en el momento o,	X	X	X		
	nombran algunos procesos de planeación de las fincas y de ordenamiento de sus territorios				X	X
H	Los participantes hablan negativamente de otros proyectos e instituciones ambientales, refieren que el dinero de los proyectos no llega a las comunidades o,		X			X
	hablan de varios proyectos de los cuales han participado, refieren que han sido procesos exitosos con los cuales han podido mejorar las condiciones de sus fincas.	X	X		X	
I	Los participantes expresan que uno de sus problemas son la desunión y la desorganización		X	X		X
	En los relatos se evidencia que la mayoría de los campesinos se encuentran asociados en juntas comunales y que estas juegan un papel importante, además se identifican líderes	X			X	X
J	Las comunidades expresan que una de las mayores dificultades en los proyectos ambientales y productivos es la ausencia de asistencia técnica, dicen no saber cómo manejar el material vegetal o,	X	X			X
	Por el contrario, afirman que saben cómo implementar modelos de producción sostenibles (silvopastoriles, agroforestales, etc) pero no tiene los recursos económicos para hacerlo	X		X		

La identificación y análisis de las barreras socioeconómicas a la restauración ecológica se hará de manera diferencial para cada unidad fisiográfica (Lomerío y Montaña) pues se observaron diferencias en la forma en que ocurrieron los procesos de colonización y los usos del suelo en el presente.

3.4.1. ARRAIGO DE LA TRADICIÓN GANADERA

El arraigo de la tradición ganadera en las comunidades que habitan las áreas disturbadas sujetas a ser intervenidas con estrategias de restauración ecológica se constituye como una de las barreras más importantes a los procesos de restauración debido a que restringe la implementación de modelos de producción alternativos a la ganadería, al no ser de interés para los productores y dueños de los predios.

En los núcleos veredales priorizados en la unidad fisiográfica de lomerío no se encontró un mismo patrón. El arraigo de la tradición ganadera es una barrera potencial para los procesos de restauración en las veredas priorizadas para el municipio de Morelia (y parte de Belén de los

Andaquíes) en donde se identificó que los participantes del taller se reconocen como ganaderos y en diferentes momentos se refieren a los beneficios de la ganadería. Además, el único sistema alternativo que han implementado en los últimos años es el caucho, no reportan cultivos de pancoger u otros (**Tab. 21** ítems A y B).

El caso de los núcleos priorizados en los municipios de Belén de los Andaquíes y San José del Fraga es diferente, pues en estas veredas no hubo un consenso respecto al predominio de la ganadería en las fincas, en los predios pequeños no se identifica el arraigo de la tradición ganadera como una barrera a la implementación de estrategias de restauración, en estos si bien tienen algunas vacas para la venta de leche, afirman que la ganadería no es rentable por el tamaño de sus fincas, y es por esto que dicen tener cultivos de caña, plátano o sistema agroforestales con frutales, cacao y maderables (**Tab. 21** ítems A y B).

Mientras que en las fincas grandes el único modelo alternativo a la ganadería que reportan es el de caucho y palma africana (en los inicios de la colonización), el arraigo de la tradición ganadera se hace evidente en la afirmación de uno de los participantes del taller realizado en la vereda Portal de la Mono en Belén de los Andaquíes “La ganadería nadie la va a acabar, así se ponga barata la leche o la carne, porque es un sistema de vida, lo que hay que hacer es cambiar la forma en que se hace la ganadería” (**Tab. 21** ítems A y B).

Para el caso de los núcleos veredales priorizados en la unidad fisiográfica de montaña (Belén de los Andaquíes y Florencia), no se observa un arraigo de la tradición ganadera, si bien mencionan que el dinero de la venta de la leche es importante pues al ser regular (cada 15 días) les brinda los medios para subsistir o sostenibilidad, como ellos lo llaman, además de las pasturas tienen cultivos de plátano, caña, cacao, frutales o algunos tienen cultivos caucho o forestales (**Tab. 21** ítems A y B).

3.4.2. DESCONOCIMIENTO DE LOS PROCESOS DE DETERIORO

El desconocimiento de los procesos de deterioro que se han dado en el territorio es una de las barreras a los procesos de restauración ecológica, pues al no reconocer que ha habido una afectación sobre los recursos naturales y la prestación de servicios ecosistémicos a causa de las malas prácticas asociadas a los procesos productivos, se dificulta justificar, ante los propietarios de las fincas, la necesidad de implementar estrategias que contribuyan en la recuperación de dichos servicios ecosistémicos.

En la unidad fisiográfica de lomerío el desconocimiento de los procesos de deterioro puede ser una barrera a los procesos de restauración ecológica, si bien identifican que los suelos no sirven para sembrar algunos productos, que los ríos han cambiado y/o que tienen problemas con la disponibilidad de agua en sus fincas, en los núcleos veredales de San José del Fragua y Morelia además de afirmar que las pasturas no se deterioran y solo requieren un manejo de hierbas no

deseadas para ser rentables, no reconocen sus usos del suelo y sus prácticas agropecuarias como agentes causantes del deterioro, por el contrario, identifican a la minería (estudios de sísmica y extracción de hidrocarburos), las ciudades, las fumigaciones de cultivos ilícitos y otros procesos externos a su territorio, como los mayores causantes del deterioro (**Tab. 21** ítems C, E y F).

Por el contrario, esta barrera a la restauración ecológica no se observa en los núcleos veredales priorizados en la unidad fisiográfica de montaña. Las comunidades identifican los procesos de deterioro presentes en sus territorios, y son reiteradas las reseñas de la abundancia de recursos de fauna y flora en el mapa de memoria histórica frente a la pérdida de los mismos en el mapa actual. Si bien no refieren escases de agua en las fincas, en la cartografía social mencionan que el caudal de los ríos ha disminuido considerablemente y que los suelos no sirven para sembrar algunos productos. Respecto a las pasturas afirman que las mismas se deterioran después de aproximadamente 15 años de uso continuo, aunque para que duren este tiempo se debe hacer un manejo que incluye eliminar herbáceas no deseadas aproximadamente tres veces al año, preferiblemente con machete, pues la fumigación y las quemadas deterioran más rápidamente las pasturas (**Tab. 21** ítems C y E). Además de identificar tales procesos de deterioro o disturbios, los participantes del taller del núcleo veredal del municipio de Florencia se reconocen como parte de los agentes que causan dicho deterioro, mientras que en el taller del núcleo veredal del municipio de Belén de los Andaquíes los participantes refieren que los mayores agentes de deterioro son externos: la minería en el área de lomerío y las fumigaciones de cultivos ilícitos, lo que permite evidenciar que los procesos de restauración no son una prioridad para la comunidad al no identificar la relación entre las prácticas asociadas a sus sistemas productivos y la pérdida de los servicios ecosistémicos del suelo, entre otros (**Tab. 21** ítem F).

3.4.3. ARRAIGO EN PRÁCTICAS DE TALA, QUEMA Y USO DE AGROQUÍMICOS

El arraigo en el uso de tala, quema y agroquímicos en los procesos productivos de las fincas es una barrera a la restauración ecológica debido a que es un indicador de que las comunidades no han interiorizado las afectaciones de las prácticas agropecuarias no sostenibles sobre los ecosistemas. Aunque en los talleres de cartografía social no es posible saber con certeza si este arraigo se encuentra presente en los núcleos veredales, si se evidencia que los participantes (de las unidades fisiográficas de montaña y lomerío) comentan las desventajas de talar la vegetación, hacen énfasis de la protección de área de bosque que no han sido talados (montañas) y la importancia de dejar la vegetación de las zonas de protección hídrica. En cuanto a la quema y al uso de agroquímicos como herramienta para renovar pasturas, los participantes afirman que las pasturas tienen más tiempo útil cuando las herbáceas no deseadas son eliminadas con machete, respecto a las que son quemadas o se les aplica herbicidas. No obstante, en el núcleo veredal del municipio de Belén de los Andaquíes – montaña, la comunidad cuenta como los nuevos propietarios llegan a tumbar las áreas

conservadas de las fincas y utilizan la quema para renovar pasturas (este tema se abordará más adelante; **Tab. 21** ítem D).

3.4.4. AUSENCIA DE PLANIFICACIÓN DE LAS FINCAS Y DEL TERRITORIO A LARGO PLAZO

La ausencia de planificación de las fincas y del territorio a largo plazo puede ser una barrera a la restauración ecológica (RE) debido a que el éxito de las estrategias de RE implementadas dependerá, entre otras cosas, de que las áreas intervenidas sean mantenidas con los usos implementados. Al no existir tal planificación, se corre el riesgo que al terminar el proyecto los propietarios de las fincas destinen las áreas en proceso de RE para otros usos del suelo no compatibles con los objetivos de restauración.

En los núcleos veredales ubicados en la unidad fisiográfica de lomerío la falta de planificación de la finca y del territorio es una barrera a la RE. Se evidenció que no se han llevado a cabo procesos de planificación las fincas, ni ordenamiento del territorio, pues las comunidades han ido implementando modelos productivos dependiendo de las propuestas de las instituciones o lo que piensan es más rentable en el momento. Por el contrario, en los núcleos veredales de la unidad fisiográfica de montaña se observó que los propietarios han adelantado procesos de planificación de sus fincas, en el marco de proyectos ambientales y productivos liderados por organizaciones dedicadas a la conservación (**Tab. 21**, ítem G).

3.4.5. DEFICIENCIA DE GOVERNABILIDAD DE LAS INSTITUCIONES AMBIENTALES Y FALTA DE INTERÉS EN PROCESOS DE RESTAURACIÓN POR MALAS EXPERIENCIAS CON ORGANIZACIONES AMBIENTALES

La deficiencia de gobernabilidad de las instituciones ambientales y la falta de interés en adelantar procesos de restauración por malas experiencias con organizaciones ambientales es una potencial barrera a la restauración ecológica debido a que puede disminuir el número de propietarios interesados en participar del proyecto. La evaluación de esta barrera no muestra un patrón que permita unificar los núcleos veredales por unidad fisiográfica.

En los núcleos de los municipios de Florencia (Montaña) y San José del Fragua (lomerío) la comunidad expresó que los proyectos ambientales no son efectivos, que se quedan en las capacitaciones, que el dinero de los proyectos no llega a las comunidades pues se queda en los gastos de ejecución, mencionan casos en los que el equipo técnico incumple con los acuerdos, entre otros comentarios que evidencian la mala imagen de las instituciones ambientales. Sin embargo, en este último núcleo rescatan el trabajo del Instituto Sinchi, como institución con la cual ha podido trabajar con resultados positivos. En los núcleos de Belén de los Andaquíes (lomerío y montaña) no se identificó esta barrera, por el contrario, los participantes de los talleres mencionaron varios

proyectos de los cuales han participado y refieren que han sido procesos exitosos con los cuales han podido mejorar las condiciones de sus fincas (**Tab. 21**, ítem H).

3.4.6. FALTA DE ORGANIZACIÓN SOCIAL Y REDES DE COOPERACIÓN INEXISTENTES

La falta de organización puede ser una barrera a la restauración ecológica, pero también al desarrollo de otros proyectos ambientales, aún más cuando los objetivos de los proyectos se abordan a escalas de paisaje como es el caso del presente proyecto. Aunque los participantes de los talleres de CS fueron citados mediante las respectivas juntas de acción comunal, lo que denota un nivel de organización, en el desarrollo de la cartografía se pudo ahondar en este tema.

En los relatos se identifica que las comunidades de los núcleos veredales de San José del Fragua y Morelia (Lomerío) ven la desunión y la desorganización como uno de los problemas que aqueja las veredas, mencionan que en el pasado eran muy unidos, hablan de las Mingas y de las cosas que consiguieron en colectivo, como gestionar la apertura de vías y hacer el mantenimiento de las mismas. Mientras que en los núcleos veredales de Belén de los Andaquíes (lomerío y montaña) los relatos de los participantes dan cuenta de que la mayoría de los campesinos se encuentran asociados en juntas comunales, que estas juegan un papel importante y se identifican líderes (**Tab. 21**, ítem I).

En el núcleo del municipio de Florencia (montaña), hubo una diferencia de apreciaciones entre las veredas. Los participantes de las veredas Doradas y Doradas Altas relatan en su mapa de memoria histórica que eran una comunidad unida, pero que es algo que ha venido cambiando, consideran que ya no están tan organizados como lo estuvieron en algún momento y hacen un análisis de las posibles causas del tal desunión. Por su parte, los líderes de la vereda Avenida el Caraño resaltan la fortaleza de su junta de acción comunal y los procesos que adelantan por medio de ella (**Tab. 21**, ítem I).

3.4.7. FALTA DE FORMACIÓN TÉCNICA DE LAS COMUNIDADES EN TEMAS PRODUCTIVOS Y AMBIENTALES.

La falta de formación técnica de los propietarios de las fincas, en temas relacionados con la implementación y el mantenimiento de modelos productivos sostenibles y prácticas ambientales, entre ellas las relacionadas con las estrategias de restauración ecológica (RE), es una de las barreras más importantes a la RE. El desconocimiento tales prácticas puede limitar la implementación de modelos de producción sostenibles por iniciativa de los propietarios de los predios, además de dificultar el sostenimiento de las modelos, tanto productivos como de restauración ecológica, implementados en el proyecto.

Son las personas que habitan los territorios y trabajan la tierra quienes mejor conocen los bosques y las coberturas naturales (las especies de vegetación y fauna), y las prácticas de los modelos productivos que implementan en sus fincas y que son los más comunes en la región, algunos desde el conocimiento tradicional y la experiencia, otros a través de la formación técnica. Sin embargo, una de las apreciaciones recurrentes en los talleres de cartografía social fue que los proyectos de los que han participado no han tenido un componente de asistencia técnica que vaya más allá del tiempo de ejecución de los mismos (**Tab. 21**, ítem J). Posiblemente porque al ser zonas predominantemente ganaderas las comunidades carecen de conocimientos acerca de los cultivos agrícolas, componente principal de los modelos utilizados en la restauración ecológica, como los modelos agroforestales y la introducción de vegetación nativa, entre otros. Por el contrario, en los núcleos veredales de los municipios de Belén de los Andaquíes y Morelia (lomerío), algunos participantes afirmaron que saben cómo implementar modelos de producción sostenibles (silvopastoriles, agroforestales, etc) pero no tiene los recursos económicos para hacerlo (**Tab. 21**, ítem J).

3.4.8. LLEGADA DE NUEVOS PROPIETARIOS

La dinámica de venta de terrenos y llegada de nuevos propietarios parece estar vigente en las veredas ubicadas en montaña, mientras que en las veredas ubicadas en lomerío parece ser una práctica de hace más de una década, además en esta unidad fisiográfica generalmente obedece a los intereses de acumular tierras de productores que ya habitan las zonas y cuentan con más recursos. En las áreas de montaña y lomerío atribuyen la expansión de la frontera agropecuaria y el aumento de las áreas dedicadas a pasturas a la llegada de nuevos propietarios que ingresan al territorio con recursos para talar, quemar para renovar pasturas y montar lecherías. Las personas que colonizaron venden sus tierras por necesidad, con el sueño de vivir en lugares que piensan son mejores, algunas veces compran finca en otras regiones o se establecen en pueblos y ciudades.

3.4.9. IMITACIÓN DE PRÁCTICAS PRODUCTIVAS SOSTENIBLES ENTRE VECINOS VEREDALES - POTENCIADOR.

Uno de los factores que pueden potenciar los procesos de restauración ecológica en el área de estudio es la imitación de prácticas productivas sostenibles entre vecinos veredales, pues al ver el éxito de procesos productivos alternativos a la ganadería que han sido ejecutados por organizaciones sociales y ambientales, otros propietarios se han visto incentivados. En las veredas Portal de la Mono y El Cristal, algunos participantes al taller expresaron que era la primera vez que se veían interesados en este tipo de procesos, que su asistencia se debía a que habían conocido los beneficios recibidos por otros productores, algunos se lamentaron por no participar de otros procesos del Instituto Sinchi por no haber asistido a una reunión y los participantes y líderes de estos

procesos adelantados por el Instituto que asistieron a este taller comentaron que algunos de sus vecinos les habían pedido que por favor les informara cuando se estuviera desarrollando un nuevo proyecto. Sin embargo, uno de los líderes de la zona veredal del Portal la Mono refiere que las personas que se muestran interesadas no se dedican exclusivamente a la ganadería.

Finalmente, es importante preguntarnos si realmente el arraigo de la cultura ganadera es la razón por la cual los modelos de producción sostenibles, alternativos a la ganadería o de ganadería sostenible, no han prosperado en el territorio. Pues en los diferentes talleres de CS, al indagar por las razones por las cuales no se implementan otros sistemas productivos, los participantes mencionan que uno de los limitantes más importantes para quienes intentan cambiar de modelos de producción es la falta de recursos para implementarlos, también refieren problemas de comercialización y bajos precios. En la **Tab. 22** se mencionan otros factores que motivan y desmotivan la implementación de los modelos alternativos, entre ellos los factores que motivaron la siembra de cultivos ilícitos.

Tabla 22. Factores que motivan o desmotivan la implementación de sistemas productivos alternativos a la ganadería.

Sistema productivo	Factores que desmotivan	Factores que incentivan
Ganadería	Sal y medicamentos costosos. Los intermediarios (las queseras) pagan mal la leche.	Las vacas de leche les da la comida. Es menos trabajo y se hace con la familia. Genera estabilidad y confianza en el sector financiero.
Plátano	Necesita mucho manejo, es susceptible a enfermedades. Al menos un trabajador diario. Necesita mucho abono.	
Cacao	Es susceptible a enfermedades No hay comercio	
Caucho	No les enseñaron a manejar el cultivo y se acabo. Nunca hubo una comercialización justa. El precio muy bajo.	Fue muy rentable
Caña	Se necesita un montaje para producir panela y no se cuenta con los recursos.	
Frutales	No hay comercialización	
Yuca	Esta muy barata y a los compradores no les gusta la yuca que es cultivada en mesón. No hay procesos de transformación.	
Coca	La presión del estado Bajo el precio	El transporte de los otros cultivos cuando no tenían vías en buen estado El precio (Antes)
Remanente de bosque (montaña)		La madera es usada para el consumo de la casa, (estantillos, establos)

4. BIBLIOGRAFÍA

Aide, T. M. & Cavelier, J. (1994). Barriers to lowland tropical forest restoration in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia. *Restoration Ecology*, 2(4), 219-229.

Aide, T. M., Zimmerman, J. K., Herrera, L., Rosario, M., & Serrano, M. 1995. Forest recovery in abandoned tropical pastures in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, 77(1), 77-86

Armenteras, D., Rudas, G., Rodriguez, N., Sua, S., & Romero, M. (2006). Patterns and causes of deforestation in the Colombian Amazon. *Ecological Indicators*, 6(2), 353-368.

Armenteras D, Vargas O. (2016). Patrones del paisaje y escenarios de restauración: acercando escalas. *Acta biol. Colomb*: 21(1)Supl:S229-239. doi: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v21n1sup.50848>

Barragán, D. y Amador, J.C. (2014). La cartografía social-pedagógica: Una oportunidad para producir conocimiento y repensar la educación. *Itinerario Educativo*, (64), 127-141

Barrera-Cataño, J. I., & Valdés-López, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 12, 11-24.

Barrera-Cataño, J.I., S.M. Contreras-Rodríguez, N.V. Garzón-Yepes, A.C. Moreno-Cárdenas y S.P. Montoya-Villarreal. (2010). Manual para la Restauración Ecológica de los Ecosistemas Disturbados del Distrito Capital. Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Pontificia Universidad Javeriana (PUJ). Bogotá, Colombia. 402 pp.

Batey T (2009) Soil compaction and soil management—a review. *Soil Use Manag* 25:335–345 de Souza ALT, Fonseca DG, Liborio RA, Tanaka MO (2013) Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. *For Ecol Manag* 298:12–18

Chapman, C. A., Chapman, L. J., Zanne, A., & Burgess, M. A. (2002). Does weeding promote regeneration of an indigenous tree community in felled pine plantations in Uganda?. *Restoration Ecology*, 10(2), 408-415.

Cubiña, A., & Mitchell Aide, T. (2001). The effect of distance from forest edge on seed rain and soil seed bank in a tropical pasture 1. *Biotropica*, 33(2), 260-267.

Douterlungne, D., Ferguson, B. G., Siddique, I., Soto-Pinto, L., Jiménez-Ferrer, G., & Gavito, M. E. (2015). Microsite determinants of variability in seedling and cutting establishment in tropical forest restoration plantations. *Restoration Ecology*, 23(6), 861-871.

Etter, A., McAlpine, C., Phinn, S., Pullar, D., Possingham, H. (2006). Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates. *Journal of Environmental Management* 79: 74–87

García-Frapolli, E. & Lindig-Cisneros, R. (2011). Barreras e incentivos económicos para la restauración de la biodiversidad. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 269-280.

Garzón G, M. T., Betancurt P, B., Rodríguez L, C. H., & Daza, D. D. (2012). Línea base de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas Productivos caracterizados en el área intervenida del departamento del Caquetá. Capítulo V, Instituto Sinchi, Florencia.

Gómez, J.E. & Velásquez, J.E. (1999). Proceso Integral de Recuperación y Manejo de Praderas. Programa Regional Pecuario. Corpoica – Pronatta. Produmedios. Bogotá D.C. 40 P.

Gunaratne, A. M. T. A., Gunatilleke, C. V. S., Gunatilleke, I. A. U. N., Madawala Weerasinghe, H. M. S. P., & Burslem, D. F. R. P. (2010). Barriers to tree seedling emergence on human-induced grasslands in Sri Lanka. *Journal of applied ecology*, 47(1), 157-165.

Gunaratne, A. M. T. A., Gunatilleke, C. V. S., Gunatilleke, I. A. U. N., Madawala, H. M. S. P., & Burslem, D. F. R. P. (2014). Overcoming ecological barriers to tropical lower montane forest succession on anthropogenic grasslands: Synthesis and future prospects. *Forest Ecology and Management*, 329, 340-350.

Hecht, S. B. (1993). The logic of livestock and deforestation in Amazonia. *Bioscience*, 43(10), 687-695.

Hjerpe, E., Abrams, J., & Becker, D. R. (2009). Socioeconomic barriers and the role of biomass utilization in southwestern ponderosa pine restoration. *Ecological Restoration*, 27(2), 169-177.

Holl, K. D. (1999). Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. *Biotropica*, 31(2), 229-242.

Holl, K. D., & Lulow, M. E. (1997). Effects of Species, Habitat, and Distance from Edge on Post-dispersal Seed Predation in a Tropical Rainforest. *Biotropica*, 29(4), 459-468.

Holl, K. D., Loik, M. E., Lin, E. H., & Samuels, I. A. (2000). Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology*, 8(4), 339-349.

Holl, K.D. (2002) Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. *Journal of Ecology*, 90, 179–187.

Holl, K. D., & Aide, T. M. (2011). When and where to actively restore ecosystems?. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1558-1563.

Hooper, E., Legendre, P., & Condit, R. (2005). Barriers to forest regeneration of deforested and abandoned land in Panama. *Journal of Applied Ecology*, 42(6), 1165-1174.

Imbernon, J. (1999). A comparison of the driving forces behind deforestation in the Peruvian and the Brazilian Amazon. *Ambio*, 28(6), 509–513.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (1993). Aspectos ambientales para el ordenamiento territorial del occidente del departamento de Caquetá: Tomo I y II. Tercer Mundo Editores. Colombia.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. (2010). Caquetá: Características Geográficas. Imprenta Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia. 376 p

Jakovac, C. C., Bongers, F., Kuyper, T. W., Mesquita, R. C. & Peña-Claros, M. (2016). Land use as a filter for species composition in Amazonian secondary forests. *Journal of Vegetation Science*, 27(6), 1104-1116.

Martensen, A. C., R. G. Pimentel, and J. P. Metzger. (2008). Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: implications for conservation. *Biological Conservation* 141:2184–2192.

Martínez-Ramos, M., & García-Orth, X. (2007). Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 80, 69-84.

Martínez-Ramos, M., Pingarroni, A., Rodríguez-Velázquez, J., Toledo-Chelala, L., Zermeno-Hernández, I., & Bongers, F. (2016). Natural forest regeneration and ecological restoration in human-modified tropical landscapes. *Biotropica*, 48(6), 745-757.

Martínez, L.J. & Zinck, J.A. (2004). Temporal variation of soil compaction and deterioration of soil quality in pasture areas of Colombian Amazonia. *Soil & Tillage Research* 75: 3–17.

Meli, P. (2003). Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia*, 28(10), 581-589.

Meli, P., & Dirzo, R. (2013). Effects of grasses on sapling establishment and the role of transplanted saplings on the light environment of pastures: implications for tropical forest restoration. *Applied Vegetation Science*, 16(2), 296-304.

Meli, P., Benayas, J. M. R., Ramos, M. M., & Carabias, J. (2015). Effects of grass clearing and soil tilling on establishment of planted tree seedlings in tropical riparian pastures. *New Forests*, 46(4), 507-525.

Mesquita, R.C.G., Ickes, K., Ganade, G., Williamson, G.B. (2001). Alternative successional pathways in the amazon basin. *J. Ecol.* 89, 528–537.

Mesquita, R.D.C.G., Massoca, P.E.D.S., Jakovac, C.C., Bentos, T.V. & Williamson, G.B. (2015). Amazon Rain Forest Succession: Stochasticity or Land-Use Legacy? *Bioscience* 65, 849–861. doi:10.1093/biosci/biv108

Metzger, J. P., & Brancalion, P. H. (2013). Challenges and opportunities in applying a landscape ecology perspective in ecological restoration: A powerful approach to Shape Neolandscapes. *Nat a Conserv*, 11(2), 103-7.

Moreira, F., Queiroz, A. I., & Aronson, J. (2006). Restoration principles applied to cultural landscapes. *Journal for Nature Conservation*, 14(3), 217-224.

Murcia, G.U.G., Huertas, C., Rodríguez, J., Castellanos, H. (2010). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, datos del año 2007. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 177 p., 3 anexos.

Murcia, U., Medina, R, Rodríguez, J. M., Castellanos, H., Hernández, A. y Herrera, E. (2014a). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana, a escala 1:100.000. Datos del periodo 2012. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 190 p., 2 Anexos.

Murcia, U.; Medina, R.; Rodríguez, J.; Hernández, A.; Herrera, E.; Castellanos, H. (2014b). Cambio de uso del suelo: Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana, a escala 1:100.000. Cambios multitemporales 2002 al 2012, con énfasis en el periodo 2007-2012. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI". Bogotá, D.C., 144 p., 126 Anexos.

Murcia, U.; Gualdrón, A. & Londoño, M. (en prensa a). Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2012 al 2014 y Coberturas del año 2014. Bogotá D.C. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI".

Murcia, U.; Fonseca, J. & Tobón, F. (en prensa b) Zonificación y cuantificación de áreas para restaurar en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendientes >100% en la Amazonia colombiana.

Nepstad, D., Uhl, C. and Serrao, E.A.S. (1990). Surmounting barriers to forest regeneration in abandoned, highly degraded pastures. (Paragominas, Para). In: *Alternatives to Deforestation: Steps*

Toward Sustainable Utilization of Amazon Forests. Anderson, A.B. (ed.). Columbia Univ. Press, New York.

Nepstad, D. C., Uhl, C., & Serrão, E. A. S. (1991). Recuperation of a degraded Amazonian landscape: Forest recovery and agricultural restoration. *Ambio* (Sweden), 20(6), 248-255.

Norden, N., Chazdon, R.L., Chao, A., Jiang, Y.H. & Vélchez-Alvarado, B. (2009). Resilience of tropical rain forests: Tree community reassembly in secondary forests. *Ecol. Lett.* 12, 385–394. doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01292.x

Parrotta, J. A., Turnbull, J. W., & Jones, N. (1997). Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management*, 99(1), 1-7.

Potthoff M, Jackson LE, Steenwerth KL, Ramirez I, Stromberg MR, Rolston DE. (2005). Soil biological and chemical properties in restored perennial grassland in California. *Restor Ecol* 13:61–73

Ramírez, BL., Lavelle, P., Orjuela, JA. & Villanueva, O. (2012). Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25: 391-401.

Restrepo, G., A. Velasco & J. Preciado. (1999). "Cartografía Social". Serie Terra Nostra. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja.

Rodrigues, R. R., R. A. F. Lima, S. Gandolfi, and A. G. Nave. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation* 142:1242–1251.

Salo, J., Kalliola, R., Hakkinen, I., Makinen, Y., Niemela, P., Puhakka, M. & Coley, P. D. (1986). River dynamics & the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322:254- 258.

Serrao, E. A., & Toledo, J. M. (1990). The search for sustainability in Amazonian pastures. Pages 195-215 in A. Anderson, ed. *Alternatives to Deforestation*. Columbia University Press, New York

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.

Tambosi, L. R., Martensen, A. C., Ribeiro, M. C., & Metzger, J. P. (2014). A framework to optimize biodiversity restoration efforts based on habitat amount and landscape connectivity. *Restoration Ecology*, 22(2), 169-177.

Virgúez, J. (2016). Informe Técnico Final del contrato No. 85 BIENO 2015-2016. Documento de circulación interna. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI”.

Williamson, G.B., Bentos, T. V., Longworth, J.B., Mesquita, R.C.G. (2012). Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. *Plant Ecol. Divers.* 7, 341–348. doi:10.1080/17550874.2012.735714

Wunderle, J. M. (1997). The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:223–235.

Zermeño-Hernández, I., A. Pingarroni & Martínez-Ramos, M. (2016). Agricultural land-use diversity and forest regeneration potential in humanmodified tropical landscapes. *Agric. Ecoyst. Environ.* 230: 210–220.

Zermeño-Hernández, I., M. Toribio, C. Siebe, J. Benítez-Malvido & Martínez-Ramos, M. (2015). Ecological disturbance caused by agricultural land uses and its effects on tropical forest regeneration. *Appl. Veg. Sci.* 18: 443–455.

Zimmerman, J. K., Pascarella, J. B., & Aide, T. M. (2000). Barriers to forest regeneration in an abandoned pasture in Puerto Rico. *Restoration ecology*, 8(4), 350-360.