

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Gestión

Maestría de Investigación en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo

**Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) y su relación con
la mitigación del cambio climático en los ecosistemas andinos
tropicales**

Raúl Andrés Galeas Sosa

Tutor: Francisco Cuesta

Quito, 2020

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional

	Reconocimiento de créditos de la obra No comercial Sin obras derivadas	
---	---	---

Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Raúl Galeas, autor de la tesis intitulada “Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) y su relación con la mitigación del cambio climático en los ecosistemas andinos tropicales”, mediante el presente documento de constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Cambio Climático, Sustentabilidad y Desarrollo en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo por lo tanto la Universidad, utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en los formatos virtual, electrónico, digital, óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

29 de junio de 2020

Firma: _____

Resumen

La presente tesis presenta un trabajo de investigación que tiene por objeto analizar y evaluar los beneficios en la captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST), a través de la cuantificación de las emisiones y remociones de carbono en los ecosistemas altoandinos en fincas y áreas comunales ubicadas en Carchi, Pichincha y Tungurahua. De esta manera, se investiga las relaciones existentes en la aplicación de las prácticas de MST como estrategia para la mitigación del cambio climático, así como la mejora de la capacidad adaptativa de pequeños productores andinos.

Para el estudio de las prácticas de MST y los beneficios en la remoción de los GEI, se ha levantado información en campo de las fincas y áreas comunales donde se realizó la presente investigación, con la finalidad de tener un panorama general de las actividades que se realizaban en estos territorios inicialmente sin ninguna intervención (escenario inicial), luego con la implementación de las prácticas de MST (escenario de línea base), y posterior a esto las proyecciones a futuro (escenario proyectado) de las áreas intervenidas. Adicionalmente, se estiman los valores que almacenan los reservorios de carbono como la biomasa aérea, necromasa y carbono en el suelo de los ecosistemas y áreas ganaderas alto andinas, para de esta manera generar un análisis que contrasta la implementación de las prácticas de MST con los beneficios en términos de captura de carbono de los reservorios mencionados anteriormente.

Finalmente, los resultados de esta investigación nos permiten cuantificar en toneladas de carbono equivalente, cuáles son los beneficios en la remoción de GEI de la atmosfera, y cuales prácticas fueron las que generaron mayor impacto en alcanzar dichos beneficios.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, carbono equivalente, prácticas de manejo sostenible de la tierra, beneficios, remociones, escenarios

A todas las personas que contribuyen a la conservación del planeta, y que aman la música como su inspiración en la vida.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional para la consecución de este objetivo, ya que supieron comprender el esfuerzo y el tiempo dedicado en esta investigación, especialmente a Andrea Narváez, Emiliano Galeas, Rafaela Galeas, Luís Raúl Galeas, Nelly Sosa y Carolina Galeas. También quisiera agradecer a mi tutor Francisco Cuesta por darme la oportunidad de participar en una investigación que motiva mi necesidad de aprendizaje y de la cual he aprendido mucho en su desarrollo. Agradezco a Eleanor Milne, Mark Easter y Ben Sutton de la Universidad Estatal de Colorado por su soporte técnico en la utilización de las herramientas de la plataforma *Carbon Benefits Project*.

Finalmente, agradezco a la música por haberme inspirado durante todo este proceso.

Tabla de contenidos

Introducción.....	19
Capítulo primero: Problemática, objetivos y marco conceptual de la investigación.....	23
1. Problemática de las áreas agropecuarias, sus dinámicas espaciales y temporales..	23
2. La mitigación en los paisajes altoandinos: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	26
3. Adaptación en sistemas agropecuarios: reducción de vulnerabilidad de los pequeños productores andinos mediante la mejora de resiliencia con la adopción de MST	28
4. Objetivos	32
5. Prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST).....	32
5.1. Cobeneficios derivados de las prácticas de MST: barreras sociales, institucionales y financieras de adopción.....	38
6. El carbono y los reservorios.....	39
6.1. Reservorios de carbono.....	41
6.1.1. Biomasa aérea	41
6.1.2. Biomasa bajo el suelo.....	42
6.1.3. Madera muerta.....	42
6.1.4. Necromasa (hojarasca)	42
6.1.5. Materia Orgánica del Suelo	42
7. Proceso de emisiones y remociones de GEI	43
Capítulo segundo: Metodología, análisis de la información y resultados obtenidos	45
1. Áreas de estudio.....	45
1.1. Áreas de estudio en la provincia de Pichincha.....	45
1.2. Áreas de estudio en la provincia de Carchi	47
1.3. Áreas de estudio en Tungurahua	48
2. Proceso metodológico y uso de la herramienta <i>Carbon Benefits Project</i> (CBP) ...	50
3. Levantamiento de información en las áreas de estudio	53
4. Información de carbono para los ecosistemas y áreas intervenidas.....	55
5. Análisis de los datos para la estimación de las remociones y emisiones de GEI en las áreas de estudio	56

6. Resultados de las relaciones de las prácticas de MST con los beneficios en términos de remociones de GEI.....	58
6.1. Resultados de las relaciones de las prácticas de MST con los beneficios en términos de remociones de GEI para cada una de las áreas de estudio.	60
6.2. Resultados de las remociones y emisiones de Gases de Efecto Invernadero para las áreas de estudio por actividad.....	62
6.3. Resultados de las emisiones y remociones para las áreas de estudio para los Gases de Efecto Invernadero: metano, óxido nitroso y carbono.....	66
7. Las prácticas de MST y su relación con los beneficios en la remoción de GEI para el área de estudio.....	69
7.1. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Carchi	69
7.2. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Tungurahua Frente Norte	71
7.3. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Tungurahua Frente Sur.....	73
7.4. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Pichincha Zona Alta	74
7.5. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Pichincha Zona Baja.....	76
8. Estimación de costos para la implementación de las prácticas de MST.....	78
Capítulo tercero: Discusión y conclusiones	81
1. Beneficios totales de las remociones de GEI en las áreas de estudio de Ecuador y experiencias previas de la implementación de las prácticas de MST y la cuantificación de GEI en la plataforma CBP en otras partes del mundo.	81
2. Discusión de los beneficios de la captura de GEI, debido a la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio.....	83
3. Discusión de las prácticas de MST que tienen mayor incidencia en los beneficios de la remoción de GEI en las áreas de estudio.	86
4. Discusión de costos y beneficios en la remoción de GEI	88
Conclusiones.....	91
Referencias bibliográficas	93

Anexos	103
Anexo 1. Formulario para levantamiento de información de manejo de la cobertura y uso de la finca o área comunitaria.....	103
Anexo 2. Formulario para levantamiento de información de manejo de animales de granja de la finca o área comunitaria	105
Anexo 3. Formularios CBP sistematizados de las áreas de estudio de Carchi, Tungurahua y Pichincha	107
Anexo 4. Reservorios de carbono para bosques montanos, páramos y pastos de las áreas de estudio	151
Anexo 5. Tabla de balances de GEI y variaciones anuales de carbono de las áreas de estudio	154
Anexo 6. Reportes de emisiones y remociones de la plataforma CBP para cada una de las áreas de estudio.....	155

Índice de ilustraciones

Lista de figuras

Figura 1. Contenido de carbono en distintos ecosistemas altoandinos en un gradiente altitudinal.....	41
Figura 2. Principales emisiones y remociones de GEI en ecosistemas manejados	43
Figura 3. Áreas de estudio en la provincia de Pichincha.....	46
Figura 4. Áreas de estudio en la provincia de Carchi.....	48
Figura 5. Áreas de estudio en la provincia de Tungurahua.	50
Figura 6. Escenarios de evaluación de las prácticas de MST y los beneficios en la remoción de GEI.....	52
Figura 7. Esquema metodológico para el procesamiento de la información.....	53
Figura 8. Comparación de los escenarios inicial y proyectado, de los balances totales de GEI para todas las áreas estudiadas en términos de toneladas de carbono equivalente, en un período de implementación de 4 años (2015 - 2019)	59
Figura 9. Comparación de los escenarios inicial y proyectado, de las variaciones anuales para todas las áreas estudiadas en términos de toneladas de carbono equivalente por año	59
Figura 10. Beneficios totales de GEI para las áreas de estudio.....	62
Figura 11. Emisiones y remociones de GEI (expresadas en log10 del valor total de las toneladas de carbono equivalente) por actividad para cada área de estudio	66
Figura 12. Emisiones y remociones para los GEI: metano, óxido nitroso y carbono (expresadas en log10 del valor total de las toneladas de carbono equivalente) para cada área de estudio	69
Figura 13. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Carchi.....	71
Figura 14. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Tungurahua Frente Norte.....	72
Figura 15. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Tungurahua Frente Sur	74
Figura 16. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Pichincha Zona Alta	76

Figura 17. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Pichincha Zona Baja	78
Figura 18. Presupuestos totales destinados para la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio	79
Figura 19. Presupuestos totales destinados para la implementación de las prácticas de MST por hectárea en las áreas de estudio.....	80
Figura 20. Comparación entre los beneficios de la remoción de GEI (t CO ₂ e/ha) y los costos de implementación (USD/ha) de cada práctica en las áreas de estudio.....	88

Lista de tablas

Tabla 1 Prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra, desarrolladas por el WOCAT, el Banco Mundial y TerraAfrica.....	37
Tabla 2 Descripción del área de estudio en Pichincha	45
Tabla 3. Descripción del área de estudio en Carchi	47
Tabla 4. Descripción del área de estudio en Tungurahua.....	49
Tabla 5 Información recopilada en campo a través de formularios para la plataforma CBP	54
Tabla 6 Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Carchi	70
Tabla 7 Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Tungurahua Frente Norte	72
Tabla 8 Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Tungurahua Frente Sur.....	73
Tabla 9 Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Pichincha Zona Alta.....	75
Tabla 10 Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Pichincha Zona Baja	77

Abreviaturas

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use
BAU	Business As Usual
CBP	Carbon Benefits Project
CC	Cambio Climático
CONDESAN	Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
FMMA	Fondo Mundial del Medio Ambiente
GEF	Global Environment Facility
GEI	Gases de Efecto Invernadero
InVEST	Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LDN	Land Degradation Neutrality
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador
MSB	Manejo Sostenible del Bosque
MST	Manejo Sostenible de la Tierra
OEH	Office of Environment and Heritage
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PACC	Proyecto de Adaptación al Cambio Climático
PCA	Potencial de Calentamiento Atmosférico
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PSNP	Productive safety Net Program
UNFPA	United Nations Population Fund
US EPA	United States Environmental Protection Agency
WOCAT	World Overview of Conservation Approaches and Technologies

Introducción

La cordillera de los Andes ha sido ocupada durante milenios, e históricamente, las actividades agropastoriles han sido la influencia dominante en los sistemas ecológicos andinos (Dantas, Figueroa, y Laguens 2014; Etter et al. 2006; Hess 1990). Estas actividades han reducido considerablemente la superficie de la cubierta forestal en el pasado (Josse et al., 2011), y en muchas regiones continúa la deforestación (Armenteras D. et al. 2011; Fjeldså et al. 2005; Hansen et al. 2013; Young K. 1998). La agricultura de subsistencia es una importante actividad agropecuaria en los Andes y esta es vulnerable a los cambios socioeconómicos y climáticos porque a menudo se practica en condiciones marginales y, por consiguiente, dependiendo del contexto socioeconómico, especialmente cuando está ligado a la agroecología, juega un papel importante ya que pueden llevar al abandono y a la recuperación de los bosques secundarios (Aide et al. 2013; Grau y Mitchell 2008).

En la región andina las áreas agropecuarias presentan presiones como la presencia de animales domésticos de pastoreo, tales como: ganado vacuno, caballos, ovejas, alpacas, llamas y vicuñas, que generan un impacto en los ecosistemas andinos dependiendo del tipo de manejo, el número y tipo de animales, y adicionalmente si existen quemadas para mejorar el pasto. Esta carga animal sin ningún tipo de manejo y establecida de manera intensiva puede producir un sobrepastoreo que supera los límites y la capacidad de carga de las zonas ganaderas lo cual está asociado directamente a un manejo precario de las tierras. La intervención humana en los ecosistemas altoandinos del Ecuador es constante e histórica, es difícil encontrar un área de páramo verdaderamente prístina en la región interandina y las únicas áreas de páramo con un buen estado de conservación se encontraban en el lado amazónico de los Andes y en el extremo norte y sur del país, donde aproximadamente las tres cuartas partes de toda el área originalmente cubierta por el páramo en Ecuador ha sido modificada o transformada por actividades humanas (Hofstede R. et al. 2002).

En el caso de Ecuador, según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, las emisiones producidas por el cambio de uso del suelo ocupan el segundo lugar, para el período 1994 - 2012, representan 25,35 por ciento (20.435,49 GtCO₂e) de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones) y el sector agrícola ocupa el tercer lugar con 18,17 por ciento (14648,10 GtCO₂e) de los GEI emitidos a la atmósfera (MAE 2017). Tanto el cambio de uso, como la agricultura

suman el 43,52 por ciento de las emisiones en el país, lo cual alerta el impacto en temas de cambio climático producto del desarrollo de estas actividades productivas, así como la importancia de pensar que a futuro estas emisiones pueden seguir incrementando debido a la exposición de los territorios agropecuarios.

Por otro lado, en los ecosistemas altoandinos existe un almacenamiento de carbono, que constituye un servicio ecosistémico que puede ser considerado como un beneficio en términos ambientales. Este beneficio no se presenta de forma tangible, pero está asociado a otra serie de servicios ecosistémicos que tienen un gran valor para la población que se ubica en los ecosistemas altoandinos. La agricultura se beneficia directamente de los servicios ecosistémicos, como la polinización, el mantenimiento del suelo, la regulación de plagas, la provisión y regulación del agua, y otros procesos fundamentales, estos sistemas agrícolas tienen impactos en la provisión de servicios ecosistémicos y el uso de prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) puede asegurar la continua provisión de servicios ecosistémicos, y el mal manejo puede afectar negativamente esta provisión.

La presente investigación plantea como objetivo general, analizar y evaluar los beneficios en la captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a las prácticas de manejo sostenible de la tierra, a través de la cuantificación de las emisiones y remociones en las fincas y áreas comunales de los ecosistemas altoandinos de las áreas de estudio ubicadas en Carchi, Pichincha y Tungurahua. De esta manera se investiga las relaciones existentes en la aplicación de las prácticas de MST, como estrategia para la mitigación del cambio climático, así como la mejora de la capacidad adaptativa de pequeños productores andinos.

Esta investigación contiene tres capítulos, el primero tiene que ver con el análisis de la problemática de las áreas agropecuarias, sus dinámicas espaciales y temporales; la mitigación en los paisajes altoandinos (reducción de emisiones de GEI); la adaptación en sistemas agropecuarios (reducción de vulnerabilidad de los pequeños productores andinos mediante la mejora de resiliencia con la adopción de MST); y también entrará en profundidad con el marco teórico relacionado con las prácticas de MST y los co-beneficios derivados de las prácticas, barreras sociales, institucionales y financieras de adopción; el carbono y sus reservorios; y los procesos de emisiones y remociones de GEI. En el capítulo dos se detallarán las áreas de estudio, el proceso metodológico que contempla el levantamiento de información, el análisis de datos para la estimación de las remociones y emisiones de GEI, y los resultados de las relaciones de las prácticas de MST

con los beneficios en términos de remociones de GEI, así como la estimación de costos para la implementación de dichas prácticas. Finalmente, en el capítulo tercero, se presentará la discusión y las conclusiones de la presente investigación, sobre todo en lo que refiere a los beneficios totales de las remociones de GEI en las áreas de estudio de Ecuador y experiencias previas de la implementación de las prácticas en otras partes del mundo.

Capítulo primero

Problemática, objetivos y marco conceptual de la investigación

1. Problemática de las áreas agropecuarias, sus dinámicas espaciales y temporales

El sector agropecuario es diverso y está lleno de contrastes; representa una pequeña proporción de la economía mundial pero sigue siendo central para la vida de millones de personas (López A. 2015). Alrededor del 40 por ciento de la superficie terrestre del planeta está ocupada por éste sector, aproximadamente 1.500 millones de hectáreas de tierra son utilizadas para plantar cultivos mientras que 3.500 millones se utilizan para pastoreo (Howden M. et al. 2007; Alston J. y Pardey P. 2014). En 1961 los países más ricos del mundo producían el 44 por ciento de la producción agrícola mundial mientras que los países de la región Asia-Pacífico producían el 24 por ciento. Sin embargo, para el 2011 estas cifras habían cambiado a 25 por ciento y 45 por ciento, respectivamente; en el mismo periodo la producción de América Latina y el Caribe pasó del 9 al 13 por ciento (Alston J. y Pardey P. 2014).

Se espera que los sistemas de producción agrícola produzcan alimentos para una población mundial que alcanzará los 9.000 millones de personas en 2050 (UNFPA 2012), y para América del Sur la cantidad de tierra cultivada aumentará en 50 por ciento para el 2050 y se espera que 70 por ciento de ese aumento provenga de deforestación y transformación de humedales (Barbier 2004), ya que durante la primera mitad de los 90 los habitantes de América Latina deforestaron 5 veces más bosque por persona viviendo en zonas rurales que los africanos y 40 veces más que los asiáticos (Carr, Lopez, y Bilsborrow 2009).

Por otro lado, se hace necesario hablar del sector pecuario a pesar de que no es uno de los principales sectores a nivel mundial, pero su importancia social y política es altamente significativa. Este sector representa el 40 por ciento del producto interno bruto (PIB) agrícola, genera empleo para mil trescientos millones de personas y medios de subsistencia para mil millones de pobres en todo el mundo y los productos derivados de este sistema de producción suministran un tercio del consumo mundial de proteínas (Steinfeld H. et al. 2009). Este sector contribuye a la provisión de carne, leche y otros productos derivados, para lo cual se prevé que la producción mundial de carne se incrementará en más del doble, pasando de 229 millones de toneladas en 1999 a 465

millones de toneladas en 2050, y la producción de leche crecerá de 580 a 1043 millones de toneladas, así como el impacto ambiental por unidad de producción ganadera ha de reducirse a la mitad si se quiere evitar que el nivel de los daños actuales se incremente (Steinfeld H. et al. 2009).

La ganadería es, con gran diferencia, la actividad humana que ocupa una mayor superficie de tierra. El área total dedicada al pastoreo equivale al 26 por ciento de la superficie terrestre libre de glaciares del planeta, mientras que el área destinada a la producción de forrajes representa el 33 por ciento del total de tierra cultivable. En total, a la producción ganadera se destina el 70 por ciento de la superficie agrícola y el 30 por ciento de la superficie terrestre del planeta (Steinfeld H. et al. 2009).

La expansión de la producción ganadera es un factor fundamental en la deforestación, especialmente en América Latina, donde se está produciendo la deforestación más intensa: el 70 por ciento de las tierras de la Amazonia que antes eran bosques hoy han sido convertidas en pastizales y los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante (Steinfeld H. et al. 2009).

Los Andes, donde se localiza la presente investigación, posee algunas de las comunidades biológicas más diversas del mundo, una gran diversidad cultural y agrícola, y sociedades humanas históricas (Veblen, Young, y Orme 2015). La cordillera de los Andes ha sido ocupada durante milenios, e históricamente, las actividades agropastoriles han sido la influencia dominante en los sistemas ecológicos andinos (Dantas, Figueroa, y Laguens 2014; Etter et al. 2006; Hess 1990). Estas actividades han reducido considerablemente la superficie de la cubierta forestal en el pasado (Josse et al., 2011), y en muchas regiones continúa la deforestación (Armenteras D. et al. 2011; Fjeldså et al. 2005; Hansen et al. 2013; Young K. 1998). La agricultura de subsistencia es una importante actividad agropecuaria en los Andes y esta es vulnerable a los cambios socioeconómicos y climáticos porque a menudo se practica en condiciones marginales y, por consiguiente, dependiendo del contexto socioeconómico, especialmente cuando está ligado principalmente a la agroecología, juega un papel importante ya que pueden llevar al abandono y a la recuperación de los bosques secundarios (Aide et al. 2013; Grau y Mitchell 2008).

En la región andina las áreas agropecuarias presentan presiones como la presencia de animales domésticos de pastoreo, tales como: ganado vacuno, caballos, ovejas, alpacas, llamas y vicuñas, que generan un impacto en los ecosistemas andinos dependiendo del tipo de manejo, el número y tipo de animales, y adicionalmente si existen

quemadas para mejorar el pasto. Esta carga animal sin ningún tipo de manejo y establecida de manera intensiva puede producir un sobrepastoreo que supera los límites y la capacidad de carga de las zonas ganaderas lo cual está asociado directamente a un manejo precario de las tierras. Existen también especies nativas que son usadas para pastoreo principalmente en áreas de páramo y puna de los Andes como las vicuñas, llamas y alpacas, que generan un impacto menor siempre que exista un manejo adecuado, de lo contrario pueden convertirse en fuente de presión para la conservación de ecosistemas herbáceos. Los pastos nativos de los páramos no están fisiológicamente adaptados a las pezuñas afiladas y a los patrones de pastoreo de vacas, ovejas y caballos, por lo que su crecimiento y supervivencia se ven comprometidos. Los pastos de páramo tampoco son forraje de alta calidad en comparación a pastos introducidos, por lo que se necesitan áreas más grandes para un mantenimiento adecuado, ya que un forraje mejorado se siembra con mayor frecuencia en elevaciones más bajas, esto motiva a que los agricultores en algunos casos planten especies forrajeras exóticas en el páramo, convirtiendo esas áreas en pastizales (Hofstede 1995; PACC 2014; Almeida M. 2015).

El sobrepastoreo es la amenaza más común para la conservación dentro de los ecosistemas altoandinos, debido a que los incendios a menudo se emplean para estimular el crecimiento de nuevos pastos, y en otros casos la degradación de los suelos y la necesidad de más espacio para el pastoreo hacen que se deforesten áreas de bosque. Aunque los estudios en los Andes han asociado la recuperación de los bosques con la disminución de la población rural y la disminución de las actividades agrícolas (Aide y Grau 2004; Grau y Mitchell 2008), incluido el pastoreo, otros han argumentado que una disminución de la población rural no necesariamente conduce a la recuperación de los bosques (C. L. Gray 2009; Radel, Schmook, y Chowdhury 2010). En cambio, la disminución de la mano de obra local puede compensarse pasando de la agricultura intensiva en mano de obra al pastoreo, la agricultura de altos insumos, la minería o el establecimiento de plantaciones de árboles, así como la mecanización agrícola en los sitios andinos de baja y media elevación (Zimmerer y Vanek 2016). Además, el pastoreo podría expandirse, reduciendo la cobertura boscosa, si los incendios se utilizan con mayor frecuencia como respuesta a una disminución en la disponibilidad de mano de obra (Carilla y Grau 2010). La cubierta forestal también podría disminuir si la agricultura se desplaza a mayores alturas debido al aumento de las temperaturas (Tito, Vasconcelos, y Feeley 2018), o debido a la creciente demanda de productos agrícolas, como se observa en el Macizo del Sudeste Asiático (Zeng, Gower, y Wood 2018).

La intervención humana en los ecosistemas altoandinos del Ecuador es constante e histórica, es difícil encontrar un área de páramo verdaderamente prístina en la región interandina y las únicas áreas de páramo con un buen estado de conservación se encontraban en el lado amazónico de los Andes y en el extremo norte y sur del país, donde aproximadamente las tres cuartas partes de toda el área originalmente cubierta por el páramo en Ecuador ha sido modificada o transformada por actividades humanas (Hofstede R. et al. 2002). En Ecuador, debido al rápido aumento de la población rural, especialmente después de la reforma agraria de los años sesenta, gran parte de la zona del páramo está degradada, principalmente en su límite inferior que está en contacto directo con las actividades productivas, como por ejemplo: el pastoreo excesivo, el fuego o el cultivo (Podwojewski et al. 2002).

Después de la redistribución de la tierra en el Ecuador, entre 1977 y 1989 el área de tierra cultivada aumentó 3,8 veces en zonas por encima de 3600 m.s.n.m. (Podwojewski et al. 2002). Al mismo tiempo, la población local se duplicó, lo que sugiere una disminución de la productividad, lo que llevó a un aumento del área total de pastoreo para mantener el nivel de ingresos (De Noni G. y Viennot M. 1993). La principal consecuencia de esta presión de la tierra es que el área por encima de los 3600 m.s.n.m. disponible para el pastoreo está disminuyendo mientras que la población está aumentando. Este uso de la tierra reduce el reciclaje de la materia orgánica y la frecuencia de los vehículos todoterreno contribuyen a la degradación, compactación del suelo y la destrucción de la vegetación local que favorece la escorrentía y la canalización (Pérez 1991).

2. La mitigación en los paisajes altoandinos: reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

El avance de la frontera agropecuaria y la intensificación agrícola puede tener fuertes efectos negativos en el medio ambiente tales como la pérdida o degradación de suelos y la pérdida de bosques y otros hábitats naturales (López A. 2015). Por otro lado, el sector agropecuario también puede contribuir a la mitigación de emisiones mediante el uso de prácticas agronómicas que ayuden a incrementar el secuestro y retención de carbono en el suelo (López A. 2015).

Alrededor del 38 por ciento de las emisiones anuales directas del sector agrícola mundial se derivan del uso de fertilizantes (2,1 Gt CO₂e), seguido de la fermentación

entérica (32 por ciento, 1,8 Gt CO₂e), la quema de biomasa (12 por ciento, 0,7 Gt CO₂e), el arroz con cáscara (11 por ciento, 0,6 Gt CO₂e). y manejo de estiércol (7 por ciento, 0,4 Gt CO₂e). Emisiones de la producción de fertilizantes, no contabilizadas en emisiones directas de la agricultura, son también del orden del 7 por ciento. si se compara con estas emisiones directas.

A nivel mundial el sector agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU por sus siglas en inglés) es responsable de un cuarto (~10 – 12 GtCO₂eq/año) de las emisiones antropogénicas, principalmente por la deforestación, emisiones producidas por el ganado, y el manejo del suelo y nutrientes. También la degradación de los bosques y la quema de la biomasa (incendios forestales y quemas agrícolas), representan una buena porción de las emisiones (Smith et al. 2014). Pero no todas las emisiones son solo de CO₂, ya que el resto de GEI producto de la agricultura aportan a nivel mundial entre 5,2 – 5,8 GtCO₂e/año, según estimaciones presentadas para el año 2010 (FAOSTAT 2013; Tubiello et al. 2013). Según las proyecciones para el futuro, se estima que con esfuerzos de mitigación consistentes se puede reducir de 7,18 a 10,6 GtCO₂e/año en el sector AFOLU para el 2030 en todo el planeta (Smith et al. 2014). Una reducción que puede ser importante, pero muy ideal, ya que prácticamente debería generar un cambio drástico en el manejo de este sector, lo que implica la mejora sustancial de las políticas y la gestión directa en territorio

El 18 por ciento de todas las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero en el mundo son causadas por el sector ganadero si se evalúan de una manera amplia, pero si se consideran únicamente las emisiones directas de estiércol del ganado, la proporción es de alrededor del 5 por ciento. El ganado en general, es una fuente importante de emisiones, ya que la producción de alimentos suele estar asociada a las emisiones de dióxido de carbono derivadas de la deforestación a gran escala y a las correspondientes pérdidas de biomasa y de carbono en el suelo, por ejemplo, para la producción de soja y maíz (Muller A., Jawtusch J., y Gattinger A. 2011). Además del cambio de uso de la tierra, el CO₂ también se libera a partir del uso de combustibles fósiles para el riego, la maquinaria agrícola y la calefacción de invernaderos. Esto corresponde a alrededor del 10 por ciento de emisiones agrícolas directas, aunque no se contabilizan en el sector agrícola según la categorización del IPCC (Bellarby, Foereid, y Hastings 2008).

El total de las emisiones agrícolas mundiales, para las cuales se cuentan las emisiones agrícolas directas más la producción de insumos y el uso de energía, pero que

no toman en cuenta el cambio en el uso de la tierra, está compuesto por alrededor del 41 por ciento de óxido nitroso, el 49 por ciento de metano y el 10 por ciento de dióxido de carbono (Bellarby, Foereid, y Hastings 2008). En relación con las emisiones globales totales de cada uno de estos gases, el sector agrícola causa alrededor del 50 por ciento de las emisiones de metano y el 60 por ciento de las emisiones de óxido nitroso en todo el mundo (Smith P. et al. 2008). Con respecto a las emisiones antropogénicas totales de gases de efecto invernadero, el metano representa alrededor del 15 por ciento, y el óxido nitroso alrededor del 8 por ciento de las emisiones totales (US-EPA 2006). Esta contribución importante a la atmosfera principalmente se centra en los países del sur global, donde las principales actividades productivas se centran en la ganadería y la agricultura, lo cual genera una vulnerabilidad alta frente al cambio climático (CC). La emisión de GEI muchas veces se da por procesos naturales, pero la gran mayoría corresponden a emisiones antropogénicas.

En el caso de Ecuador, según el mapa de cobertura y uso del suelo del año 2016, las tierras agropecuarias ocupan aproximadamente 8'933.864 ha (MAE 2016), lo cual representa el 36 por ciento de la superficie del territorio continental. Según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, las emisiones producidas por el cambio de uso del suelo ocupan el segundo lugar, para el período 1994 - 2012, representan 25,35 por ciento (20435,49 GtCO₂e) de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones) y el sector agrícola ocupa el tercer lugar con 18,17 por ciento (14648,10 GtCO₂e) de los GEI emitidos a la atmósfera (MAE 2017). Tanto el cambio de uso, como la agricultura suman el 43,52 por ciento de las emisiones en el país, lo cual alerta el impacto en el cambio climático producto del desarrollo de estas actividades productivas, así como la importancia de pensar que a futuro estas emisiones pueden seguir incrementando debido a la exposición de los territorios agropecuarios.

3. Adaptación en sistemas agropecuarios: reducción de vulnerabilidad de los pequeños productores andinos mediante la mejora de resiliencia con la adopción de MST

El cambio climático global representa una gran amenaza para la agricultura sostenible en los Andes. En paisajes agropecuarios donde existen comunidades ancestrales aún se aplican prácticas tradicionales que han utilizado los conocimientos ecológicos locales y los intrincados sistemas de producción para adaptarse, reorganizarse

y para hacer frente a la incertidumbre de los riesgos climáticos, que siempre han estado presentes en su vida diaria. Esos sistemas tradicionales suelen ser muy resistentes, pero los efectos, las tasas y la variabilidad previstos del cambio climático pueden empujarlos más allá de su capacidad de adaptación (Perez et al. 2010).

El cambio climático representa una de las amenazas actuales para la agricultura sostenible en los Andes. Las tendencias y pronósticos sugieren que las presiones relacionadas con el clima aumentarán en los Andes debido al cambio climático, lo que exigirá modificaciones en el uso de la tierra, los sistemas de producción, los sistemas de conocimiento indígenas, los mecanismos de adaptación y las estrategias de subsistencia (IPCC 2007; Urrutia y Vuille 2009). El cambio climático generará mayores incertidumbres y variaciones climáticas año tras año, debido a esto es probable que aumente la frecuencia de los eventos extremos (Hulme N. y Shead N. 1999), que sea más fuerte a grandes altitudes que en las zonas más bajas (Foster 2001), y que implique pérdidas que no podrían distribuirse equitativamente entre las familias y, por lo tanto, estar aseguradas mediante la cooperación (Crespeigne, Olivera, y Ccanto 2010).

La adaptación tiene lugar generalmente en los niveles micro y macro: los agricultores introducen prácticas a nivel local, y los principales factores que influyen en su difusión son las variaciones climáticas estacionales, el sistema de producción agrícola y otros factores socioeconómicos; el gobierno, las ONG o las empresas privadas introducen prácticas a nivel nacional, y los cambios a largo plazo en las condiciones climáticas, de mercado y de otro tipo influyen en su establecimiento (Nhemachena C. y Hassan R. 2007). En la agricultura, la adaptación es evolutiva y se produce en el contexto de fuerzas climáticas, económicas, tecnológicas, sociales y políticas que son difíciles de aislar, y la mayoría de las prácticas de adaptación tienen múltiples propósitos y están fuertemente interrelacionadas (Smit y Skinner 2002; Adger W. et al. 2007).

Con el incremento de la temperatura debido al cambio climático, el límite altitudinal superior de la agricultura de altura también ha aumentado significativamente en los últimos 50 años, se espera que esta tendencia continúe a lo largo del siglo, llevando a que las actividades agropecuarias se desplacen al menos 500 metros en altitud, con el aumento de las temperaturas, la superficie de cultivos y especies animales adaptada a las zonas climáticas más frías a gran altitud está disminuyendo (Perez et al. 2010), lo cual representa un avance de la frontera agrícola en altitud debido al incremento de la temperatura, reduciendo la superficie que cubren los páramos y por ende los servicios que ecosistémicos que proporciona este ecosistema.

El riesgo para las comunidades andinas en el corto plazo no está tan relacionado con la reducción de la disponibilidad de agua en general, sino que está vinculado a un cambio en la distribución estacional y la regularidad del suministro de agua, con el aumento de las lluvias torrenciales durante la estación húmeda y una disminución de los caudales mínimos durante la estación seca. Esto tiene consecuencias importantes para la erosión del suelo, así como para la calidad del agua y la disponibilidad para el consumo doméstico y la agricultura (Perez et al. 2010).

Los efectos del cambio climático debido a lluvias más intensas, el retroceso de los glaciares, el avance de la frontera agrícola y la intensificación de la agricultura harán que los sistemas agrícolas sean más vulnerables a la erosión del suelo, que ya es una amenaza dominante para los medios de vida agrícolas de las comunidades andinas. La erosión medida y modelada es tan variada como los ecosistemas de la región, con tasas por debajo de 5 Mg/ha/año en páramos perennes y pastizales esteparios en las elevaciones más altas, con pérdidas en la agricultura en laderas entre 10 y 100 Mg/ha/año, y extremos desastrosos por encima de 150 Mg/ha/año para laderas escarpadas en las que se ha hecho poco esfuerzo en el establecimiento de prácticas de manejo o en la modificación de laderas (De Noni y Trujillo 1986; Romero 2005; Sims et al. 1999; Vis 1991). En las zonas más secas de los Andes, los pastizales vulnerables y sobreexplotados, muchos de ellos en zonas ecológicas propensas a la erosión, proporcionan forraje para el ganado y estiércol para las zonas de cultivo. Si los eventos de altas precipitaciones aumentan en intensidad debido al cambio climático, todos los modelos de erosión del suelo predicen que el cambio climático aumentaría la erosión en las áreas cultivadas y también en estos pastizales (Perez et al. 2010).

Antiguos arreglos macro-organizativos como el acceso vertical a múltiples zonas ecológicas a diferentes niveles de altitud (Murra J. 1975), la domesticación de cultivos resistentes (papa, quinua, altramuces) y animales (camélidos), y la tecnología de producción (es decir, cultivos múltiples, sistemas rotativos, leguminosas para la intensificación del barbecho, sistemas de labranza baja, terrazas) se desarrollaron en los Andes para hacer frente a la variabilidad climática inherente y hacer un uso óptimo de nichos ecológicos. Muchas de estas prácticas se siguen utilizando, aunque a escalas locales (Mayer E. 2002; Zimmerer 1997). Además, los agricultores utilizan estrategias de reducción de riesgos climáticos a nivel del hogar y de la comunidad, esto incluye intercalar muchas variedades en los mismos campos; mantener tantas parcelas como sea posible en diferentes zonas para maximizar la altitud, la exposición al sol y los diferentes

niveles de fertilidad del suelo; jugar con las fechas de siembra y las variedades de cultivos para adaptarse a los cambiantes patrones de precipitaciones; combinar la producción agrícola y ganadera, y aprovechar el procesamiento de alimentos establecido desde hace mucho tiempo (cultivos de papas, ocas, etc) (Regalsky P. y Hosse T. 2009).

Los cambios en la gestión agrícola incluyen una amplia gama de ajustes en el uso de la tierra y en las estrategias de subsistencia que van más allá de las prácticas agrícolas habituales disponibles para hacer frente a las condiciones biofísicas y socioeconómicas constantemente variables. Por otro lado, ante el aumento de la variabilidad del clima y los cambios graduales en las condiciones de vida de los habitantes de la región, los agricultores se han visto en la necesidad de reevaluar los cultivos y las variedades que cultivan, y pueden considerar la posibilidad de pasar de la agricultura a la ganadería (lo que puede servir como un seguro comercial en épocas de dificultades), introduciendo diferentes razas de ganado que son más resistentes a la sequía (Below et al. 2010).

Si bien es cierto, el almacenamiento de carbono constituye un servicio ecosistémico que puede ser considerado como un beneficio en términos ambientales. Este beneficio no se presenta de forma tangible, pero está asociado a otra serie de servicios ecosistémicos que tienen un gran valor para la población que se ubica en los ecosistemas altoandinos. La agricultura se beneficia directamente de los servicios ecosistémicos, como la polinización, el mantenimiento del suelo, la regulación de plagas, la provisión y regulación del agua, y otros procesos fundamentales, estos sistemas agrícolas tienen impactos en la provisión de servicios ecosistémicos y el uso de prácticas de MST puede asegurar la continua provisión de servicios ecosistémicos, y el mal manejo puede afectar negativamente esta provisión. Las prácticas de MST propician que la agricultura provea servicios ecosistémicos de buena calidad a otros sistemas e individuos. El cambio climático tiene consecuencias en las funciones fundamentales de los ecosistemas para la agricultura, tales como la provisión del agua, la regulación de plagas, y el amortiguamiento de eventos extremos, por lo que es un reto promover el uso de buenas prácticas que ayuden a los agroecosistemas de los pequeños productores a reforzar la resistencia y reducir los aspectos que los hacen vulnerables. De esta manera, se hace importante tomar acciones para mejorar o restaurar los agroecosistemas, al mismo tiempo que se realizan prácticas que ayuden en la adaptación al cambio climático y en el mantenimiento de los servicios vitales para la agricultura (Martínez M.R. et al. 2017).

4. Objetivos

La presente investigación plantea como objetivo general, analizar y evaluar los beneficios en la captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debido a las prácticas de manejo sostenible de la tierra, a través de la cuantificación de las emisiones y remociones en las fincas y áreas comunales de los ecosistemas altoandinos de las áreas de estudio ubicadas en Carchi, Pichincha y Tungurahua. De esta manera se investiga las relaciones existentes en la aplicación de las prácticas de manejo sostenible de la Tierra (MST) como estrategia para la mitigación del cambio climático, así como la mejora de la capacidad adaptativa de pequeños productores andinos.

En lo que respecta a los objetivos específicos se busca 1) evaluar la dinámica del paisaje productivo en lo que respecta a los beneficios de la captura de GEI, debido a la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio, 2) determinar cuáles prácticas de MST tienen mayores beneficios en la captura de GEI en las áreas de estudio, y 3) evaluar los costos asociados a la implementación de las prácticas de MST y cuál es su relación con los beneficios en la reducción de emisiones de GEI en las áreas de estudio.

5. Prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST)

La producción agrícola y las condiciones de la tierra se ven afectadas por el ordenamiento territorial, incluidas las decisiones adoptadas por los hogares agrícolas y las decisiones colectivas adoptadas por grupos de agricultores y comunidades (Pender, Place, y Ehui 2006). En este sentido el manejo de la tierra tiene una amplia gama de actividades que pueden ser implementadas en el territorio y su influencia puede tener diferentes magnitudes, pues pueden ser implementadas desde una familia, hasta llegar a una agroindustria, y de igual manera estas actividades pueden generar impactos negativos en las áreas naturales, así como mantener cierto equilibrio e involucrar temas de conservación que tomen en cuenta los recursos naturales presentes en estos paisajes, así como propender a una producción más eficiente y sostenible.

En la agricultura convencional, la labranza del suelo es considerada una de las operaciones más importantes para crear una estructura favorable del suelo, preparar el lecho de las semillas y controlar las malezas. Pero los implementos mecánicos, especialmente aquellos arrastrados por tractores destruyen la estructura del suelo al reducir el tamaño de los agregados; actualmente, los métodos de labranza convencional

son la mayor causa de pérdida del suelo y de desertificación en muchos países en desarrollo (FAO 2002).

Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) se definen como "la combinación de tecnologías, políticas y actividades destinadas a integrar los principios socioeconómicos con las preocupaciones medioambientales para mantener o mejorar simultáneamente la producción, reducir el nivel de riesgo de producción, proteger el potencial de los recursos naturales y prevenir la degradación del suelo y del agua, ser económicamente viables y ser sociables aceptables" (TerrAfrica 2004). También se pueden citar otros conceptos, con la finalidad de entender de mejor manera lo que representan estas actividades, de esta manera las prácticas de MST son la base de la agricultura sostenible y un componente estratégico del desarrollo sostenible, la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la salud de los ecosistemas y pueden definirse como "el uso de los recursos de la tierra, incluidos los suelos, el agua, los animales y las plantas, para la producción de bienes destinados a satisfacer las cambiantes necesidades humanas, asegurando al mismo tiempo el potencial productivo a largo plazo de esos recursos y el mantenimiento de sus funciones ambientales" (United Nations 1992). Las prácticas de MST también se definen como un procedimiento basado en el conocimiento, que ayuda a integrar la gestión de la tierra, el agua, la biodiversidad y el medio ambiente, incluidas las externalidades de los insumos y los productos, para satisfacer la creciente demanda de alimentos y fibras, al tiempo que se mantienen los servicios de los ecosistemas y los medios de subsistencia (World Bank 2006).

Otro concepto clave que sustenta las prácticas de MST es el del potencial de la tierra (Orr B. et al. 2017), también conocido como capacidad de la tierra en algunas regiones (OEH 2012; J. M. Gray, Chapman, y Murphy 2015; Murphy 2017). El potencial de la tierra refleja dos aspectos fundamentales e independientes: la capacidad de proporcionar servicios de los ecosistemas, incluyendo alimentos, agua, fibra, y la resiliencia de la tierra a los impactos de las prácticas de gestión y su susceptibilidad a la degradación, incluyendo la resiliencia al cambio climático (FAO 1976; 2007; Dent y Young 1981; OEH 2012; J. M. Gray, Chapman, y Murphy 2015; Orr B. et al. 2017). Es posible que un suelo tenga una baja capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos, pero una baja susceptibilidad a la degradación de la tierra. Alternativamente, un suelo puede tener una alta capacidad para proporcionar servicios ecosistémicos y una alta susceptibilidad a la degradación de la tierra. No existe una relación simple entre la

capacidad de proporcionar servicios de los ecosistemas y las propiedades del suelo relacionadas con la degradación del suelo (Palm et al. 2007).

Teniendo esto en mente, se hace importante combinar las prácticas de MST con la dinámica de cambio de uso del suelo existente en los ecosistemas altoandinos y es aquí donde se centra la investigación del presente trabajo, pues se quiere conocer si estas actividades tienen un impacto en los reservorios de carbono y la remoción de GEI, así como cuantificar ese impacto para conocer si es positivo o negativo (remociones o emisiones). Las transformaciones para aumentar la capacidad productiva y la estabilidad de los pequeños agricultores son una necesidad urgente, donde se busca identificar tecnologías y prácticas más apropiadas, debido a esto se hace necesario la construcción de conocimiento que apoye esta tarea (Branca et al. 2013). Partiendo de este hecho es importante tomar en cuenta que el crecimiento poblacional que enfrentará el planeta en el futuro va a necesitar una producción de alimentos que va a intensificar el uso del suelo en todos los continentes del planeta tierra.

El sector AFOLU tiene un importante potencial de mitigación mediante el incremento de las reservas de carbono en la biomasa y el suelo y la reducción de las emisiones de GEI. Adicionalmente, y lo que es más importante, el sector AFOLU es fundamental para garantizar la seguridad de los medios de subsistencia y la soberanía alimentaria, así como para mantener la integridad de los ecosistemas (Sanz et al. 2017). El grave impacto del sobrepastoreo en las tierras altas andinas, ha provocado que se realicen esfuerzos para proporcionar información que permita mejorar las prácticas de uso de la tierra para reducir el sobrepastoreo en los ecosistemas de estas zonas (Hofstede 1995; PACC 2014; Almeida M. 2015). Las prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) juegan un importante papel ya que proponen la implementación de acciones que generan transformaciones en el manejo de las tierras agropecuarias evitando conflictos en el territorio donde el uso intensivo de estas áreas erosionan los suelos degradando las tierras hasta el punto de necesitar nuevas áreas productivas, convirtiendo áreas con vegetación natural (bosques, páramos, etc) a áreas productivas, generando procesos de deforestación y un uso intensivo de los recursos naturales, que a la larga tienen impacto en los servicios ecosistémicos de las áreas naturales y que también son palpados por la población que depende de los mismos y buscan cambiar sus prácticas por alternativas más sostenibles que guardan mayor relación con lo natural y a su vez mejoran su calidad de vida. Las prácticas de MST pueden proteger los reservorios existentes de carbono y

garantizar la resiliencia del secuestro de carbono en los suelos agrícolas (Carillo y Maietta 2012).

La búsqueda de tecnologías y prácticas debe apuntar a un manejo sostenible de las tierras que guarde armonía con las áreas naturales, que sea más eficiente y que busque alternativas para las comunidades que viven de la agricultura y la ganadería. Con este antecedente, se hace importante mencionar que los hogares agrícolas toman decisiones sobre el uso de la tierra, los tipos de cultivos que se van a plantar, la cantidad de mano de obra que se va a utilizar, y los tipos y cantidades de insumos, inversiones y prácticas agronómicas que se van a utilizar para conservar el suelo y el agua, mejorar la fertilidad de los suelos, reducir las pérdidas de plagas, y así sucesivamente. Las comunidades también pueden influir en la gestión de la tierra a través de sus decisiones colectivas, pueden hacer inversiones en tierras comunales (control de la erosión en tierras degradadas, plantación de árboles) o en tierras privadas (inversiones de drenaje como parte de los esfuerzos de conservación y manejo de cuencas hidrográficas) o regular el uso de tierras comunales (restricciones en el uso de áreas de pastoreo) o privadas (por ejemplo, reglamentos que limitan la quema o tala de árboles). Estos hogares y las decisiones colectivas afectan a la producción agrícola y a los ingresos actuales y afectan a la condición de los recursos de la tierra, influyendo de este modo en el potencial futuro de la producción y los ingresos agrícolas (Pender, Place, y Ehui 2006).

Las medidas de adaptación al riesgo climático deben centrarse en reducir las pérdidas por erosión del suelo, aumentar el acceso al riego para amortiguar las sequías a corto plazo y mejorar las funciones del suelo para conservar el agua y los nutrientes disponibles para los cultivos. Las tecnologías disponibles incluyen: medidas físicas de conservación del suelo (plantación de contornos, barreras y terrazas), labranza de conservación y mejora de la gestión de residuos de cultivos, cobertura de cultivos agrícolas y aumento de mejoras orgánicas mediante la incorporación de estiércol animal y compostaje, recolección de agua y microirrigación, y la siembra de plantas alternativas para los períodos de barbecho (Perez et al. 2010).

Los cambios en la tecnología incluyen, por ejemplo, el desarrollo de nuevas variedades de cultivos o la mejora de los sistemas de información climática. Éstos se introducen típicamente a través de programas de investigación a nivel macro emprendidos o patrocinados por organizaciones gubernamentales o no gubernamentales y empresas privadas. Sin embargo, los estudiosos del comportamiento innovador de los agricultores

señalan que los productores agrícolas también desempeñan un papel decisivo en el desarrollo de nuevas tecnologías (Doppler 2000).

Las dimensiones de trabajo que involucran a las prácticas de MST generan grandes beneficios desde una perspectiva de conservación, así como desde un punto de vista productivo, ya que ofrecen una gama de actividades que mejoran y hacen más eficientes a las áreas productivas disminuyendo las presiones en las áreas naturales e inclusive protegiendo a la vegetación natural o restaurando sus funciones ecosistémicas. El hecho de vincular esta actividad con los GEI nos permite cuantificar beneficios, que contribuyan a conocer si los procesos establecidos en territorio son efectivos y por ende aportan a proveer medios de subsistencia, así como el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Además del potencial de mitigación relacionado con la reducción de las emisiones derivadas de los cambios en el uso de la tierra, y la silvicultura (AFOLU), las prácticas de MST aportan una contribución pertinente mediante la conservación y la mejora de los sumideros de carbono (por ejemplo, la gestión de las tierras de cultivo, la gestión de las tierras de pastoreo, la gestión de los bosques y la expansión de los bosques) y mediante el suministro de energía y materiales renovables (Sanz et al. 2017). La mitigación de GEI también tiene un impacto en los medios de subsistencia locales, especialmente en la adopción de prácticas de MST, por un lado, el incremento de los contenidos de carbono se traduce también en la mejora de otros servicios ecosistémicos, especialmente los relacionados con la provisión de agua. Las prácticas que agregan materia orgánica al suelo, ya sea a través de estiércol animal, compost, hojarasca, cultivos de cobertura, rotación de cultivos que aportan grandes cantidades de residuos, etc, son clave para garantizar la resiliencia de los sistemas agrícolas. Estas prácticas mejoran la capacidad de retención de agua del suelo, haciéndolo más resistente a las sequías, mejorando su capacidad de infiltración y evitando la escorrentía durante lluvias intensas. La materia orgánica también mejora la agregación de suelo superficial, sujetando firmemente las partículas durante lluvias o tormentas o vientos fuertes. Además generalmente contienen microorganismos importantes para la interacción planta-agua y nutrientes, aumentando la resistencia a la sequía y el rendimiento, permitiendo el uso más eficiente del agua (Martínez M.R. et al. 2017).

Los principios, tecnologías y estrategias en temas de MST, han sido desarrolladas por varias instituciones a nivel mundial. Instituciones como el WOCAT (World Overview of Conservation Approaches and Technologies), el Banco Mundial y TerraAfrica han

compilado y detallado las principales prácticas, las mismas que se detallan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1
Prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra, desarrolladas por el WOCAT, el Banco Mundial y TerraAfrica

Fuente	Criterios
Libro de consulta del Manejo Sostenible de la Tierra del Banco Mundial Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. 2008	<p>Principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acumulación de materia orgánica del suelo y actividad biológica relacionada - Gestión integrada de la nutrición vegetal - Mejora en la gestión de los cultivos - Mejora en la gestión de las aguas pluviales - Mejora de la profundidad y permeabilidad de las raíces del suelo - Recuperación <p>Estrategias:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensificación sostenible (que incorpore principios agroecológicos) de los patrones de producción agrícola existentes mediante un mayor uso de insumos o de insumos de mejor calidad. - Diversificar la producción, haciendo hincapié en una mayor orientación al mercado y en el valor añadido, lo que implica un cambio hacia nuevos productos, generalmente de mayor valor. - Aumentar el tamaño de las explotaciones (una opción limitada a unas pocas zonas en las que todavía se dispone de recursos adicionales de tierras). - Aumentar los ingresos no agrícolas para complementar las actividades agrícolas y proporcionar financiación para el uso de insumos adicionales. - Abandonar la agricultura, en muchos casos mediante la migración desde las zonas rurales. <p>Tecnologías:</p> <p>Mejora de las variedades vegetales; prácticas de cultivo de conservación; labranza mínima; agricultura ecológica: Manejo integrado de plagas; agricultura de precisión; uso de fertilizantes.</p>
WOCAT Donde la tierra es más verde Wocat.net	<ul style="list-style-type: none"> - Las tecnologías del MST son medidas agronómicas, vegetativas, estructurales y de gestión que controlan la degradación de las tierras y aumentan la productividad sobre el terreno. - Los enfoques del MST son formas y medios de apoyo que ayudan a introducir, implementar, adaptar y aplicar tecnologías de MST en el campo.
TERRAFRICA http://www.terrafrica.org/sustainable-and-management-platform/	<p>Principios:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Enfoques participativos e impulsados por los usuarios de la tierra - Uso integrado de los recursos naturales a nivel de ecosistemas y sistemas agrícolas - Participación de múltiples niveles y de partes interesadas - Apoyo político e institucional específico <p>Las tecnologías de MST tienen por objeto aumentar la productividad, mejorar los medios de subsistencia y mejorar los ecosistemas se agrupan en ocho categorías generales: Manejo Integrado de la Fertilidad del Suelo; Conservación Agricultura; Barreras transversales; Recolección de agua de lluvia; Riego de pequeños agricultores; Agroforestería; Silvicultura sostenible; gestión de pastizales y pastizales.</p>

Fuente: Sanz et al. (2017)

Elaboración: Sanz et al. (2017)

Estas tecnologías de ordenación sostenible de las tierras pueden evitar, reducir y/o invertir la degradación de las tierras y la desertificación en diferentes grados, y en muchos casos, también corresponden a opciones amplias de mitigación del lado de la oferta (Smith P. et al. 2014), y a opciones de adaptación al cambio climático sugeridas por el IPCC (IPCC y Field 2017).

5.1. Cobeneficios derivados de las prácticas de MST: barreras sociales, institucionales y financieras de adopción

Los costes y beneficios del Manejo Sostenible de la Tierra (MST) desempeñan un papel crucial en la adopción y difusión de las prácticas. Pero la información económica sobre las prácticas de MST es a menudo muy difícil de recopilar y por lo general es difícil de cuantificar, ya sea que provenga de los actores locales o de los expertos del proyecto. Además, los costos y beneficios de tecnologías varían significativamente dependiendo del contexto económico, social y biofísico. Sin embargo, los donantes siempre están pendientes acerca de los beneficios y costos de los programas de inversión en la gestión de la tierra (Giger et al. 2015). Esto nos deja ver la dificultad se la estimación de beneficios y costos, pues no siempre se hace fácil medir estas variables y muchas veces requieren métodos complejos que afectan su cálculo.

A menudo, las tecnologías de MST entrañan costos adicionales, especialmente durante la fase de establecimiento, esto constituye una barrera difícil de superar que impide la adopción de las prácticas. La estabilidad de las condiciones económicas y la seguridad de la tenencia de la tierra son algunas de las condiciones marco importantes, también pueden ser necesarios mecanismos innovadores para apoyar la adopción de tecnologías de MST. Los usuarios de la tierra dan gran importancia a los beneficios relacionados con la producción, pero los beneficios sociales y ambientales también son importantes y, en última instancia, pueden ofrecer a la sociedad beneficios económicos adicionales (como la conservación del agua y la biodiversidad, la seguridad alimentaria, etc.). Los encargados de la formulación de políticas en materia de MST deberían hacer uso de evaluaciones holísticas de las tecnologías para tener en cuenta esas sinergias (Giger et al. 2015).

También existen prácticas de MST que se consideran no beneficiosas desde el punto de vista de los propietarios de la tierra en el corto plazo, ya que implican costos considerables. Por lo tanto, es necesario superar un período de inversión con beneficios netos reducidos. Muchas de estas tecnologías se han adoptado sin apoyo externo, y los costes de establecimiento han sido cubiertos en su totalidad por los agricultores. Pero tales inversiones requieren condiciones económicas estables y derechos de propiedad de la tierra y de tenencia seguros, para permitir su adopción gradual. Sin embargo, el apoyo a las inversiones de los propietarios de la tierra puede ser necesario en muchos casos, y este

apoyo podría estar justificado por los importantes beneficios externos que pueden generar las prácticas de MST.

Los propietarios de la tierra están aplicando prácticas de MST porque están convencidos de sus beneficios, aunque la importancia exacta a menudo no puede expresarse en términos monetarios. Los beneficios, sin embargo, no son sólo beneficios monetarios, sino que incluyen otras dimensiones. Las consideraciones relativas al bienestar, los medios de subsistencia y el ambiente se han citado tan a menudo como la rentabilidad y el aumento de la producción. Muchas tecnologías tienen costos de inversión bastante altos, pero aun así son capaces de generar beneficios que se perciben como positivo o incluso muy positivo (Giger et al. 2015).

6. El carbono y los reservorios

El dióxido de carbono (CO₂) es un importante agente atmosférico, al que asignamos la responsabilidad del efecto invernadero, que mantiene el calor en la atmósfera, y por tanto, se le estima como responsable del actual cambio climático antropogénico. El dióxido de carbono liberado en las actividades humanas, como la deforestación, la combustión de carbón, o la quema de combustibles fósiles, se ha añadido a los procesos naturales habituales, como la respiración, la fotosíntesis, y las erupciones volcánicas. (Barceló G. 2019).

A pesar de la importancia global de los ecosistemas altoandinos por su enorme potencial para el secuestro de carbono y por albergar una biodiversidad excepcionalmente singular, existen vacíos de conocimiento elementales que limitan la posibilidad de evaluar el grado de sensibilidad de estos ambientes a los cambios de uso de la tierra y el calentamiento global, en particular sobre la dinámica del ciclo del carbono. Uno de los principales insumos requeridos para llenar estos vacíos de conocimiento es contar con metodologías sólidas que incorporen estándares internacionales, permitan monitorear la dinámica a largo plazo del carbono en estos ecosistemas y que, por su diseño costo-efectivo puedan replicarse en diferentes sitios a lo largo de la Cordillera de los Andes. La estandarización de protocolos de campo es un aspecto primordial para llegar a una comparación efectiva entre sitios y facilitar la síntesis de datos y la posterior construcción de un modelo regional de estimación de contenidos y flujos de carbono en los ecosistemas altoandinos (Calderon M. et al. 2013).

A pesar de que el conocimiento de la dinámica de carbono en los ecosistemas altoandinos es aún limitado (Gibbon A. et al. 2010), los pocos estudios realizados estiman que los ecosistemas andinos son reservorios importantes de carbono. Se estima que los bosques montanos contienen entre 40–80 t C / ha en biomasa aérea y 130–240 t C / ha en suelo, mientras que el pajonal de paramo contiene hasta 20 t C /ha en biomasa aérea, 200 t C / ha en los primeros decímetros de suelo con una tasa de acumulación anual de hasta 12 g/ m²/año y hasta 1700 t C/ ha en los dos primeros metros de suelo (Bertzky M. et al. 2010; Hofstede R. 1999; Mosser G. et al. 2011; Winrock 2008). En comparación, se estima que los bosques húmedos tropicales de tierras bajas en la Amazonia contienen 200–375 t C / ha en biomasa aérea y aproximadamente 125–175 t C / ha en el suelo (Bertzky M. et al. 2010; Malhi Y. et al. 2006).

El páramo almacena gran cantidad de carbono, pero este almacenamiento ocurre principalmente en los suelos. Este alto contenido de carbono orgánico del suelo (COS) se debe a las bajas tasas de descomposición de la materia orgánica por las bajas temperaturas y la alta humedad presente, producto de una precipitación constante a lo largo del año, y por la formación de complejos organometálicos en algunos casos (en suelos alofánicos) y los aportes de las erupciones volcánicas de los últimos millones de años (Buytaert W. et al. 2005; Chesworth 2004).

En ecosistemas altoandinos, los estudios en gradientes altitudinales (ver figura 1) son herramientas muy útiles para entender estos procesos y evaluar los efectos de la variación abiótica y biótica correlacionada con la variación altitudinal, sobre la dinámica espacial y temporal de los contenidos y flujos de carbono. Esto hace posible la elaboración de hipótesis sobre los efectos del cambio climático en el balance de carbono a escala de paisaje (Malhi Y. et al. 2010; Mosser G. et al. 2011). Para evitar errores sistemáticos de diseño y muestreo en estos estudios, deben tomarse en cuenta varios factores, entre ellos (González L., Etchevers J., y Hidalgo C. 2008):

- Topografía
- La historia del uso de la tierra
- Profundidad del suelo (según un pre-muestreo)
- Variación espacial del carbono (según un pre-muestreo)
- Estacionalidad climática del área de estudio



Figura 1. Contenido de carbono en distintos ecosistemas altoandinos en un gradiente altitudinal Fuente y elaboración: Calderón M. et al. (2013).

6.1. Reservorios de carbono

Dentro de cada categoría de uso de la tierra, las variaciones en las existencias de C y las estimaciones de emisiones/remociones pueden involucrar los cinco reservorios de carbono (biomasa aérea, biomasa bajo el suelo, necromasa, hojarasca y la materia orgánica del suelo). Para algunas categorías de uso de la tierra y métodos de estimación, las variaciones de las existencias de carbono pueden basarse en los tres reservorios de carbono agregados (es decir, biomasa, materia orgánica muerta y suelos). Los GEI, (sin contar con el dióxido de carbono – CO₂), de mayor interés para el sector AFOLU son el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) (IPCC 2006).

6.1.1. Biomasa aérea

Toda la biomasa de vegetación viva, tanto leñosa como herbácea, por encima del suelo, incluyendo tallos, tocones, ramas, corteza, semillas y follaje. En los casos en que el sotobosque forestal sea un componente relativamente pequeño del fondo común de carbono de la biomasa en superficie, es aceptable que las metodologías y los datos asociados utilizados en algunos niveles lo excluyan, siempre que los niveles se utilicen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario (IPCC 2006). Para el cálculo de la biomasa aérea almacenada en bosques, es necesario utilizar ecuaciones alométricas, que han sido desarrolladas por varios investigadores en diferentes ecosistemas o tipos de bosque. Las ecuaciones alométricas son herramientas estadísticas que permiten calcular los valores de biomasa, utilizando variables de fácil medición en campo, como el diámetro del fuste, la altura, etc (Pinto E. y Cuesta F. 2019).

6.1.2. Biomasa bajo el suelo

Toda la biomasa de raíces vivas, las raíces finas de menos de 2 mm de diámetro (sugerido) a menudo se excluyen porque a menudo no pueden distinguirse empíricamente de la materia orgánica del suelo o de la cama (IPCC 2006).

6.1.3. Madera muerta

Incluye toda la biomasa leñosa muerta, que no esté contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o en el suelo. La madera muerta incluye la madera que yace en la superficie, las raíces muertas y los tocones, de un diámetro igual o superior a 10 cm (o el diámetro especificado por el país) (IPCC 2006).

6.1.4. Necromasa (hojarasca)

Incluye toda la biomasa muerta con un tamaño superior al límite de materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) e inferior al diámetro mínimo elegido para la madera muerta (por ejemplo, 10 cm), que yace muerta, en varios estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Esto incluye la capa de lecho sanitario tal y como se define habitualmente en las tipologías de suelo. Las raíces finas vivas por encima del suelo mineral u orgánico (de menos del límite de diámetro mínimo elegido para la biomasa bajo el suelo) se incluyen en la hojarasca cuando no pueden distinguirse de ella empíricamente (IPCC 2006). Para determinar el contenido de carbono en la necromasa (hojarasca y detritos finos de madera), es necesario obtener los valores de peso húmedo de cada muestra, que servirán como referencia y deberán ser registrados en la base de datos desarrollada para tales fines. El cálculo final del carbono se realiza a partir de los valores de peso seco, en gramos, obtenidos del procesamiento en laboratorio (secado en horno durante 48-72 horas) (Pinto E. y Cuesta F. 2019).

6.1.5. Materia Orgánica del Suelo

Incluye el carbono orgánico en suelos minerales hasta una profundidad específica y aplicada consistentemente a través de las series temporales. Las raíces finas vivas y

mueratas y la materia orgánica muerta dentro del suelo, que son inferiores al límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para las raíces (IPCC 2006).

7. Proceso de emisiones y remociones de GEI

Los flujos de GEI en el sector AFOLU pueden estimarse de dos maneras: 1) como cambios netos en las existencias de carbono a lo largo del tiempo (utilizados para la mayoría de los flujos de CO₂) y 2) directamente como tasas de flujo de gas hacia y desde la atmósfera (utilizadas para estimar las emisiones otros gases diferentes del CO₂ y algunas emisiones y absorciones de CO₂). El uso de las variaciones de las existencias de carbono para estimar las emisiones y absorciones de CO₂ se basa en el hecho de que los cambios en las existencias de carbono del ecosistema se producen predominantemente (pero no exclusivamente) a través del intercambio de CO₂ entre la superficie terrestre y la atmósfera (es decir, se supone que otros procesos de transferencia de carbono, como la lixiviación, son insignificantes). Por lo tanto, el aumento de las existencias totales de carbono a lo largo del tiempo se equipará a una eliminación neta de CO₂ de la atmósfera y las disminuciones de las existencias totales de carbono (menos las transferencias a otros reservorios, como los productos de madera recolectada) se equiparán a las emisiones netas de CO₂ (ver figura 2). Las emisiones de gases diferentes al CO₂ son en gran medida un producto de procesos microbiológicos (es decir, dentro de los suelos, el tracto digestivo de los animales y el estiércol) y la combustión de materiales orgánicos (IPCC 2006).

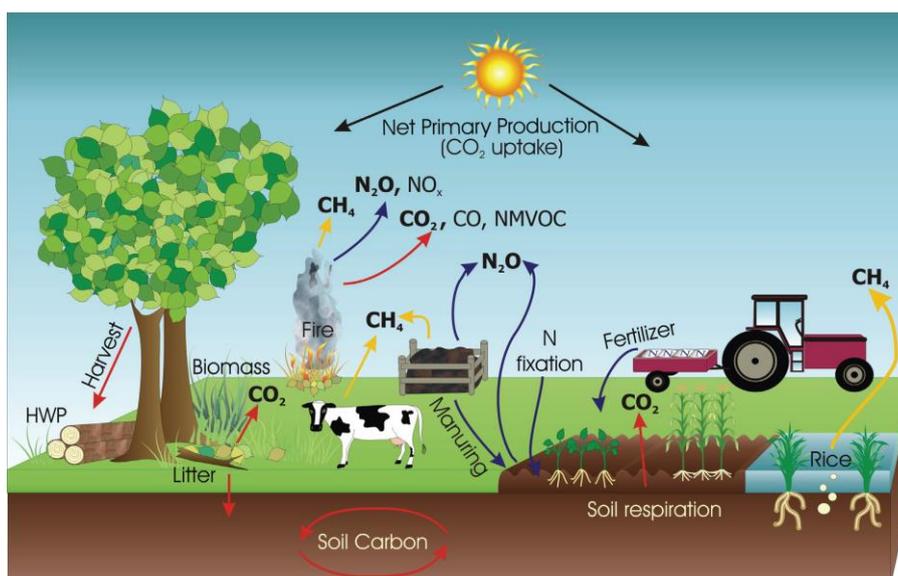


Figura 2. Principales emisiones y remociones de GEI en ecosistemas manejados
Fuente y elaboración: IPCC, 2006

Cuantificar los cambios en las existencias de carbono a lo largo del tiempo es necesario para entender mejor las dinámicas y los flujos del carbono en gradientes ambientales en los bosques montanos. La temporalidad de los monitoreos dependerá de la influencia de los procesos naturales sobre las tasas y la magnitud de cambio del carbono, de los objetivos de monitoreo y de los recursos disponibles. Por ejemplo, las estimaciones de biomasa aérea en el bosque tropical lluvioso de Yasuní se realizan en censos cada 5 años (Valencia et al. 2009). Se sugiere que, para otros reservorios, como el suelo, donde las tasas de cambio de carbono varían más lentamente, el período de monitoreo debería ser incluso mayor (Pearson, Brown, y Birdsey 2007). En sistemas con reservorios de carbono con tasas de recambio bajas, se realizan censos en períodos largos, para evitar que el error de muestreo sea superior a las tasas de recambio de carbono reales y que se enmascaren los verdaderos patrones de cambio (Calderon M. et al. 2014).

Capítulo segundo

Metodología, análisis de la información y resultados obtenidos

1. Áreas de estudio

La investigación se realizó en diferentes áreas ubicadas en ecosistemas andinos tropicales, que están conformadas por bosques montanos, páramos, y sistemas de producción ganaderos, localizadas en las provincias de Carchi, Pichincha y Tungurahua en Ecuador. A continuación, se presenta una descripción detallada de las áreas de estudio y los sistemas analizados.

1.1. Áreas de estudio en la provincia de Pichincha

En el caso de la provincia de Pichincha, se trabajó con 30 fincas, las cuales fueron separadas en dos grupos para el análisis. Esta división fue establecida por las variaciones en términos de carbono que pueden encontrarse en los bosques montanos debido a los diferentes rangos altitudinales, la composición de especies y los pisos climáticos que se presentan en estos tipos de bosques.

El primer grupo fue nombrado como “Pichincha Zona Alta”, y está compuesto por 14 fincas que se encuentran entre los 1300 m.s.n.m. y los 2300 m.s.n.m. El segundo grupo fue nombrado como “Pichincha Zona Baja”, y está compuesto por 16 fincas que se encuentran entre los 500 m.s.n.m. y 1300 m.s.n.m. (ver tabla 2 y figura 3).

Tabla 2
Descripción del área de estudio en Pichincha

FINCAS EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA						
Cantón	Parroquia	Proyecto CBP	Número de áreas intervenidas	Rango altitudinal (m.s.n.m.)	Área (ha)	Sistemas analizados
Quito	Pacto	Pichincha Zona Baja	16	547 - 1300	783,97	Bosques montanos y sistemas ganaderos
Quito	Nanegalito	Pichincha Zona Alta	12	1301 - 2302	505,21	Bosques montanos y sistemas ganaderos
Quito	Nanegal	Pichincha Zona Alta	2	1346 - 2281	350,36	Bosques montanos y sistemas ganaderos

Fuente y elaboración propias, 2019

Las prácticas de MST aplicadas en la provincia de Pichincha son:

- Compromiso para la protección permanente de remanentes de bosque
- Liberación de potreros para regeneración natural
- Siembra de árboles para establecimiento de restauración
- Cercado de áreas para regeneración natural
- Siembra de pasto para estabilización de pendiente
- Siembra de árboles en riberas
- Plantación de árboles maderables
- Establecimiento de sistema silvopastoril
- Establecimiento de sistema agroforestal

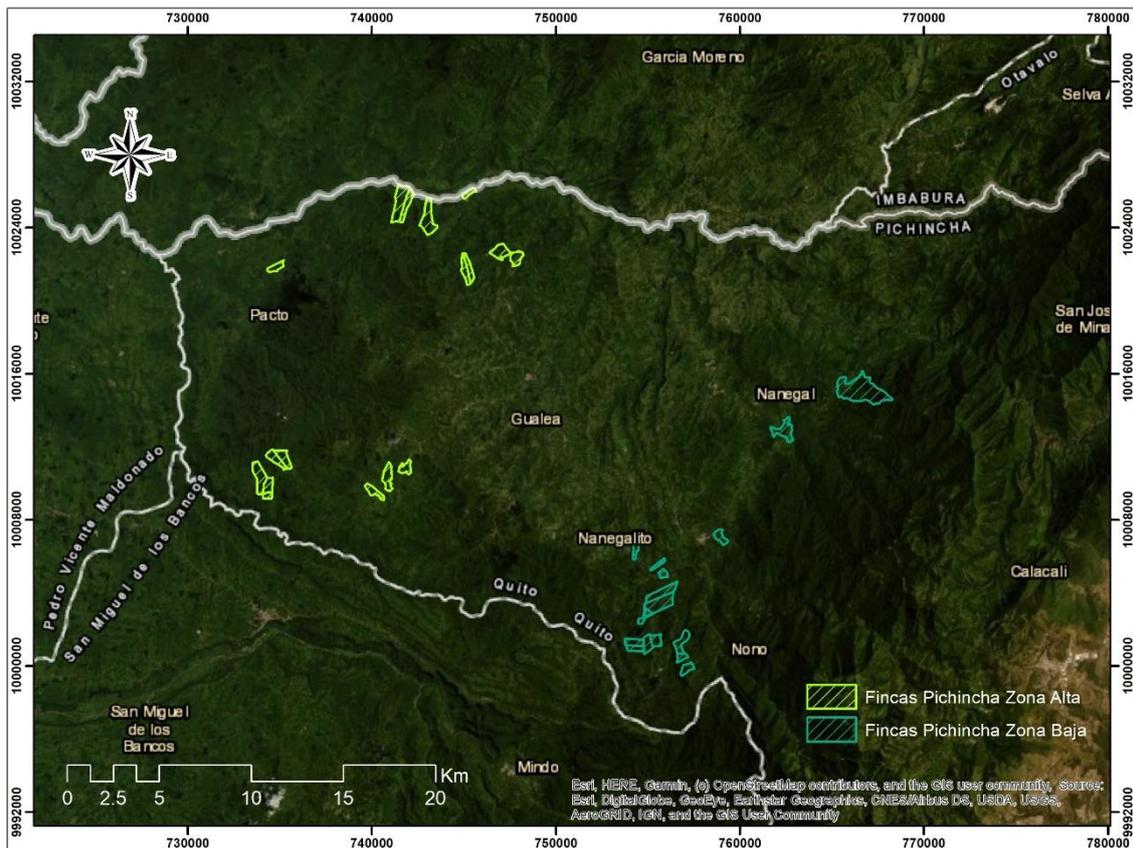


Figura 3. Áreas de estudio en la provincia de Pichincha.

En la parte baja se encuentran las fincas denominadas Pichincha Zona Baja (verde claro), y en la parte alta las fincas denominadas Pichincha Zona Alta (verde oscuro)

Fuente y elaboración propias, 2019

1.2. Áreas de estudio en la provincia de Carchi

En la provincia de Carchi, se aplicaron las prácticas de MST en un total de 7 fincas. Todas las fincas fueron analizadas en un solo grupo, ya que se encuentran en los mismos ecosistemas de bosques montanos con áreas de páramos (ver tabla 3 y figura 4).

Tabla 3.
Descripción del área de estudio en Carchi

FINCAS EN LA PROVINCIA DE CARCHI						
Cantón	Parroquia	Proyecto	Número de áreas intervenidas	Rango altitudinal (m.s.n.m.)	Área (ha)	Sistemas analizados
Tulcán	El Carmelo	Fincas Carchi	3	2920 – 3296	33,01	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
Montufar	San Gabriel	Fincas Carchi	2	2841 – 2946	30,68	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
Bolívar	San Rafael	Fincas Carchi	1	3334 – 3410	9,06	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
Bolívar	Monte Olivo	Fincas Carchi	1	2818 – 2928	2,7	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos

Fuente y elaboración propias, 2019

Las prácticas de MST aplicadas en Carchi son las siguientes:

- Protección de remanentes de bosques y matorrales
- Plantaciones en curvas de nivel y bosquetes para restauración de suelos deslavados
- Restauración de corredores de conectividad
- Plantaciones para formación de barreras vivas lineales y regeneración natural a lo largo de canal de riego
- Restauración de vegetación ribereña y áreas de recarga hídrica
- Plantaciones silvopastoriles y en linderos

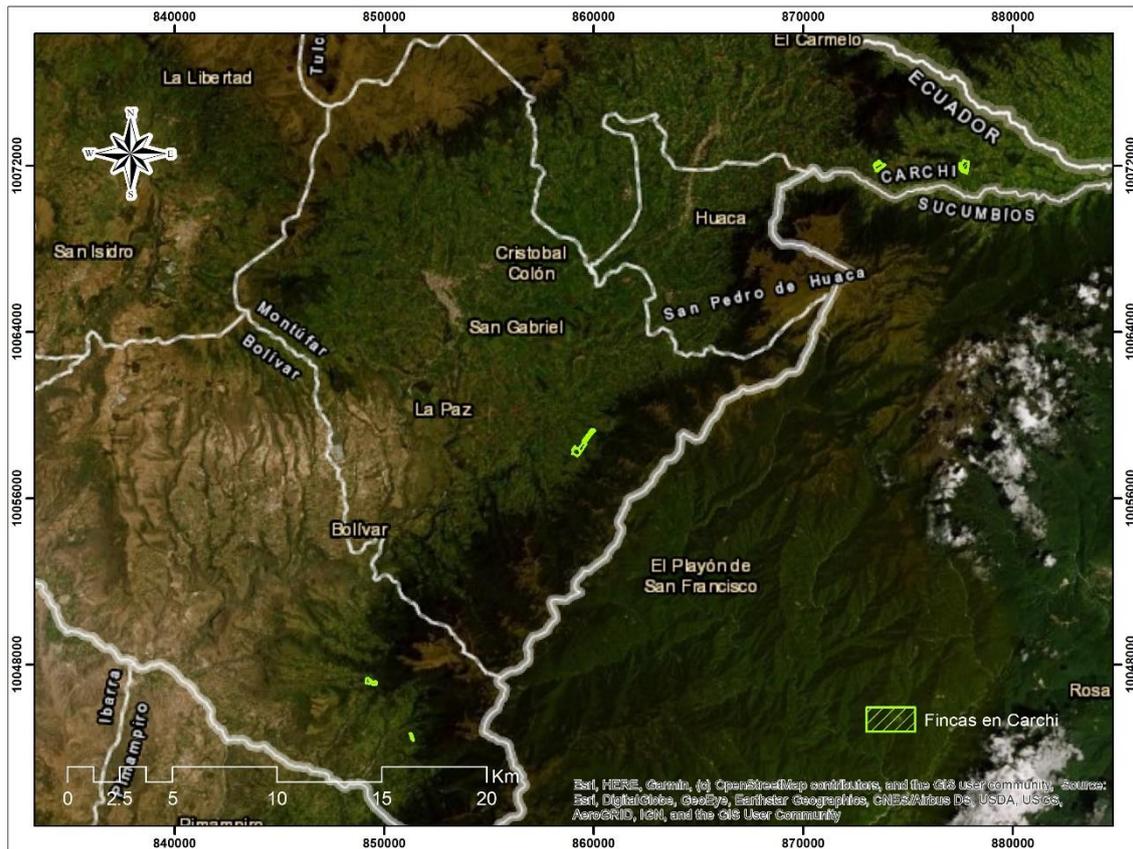


Figura 4. Áreas de estudio en la provincia de Carchi.
Las fincas estudiadas se presentan en color verde claro
Fuente y elaboración propias, 2019

1.3. Áreas de estudio en Tungurahua

En la provincia de Tungurahua se separó en dos grupos las áreas de estudio, esto principalmente se debe al manejo de las comunidades presentes en estos territorios, así como a las características biofísicas de estos páramos, que presentan variaciones en sus contenidos de carbono. En este sentido 3 áreas intervenidas dentro de la parroquia Pilagüín fueron agrupadas como “Tungurahua Frente Norte”. Para el caso de las 4 áreas restantes que se encuentran en las parroquias de Quinchicoto, Quero y Bolívar, se las agrupó con el nombre de “Tungurahua Frente Sur” (ver tabla 4 y figura 5).

Tabla 4.
Descripción del área de estudio en Tungurahua

FINCAS EN LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA						
Cantón	Parroquia	Proyecto	Número de áreas intervenidas	Rango altitudinal (m.s.n.m.)	Área (ha)	Sistemas analizados
Ambato	Pilagüín	Tungurahua - Frente Norte	3	4013 - 4124	78,13	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
Tisaleo	Quinchicoto	Tungurahua - Frente Sur	1	3697 - 3970	154,32	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
Quero	Quero	Tungurahua - Frente Sur	2	3373 - 3736	221,12	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos
San Pedro de Pelileo	Bolívar	Tungurahua - Frente Sur	1	3336 - 3676	9,65	Bosques montanos. páramos y sistemas ganaderos

Fuente y elaboración propias, 2019

Las prácticas de MST desarrolladas en estos territorios, son las siguientes:

- Acuerdos de conservación para la protección de áreas de páramo
- Instalación de cercado para la exclusión de intervención de animales
- Plantación de especies nativas en el área de páramo degradada
- Instalación de cercado para la protección de fuentes de agua
- Declaración de áreas de protección y conservación
- Colocación de cercados para la protección de las fuentes de agua
- Restauración con especies nativas
- Sistema de captura de agua (neblina)

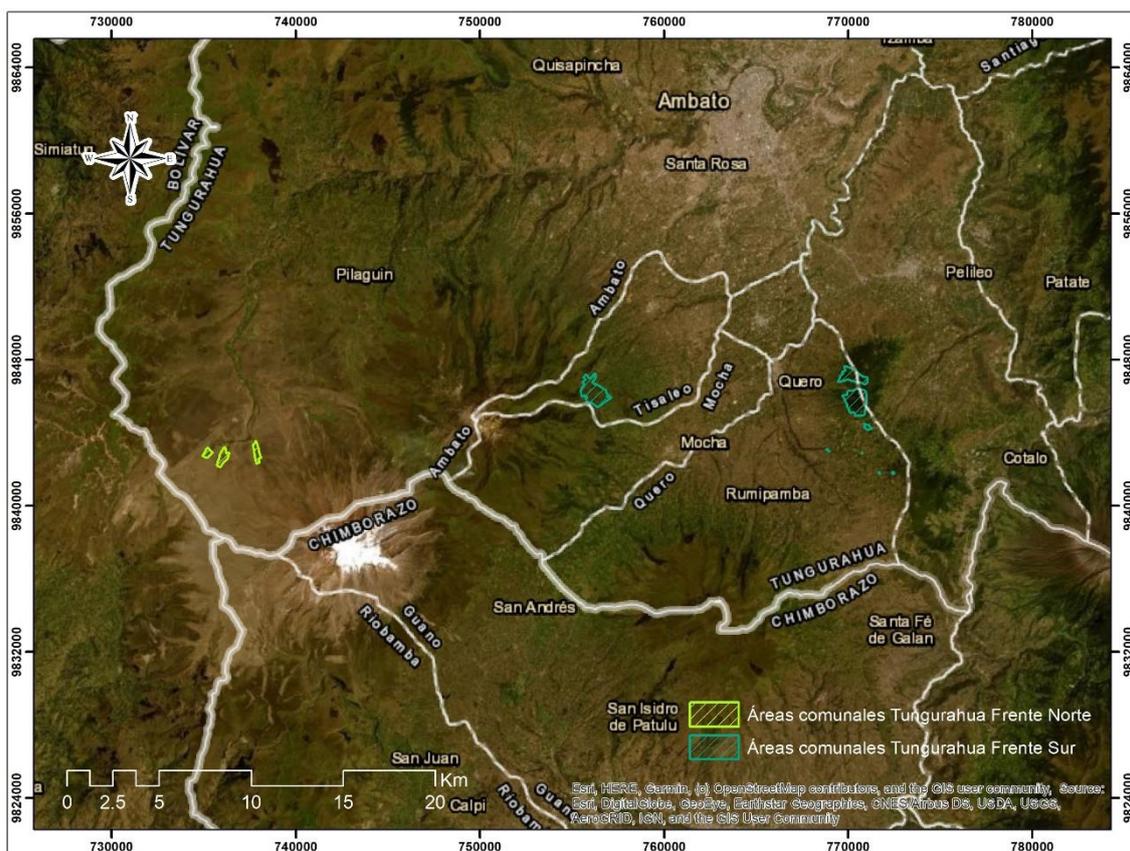


Figura 5. Áreas de estudio en la provincia de Tungurahua.

Al norte del Chimborazo se encuentran las áreas comunales denominadas Tungurahua Frente Norte (verde claro), y en la parte sur de la provincia se encuentran las áreas comunales Tungurahua Frente Sur (verde oscuro)

Fuente y elaboración propias, 2019

2. Proceso metodológico y uso de la herramienta *Carbon Benefits Project* (CBP)

Los datos utilizados en la presente investigación pertenecen al Proyecto EcoAndes, implementado por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) Ambiente y financiado por el Fondo Mundial del Medio Ambiente (FMMA). Este proyecto tiene entre sus objetivos centrales incrementar los reservorios de carbono y la biodiversidad a través de la implementación de prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) en los sitios de intervención, con la finalidad de evaluar el impacto que estas prácticas y analizar su contribución en mitigar los efectos del cambio climático a través de la captura de CO₂. El proyecto EcoAndes firmó una carta de entendimiento con el Proyecto *Carbon Benefits Project* (CBP) de la Universidad Estatal de Colorado, para el uso de la plataforma (<https://banr.nrel.colostate.edu/CBP/>), con la finalidad de desarrollar la presente investigación. Es importante mencionar que también existen otras plataformas que

permiten realizar estimaciones en los beneficios producto de la captura de GEI como EX_ACT desarrollada por la FAO, o InVEST desarrollada por Natural Capital Project, pero para la presente investigación se decidió trabajar con la plataforma CBP, debido a las relaciones establecidas con la Universidad Estatal de Colorado y el Proyecto EcoAndes, donde se dispone de un soporte técnico continuo que ayuda a calibrar y mejorar la herramienta según la información encontrada en las áreas de estudio.

La plataforma *Carbon Benefits Project* (CBP) proporciona herramientas para actividades agrícolas, forestales y de gestión de tierras, que permiten estimar el impacto de sus actividades en la mitigación del cambio climático (cambios en las reservas de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero GEI) y pueden ser utilizadas en todas las etapas de un proyecto, son de uso libre y fáciles de usar. Las herramientas de modelado fueron desarrolladas por la Universidad Estatal de Colorado y sus socios en el marco de un proyecto cofinanciado por el Fondo Mundial del Medio Ambiente (FMMA, o GEF por sus siglas en inglés) y dirigido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (CBP 2019). La plataforma de CBP, ha desarrollado herramientas en línea para proyectos de gestión de tierras con la finalidad de estimar y rastrear su impacto en las emisiones y remociones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en áreas naturales y en sistemas agropecuarios. De esta manera proporciona herramientas para estimar los impactos de los gases de efecto invernadero para las prácticas de MST y ha producido un sistema estandarizado para el GEF y otros proyectos de MST para medir, monitorear, modelar y pronosticar los cambios en las existencias de carbono y las emisiones de GEI, por lo que el sistema es integral (aplicable en todas las etapas del ciclo de un proyecto de ordenación sostenible de las tierras), y eficaz en función de los costos (CBP 2019).

Las actividades que se registran en la plataforma abarcan áreas con vegetación natural, pastos, cultivos, asentamientos humados, humedales, agroforestería y ganadería. La mayoría de las opciones que ofrece la plataforma están relacionadas con superficies de áreas con vegetación natural, áreas intervenidas, actividades de forestación, deforestación, usos del suelo, tipo y número de ganado, cambios en el manejo de los cultivos (sistemas de cultivo, labranza, abono, uso de fertilizantes, etc.), y los reservorios de carbono en la biomasa aérea y en los suelos. El sistema en línea tiene una gama de herramientas para adaptarse a todo tipo de usuarios, desde aquellos sin experiencia en informes relacionados con la estimación de carbono y GEI, hasta aquellos que ejecutan grandes proyectos de mitigación del cambio climático y poseen datos a detalle de las áreas

de intervención. Las herramientas de la plataforma se pueden utilizar en etapa prospectiva para explorar los efectos potenciales de los cambios en el manejo de la tierra y sus repercusiones en las remociones o emisiones de GEI, teniendo en mente que los resultados podrían ser utilizados para negociaciones con agencias de financiación, mercados u otras partes interesadas.

La investigación en las áreas de estudio tomó en cuenta las prácticas MST desarrolladas en los ecosistemas andinos tropicales (bosques montanos, páramos, así como en los sistemas de producción ganaderos), donde principalmente se evaluaron aspectos relacionados con la reducción del ganado, la protección de los pastizales, procesos de restauración, conservación de áreas naturales y el manejo de las actividades pecuarias, las mismas que se trabajaron en 3 escenarios. El primer escenario es el *inicial* que registra las condiciones de las áreas de estudio sin la implementación de las prácticas de MST; el segundo es el escenario de *línea base* donde ya se establecen las prácticas, y el tercero es el escenario *proyectado* que nos proporciona una visión a futuro con la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio (ver figura 6). De esta manera, se evaluó la implementación de las prácticas de MST, y si existen beneficios en términos de remociones de GEI.

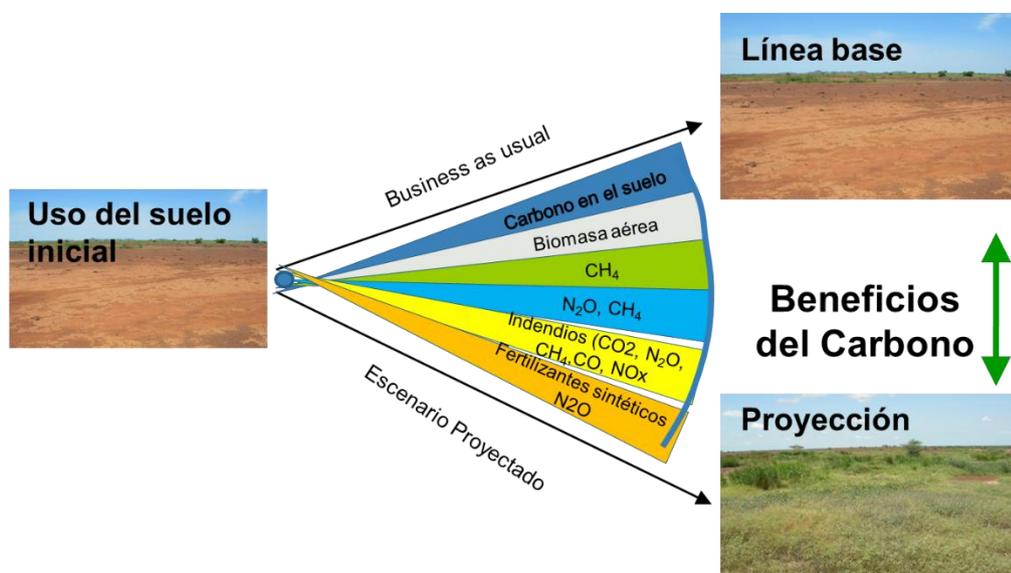


Figura 6. Escenarios de evaluación de las prácticas de MST y los beneficios en la remoción de GEI

Fuente: CBP, 2019

Elaboración: CBP, 2019

Tomando en cuenta el mapeo de las fincas y áreas comunales, así como los formularios con información recopilados en campo, se procedió al ingreso de datos en la

plataforma del CBP, se registró las prácticas de manejo de las fincas y las áreas comunales en los formatos establecidos por el sistema en los 3 escenarios (inicial, línea base y proyectado), para de esta manera generar los reportes y cuantificar las variaciones en los reservorios de carbono en las áreas donde se desarrollan prácticas de MST. Con estos resultados se determinó si las prácticas de MST realmente han tenido un impacto positivo en la remoción de GEI, así como se identificó que prácticas de MST son las más efectivas en temas de mitigación. Los resultados de este proceso se traducen en reportes que comparan cada uno de los escenarios y estiman las emisiones y remociones para los GEI (dióxido de carbono, metano y óxidos nitrosos). De esta manera el proceso metodológico para el procesamiento de los datos es presentado a continuación en la figura 7.



Figura 7. Esquema metodológico para el procesamiento de la información
Fuente y elaboración propias, 2019

3. Levantamiento de información en las áreas de estudio

Para el levantamiento de información se generaron los respectivos formularios que se encuentran en concordancia con los datos a ingresar en la plataforma, es decir que se generaron 6 formularios para cada finca o área comunal. La información registrada partió de entrevistas con cada uno de los propietarios de las fincas o representantes de las áreas comunales (ver tabla 5).

Los tres primeros formularios recaban la información relacionada con la cobertura y uso del suelo en las fincas y áreas comunitarias en tres escenarios, es decir el primer escenario denominado *inicial* que contiene información de cuando el área era manejada sin ningún tratamiento, el segundo formulario dirigido para el escenario de *línea base* que contempla la implementación de las prácticas de MST, y el tercer formulario que colecta datos para el escenario *proyectado*, que realiza una aproximación de lo que se espera que sea el manejo de la cobertura y uso del suelo a futuro (ver anexo 1. Formulario para levantamiento de información de manejo de la cobertura y uso de la finca o área comunitaria).

Los otros tres formularios también están diseñados para que sean uno por cada escenario, es decir por el inicial, línea base y el proyectado, pero en estos formularios se colectaron los datos relacionados con el tipo de animales que se manejan, el número de cabezas, y el manejo de estiércol dentro de las fincas o áreas comunitarias (ver anexo 2. Formulario para levantamiento de información de manejo de animales de granja de la finca o área comunitaria).

Tabla 5
Información recopilada en campo a través de formularios para la plataforma CBP

ESCENARIO	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Hectáreas de bosque
	Hectáreas de vegetación herbácea
	Hectáreas de pastos
	Forma de pastoreo
	Descripción pastizal
	Condición del pastizal
	Añade fertilizante nitrogenado
	Kg/ha/año de fertilizante aplicado
	% de N en el abono
	Mejoras aplicadas en el pastizal
	Frecuencia de quema del pastizal
	Tipos de árboles en el pastizal
	Edad promedio de los árboles
	Pérdida biomasa leñosa por año
	Madera retirada cada año
	Especies de árboles predominantes
	Hectáreas deforestadas por año
Hectáreas reforestadas	
GANADO	Tipo de ganado
	Número de cabezas
	Tiempo de rotación
	Tipo de manejo del estiércol
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior

Fuente y elaboración propias, 2019

Una vez recolectados los formularios, la información fue sistematizada y validada, para esto se validaron las áreas registradas en los formularios con las áreas de los mapas,

así como verificaciones de que los datos registrados estén completos y sean coherentes con la información solicitada. En los casos donde existían errores los formularios regresaban a campo con la finalidad de ser corregidos y nuevamente eran revisados para su ingreso a la plataforma CBP y proceder con los cálculos de los beneficios. Los formularios sistematizados con toda la información base se encuentran en el anexo 3. Formularios CBP sistematizados de las áreas de estudio de Carchi, Tungurahua y Pichincha.

4. Información de carbono para los ecosistemas y áreas intervenidas

Los datos de carbono necesarios para el ingreso a la plataforma CBP, fueron tomados de los estudios realizados dentro del proyecto EcoAndes y levantados por CONDESAN en el año 2015 y 2017. La información ingresada a la plataforma tomó en cuenta los datos relacionados con la biomasa aérea, la necromasa, y el carbono en suelo, así como la productividad. Estos datos consideran los ecosistemas altoandinos como los bosques montanos, bosques de *Polylepis*, vegetación herbácea de páramo, y áreas de pastos.

Los datos de la cuantificación de los reservorios de carbono para las diferentes áreas de estudio, toman en cuenta el documento de *Monitoreo de biodiversidad, carbono, productividad y rasgos funcionales en Bosques Montanos* (Pinto E. y Cuesta F. 2019) para los bosques montanos; y el artículo *Indicators for assessing tropical alpine rehabilitation practices* (Duchicela et al. 2019) para las áreas de páramo y pastos. Estos documentos proporcionan una guía para la cuantificación de carbono en campo y constituyen una propuesta metodológica para el monitoreo de las dinámicas de carbono para ecosistemas altoandinos y responden a escalas detalladas a nivel local. Existe otros esfuerzos que se han desarrollado a nivel nacional en temas de cuantificación de carbono, donde podemos citar a la Evaluación Nacional Forestal la cual presenta los contenidos de carbono de los bosques del Ecuador, pero estos resultados responden a los reportes nacionales y tienen un diferente nivel de detalle y podrían ser utilizados en otros niveles de planificación especialmente en procesos desarrollados para áreas extensas de trabajo.

Los datos de carbono para la biomasa aérea, necromasa, carbono en suelos y productividad para bosques montanos, páramos y pastos utilizados en la presente investigación se encuentran en el anexo 4. Reservorios de carbono para bosques montanos, páramos y pastos de las áreas de estudio. Los datos 2015 han sido utilizados

como fuente para el escenario de inicial dentro de la plataforma CBP, estos datos se ingresan para los reservorios de carbono en términos de biomasa aérea, necromasa (estos dos valores se suman para tener en cuenta el contenido de carbono total sobre el suelo), y el carbono en suelo para cada uno de los ecosistemas contenidos en las áreas de estudio. Es importante recalcar que estos datos se asocian al escenario inicial, donde prácticamente no existía ningún tipo de tratamiento en la zona y las presiones se encontraban activas.

Para los escenarios de línea base y proyectados se utilizaron las estimaciones de carbono para el año 2017, pero debido a que existen vacíos de información, en algunos casos se tuvo que mantener los valores 2015. El resto de los factores solicitados por la plataforma CBP, se los dejó por defecto en base a los valores predeterminados por el IPCC para que se realicen los cálculos de beneficios de carbono para todas las variables. Finalmente, se incluyeron los valores de carbono para el factor de productividad (en lo que respecta a la biomasa aérea). Para esta variable, se establecieron los valores donde se disponía información y para los casos donde no existían datos se procedió a utilizar los valores por defecto del IPCC.

5. Análisis de los datos para la estimación de las remociones y emisiones de GEI en las áreas de estudio

Los datos han sido analizados a través de la plataforma CBP, este proceso ha tomado en cuenta el levantamiento de información en campo, el ingreso de los datos dentro de la plataforma, y finalmente, los cálculos para estimar si existen emisiones o remociones de carbono en las áreas de estudio. En la presente investigación se presentan los resultados desde dos perspectivas diferentes, la primera está relacionada con las actividades establecidas (en temas de agricultura, cambio de uso del suelo y forestería) para las remociones y emisiones totales de los GEI. La segunda forma de presentar los resultados está dada directamente por las remociones y emisiones de los GEI (CO₂, NH₄, N₂O) medidos en esta investigación.

Para poder hacer un análisis de los beneficios obtenidos por la implementación de las prácticas de MST en términos de incremento en la captura o remociones de GEI la plataforma CBP calcula la diferencia incremental del periodo analizado (2015 - 2019) tomando en cuenta el escenario inicial o llamado *Business As Usual* (BAU) y el escenario proyectado, para contrastarlo con la superficie de cada área de estudio en términos de la cobertura y uso, las prácticas de manejo establecidas (reforestación, acuerdos de

conservación, manejo de estiércol, etc), las presiones (deforestación, quemas, ganado, etc), los factores de carbono para los reservorios estudiados (biomasa aérea, necromasa, carbono en suelos), para los tres escenarios planteados (inicial, línea base y proyectado), y de esta manera obtener el valor de las remociones o emisiones de GEI para cada área de estudio. Una vez que se conoce el beneficio por la remoción de GEI para las áreas de estudio, este valor es dividido para la superficie de cada finca o área comunal para obtener el beneficio en de la captura de GEI para cada propietario, de esta manera el beneficio es repartido para las prácticas de MST implementadas en cada predio en valores de porcentaje para de esta forma poder determinar que práctica tuvo mayor relevancia en el incremento de los beneficios de la remoción de GEI en cada área de estudio. En el siguiente punto se presentan los resultados del análisis de la información levantada en campo y procesada a través de la plataforma CBP.

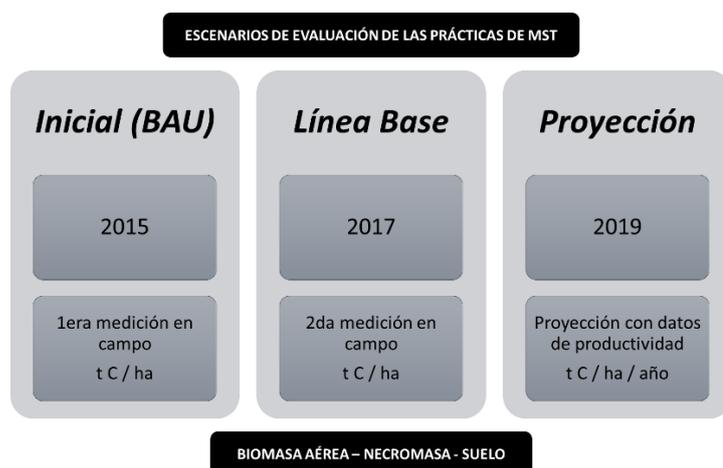


Figura 8. Escenarios de evaluación de las prácticas de MST respecto a las mediciones de carbono y su proyección utilizando datos de productividad de los reservorios de carbono

Finalmente, para tener una comprensión más precisa de las tablas de resultados que se presentarán a continuación, es importante tener en mente las siguientes consideraciones, dadas por el cálculo de las emisiones y remociones de GEI dentro de la plataforma CBP:

- El Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) es un horizonte temporal de 100 años basado en las estimaciones del Segundo Informe de Evaluación del IPCC.
- Los signos de remoción son negativos (-) y de emisiones son positivos (+).
- Otros GEI incluyen NO_x, CO, VOC, SO₂.
- Los valores que no se identifican como "existencias" son emisiones.

- Bosque y otra biomasa leñosa incluyen el crecimiento de la biomasa y las pérdidas de la cosecha de madera y la recolección de leña.
- La conversión de bosques y pastizales incluye las emisiones por deforestación y la rotación de cultivos.
- El cambio en el carbono del suelo mineral se muestra en la columna "Emisiones de CO₂ del proyecto" como el escenario de línea de base menos el escenario proyectado.
- La categoría otros, incluye emisiones de fuego, viento, plagas y otras perturbaciones naturales.

6. Resultados de las relaciones de las prácticas de MST con los beneficios en términos de remociones de GEI.

Con la finalidad de responder los objetivos de la presente investigación, a continuación, se presentan los resultados de la implementación de las prácticas de MST y su relación con los beneficios en términos de remociones de GEI en los ecosistemas altoandinos tropicales. Los resultados a detalle de esta sección se presentan en el anexo 5. Tabla de balances de GEI y variaciones anuales de carbono de las áreas de estudio. Para observar estos valores de manera gráfica, en la figura 4 se encuentran los balances totales de GEI de todas las áreas de estudio en términos de toneladas de carbono equivalente.

De la figura 8, se puede observar que en el escenario inicial, las áreas de estudio emitían a la atmosfera 13471 t CO₂e. Por otro lado, en la misma figura se puede observar los resultados de las proyecciones, las cuales remueven o capturan GEI en un valor de -14221 t CO₂e.

Los valores del balance total de GEI por hectárea para los escenarios inicial y proyecciones, también nos dejan ver la efectividad en el incremento de las remociones de GEI debido a la implementación de prácticas de MST para todas las áreas de estudio, ya que para la línea base las emisiones promedio son de 9,18 t CO₂e/ha, mientras que en la proyección y bajo la implementación de las prácticas de MST, las emisiones cambian por remociones en un promedio de -4,49 t CO₂e/ha.

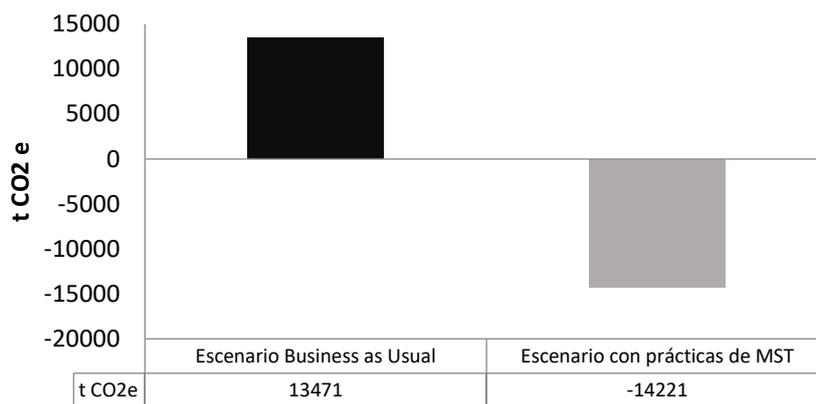


Figura 9. Comparación de los escenarios inicial y proyectado, de los balances totales de GEI para todas las áreas estudiadas en términos de toneladas de carbono equivalente, en un período de implementación de 4 años (2015 - 2019)

Fuente y elaboración propias, 2019

Para complementar los resultados descritos anteriormente, también se presentan los valores de la variación anual de carbono entre el escenario inicial y el proyectado. Estas variaciones presentan un comportamiento similar al observado para todos los gases de efecto invernadero, pero al hablar en términos de carbono podemos observar que las emisiones de la línea base (3369 t CO₂e/año) disminuyeron considerablemente y cambiaron de tendencia para pasar a ser remociones de carbono, almacenando -3554 t CO₂e/año (ver figura 9). Esta variación también puede ser medida por hectárea lo que pasando de emisiones de 9,18 t CO₂e/ha/año a remociones de -4,49 CO₂e/ha/año (ver anexo 5. Tabla de balances de GEI y variaciones anuales de carbono de las áreas de estudio).

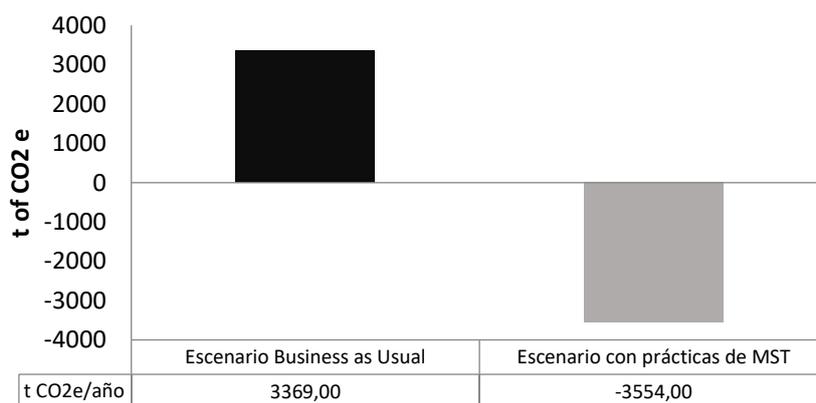


Figura 10. Comparación de los escenarios inicial y proyectado, de las variaciones anuales para todas las áreas estudiadas en términos de toneladas de carbono equivalente por año

Fuente y elaboración propias, 2019

6.1. Resultados de las relaciones de las prácticas de MST con los beneficios en términos de remociones de GEI para cada una de las áreas de estudio.

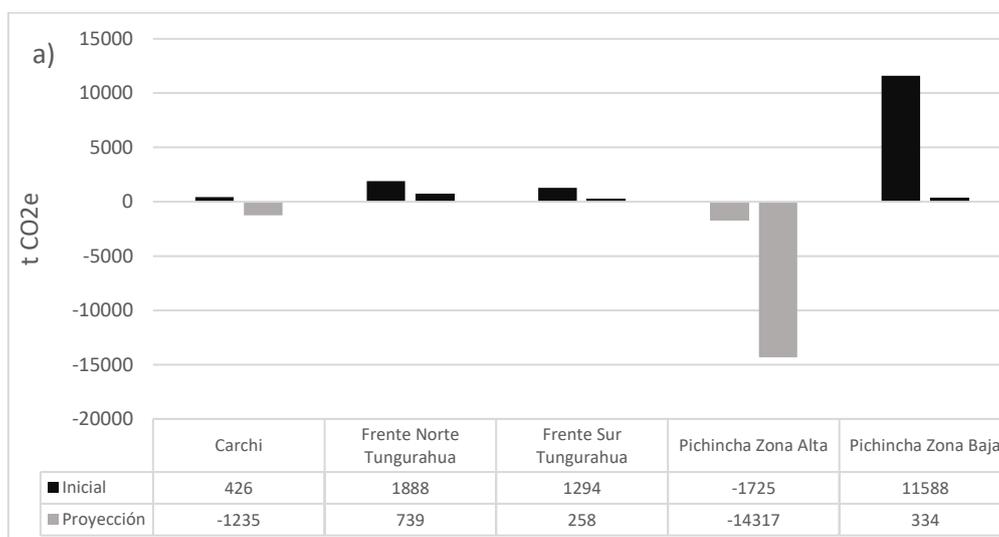
En la figura 10, se encuentran los balances y la diferencia incremental para las áreas estudiadas en las provincias de Carchi, Tungurahua y Pichincha. En la figura 10a, se presentan los balances totales de las áreas de cada provincia. De esta manera para poder visualizar la cantidad de GEI capturados o emitidos se presentan los balances por hectárea (figura 10b) y la diferencia incremental entre el escenario inicial y la proyección (figura 10c), con lo cual podemos tener una mejor lectura de los datos de acuerdo a cada zona.

En la figura 10a), se presentan las fincas donde se implementaron las prácticas de MST en las diferentes áreas de estudio. En Carchi, las fincas cubren una superficie aproximada de 76 ha. El balance de GEI para el período de reporte del escenario inicial entre 2015 a 2019 tuvo una emisión de 426 t CO₂e. Por otro lado, en el escenario proyectado, las remociones de GEI en los reservorios fue de -1235 t CO₂e. Para Tungurahua Frente Norte se trabaja con áreas comunitarias que cubren una superficie aproximada de 78 ha, que en el escenario BAU tuvieron emisiones de 1888 t CO₂e, y en el escenario proyectado pasaron a ser 739 t CO₂e. También se toma en cuenta las áreas comunales de Tungurahua Frente Sur, con una superficie aproximada de 387 ha, con emisiones para el escenario BAU de 1294 t CO₂e y posterior a esto una disminución drástica de las emisiones en el escenario proyectado que llegan a un valor de 258 t CO₂e. En Pichincha Zona Alta las fincas cubren una superficie aproximada de 855 ha, en este período el balance de GEI para el escenario inicial (BAU) tuvo una remoción de -1725 t CO₂e. Por otro lado, el balance proyectado tuvo remociones de GEI de alrededor de -14317 t CO₂e. En el área de estudio de Pichincha Zona Baja, la superficie que cubren las fincas es de 786 ha. En el período analizado el balance de GEI para el escenario BAU tuvo una emisión de 11588 t CO₂e, y en el escenario proyectado existieron nuevamente emisiones, pero disminuyeron a 334 t CO₂e.

La figura 10b), presenta los balances de las emisiones y remociones de GEI para todas las áreas de estudio por hectárea. En Carchi las emisiones en el escenario BAU son de 5,61 t CO₂e/ha y en las proyecciones se llega a remociones de -16,25 t CO₂e/ha. En Tungurahua Frente Norte las emisiones iniciales son de 24,21 t CO₂e/ha, y en el escenario proyectado se sigue emitiendo pero en un valor de 9,47 t CO₂e/ha. Para Tungurahua Frente Sur inicialmente se emiten 3,34 t CO₂e/ha y en el escenario futuro las emisiones bajan a 0,67 t CO₂e/ha. Las fincas de Pichincha Zona Alta han mantenido las remociones en los

dos escenarios, partiendo de $-2,02 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ a $-16,75 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ en los escenarios futuros. Por otro lado en Pichincha Zona Baja se mantuvieron las emisiones pero los valores pasaron de $14,74 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ en el escenario BAU a $0,42 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ en las producciones, registrándose una disminución en las emisiones de GEI.

Finalmente, en la figura 10c) se presentan los beneficios por hectárea en términos de captura o remociones de GEI para todas las áreas de estudio. En estos resultados se observa que todas las áreas de estudio tuvieron beneficios con la implementación de las prácticas de MST. Carchi posee los valores más altos con $-21,87 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ (el beneficio total fue de $-1662 \text{ t CO}_2\text{e}$), seguido de Tungurahua Frente Norte y Pichincha Zona Alta que presentan el mismo valor con un beneficio de $-14,73 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ (beneficio total de $-1149 \text{ t CO}_2\text{e}$ para Tungurahua Frente Norte y $-12592 \text{ t CO}_2\text{e}$ para Pichincha Zona Alta). En Pichincha Zona Baja el beneficio tiene un valor muy cercano a los anteriores aportando con la remoción de $-14,32 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ (beneficio total de $-11253 \text{ t CO}_2\text{e}$). El beneficio más bajo se registró en Tungurahua Frente Sur con $-2,68 \text{ t CO}_2\text{e/ha}$ (beneficio total de $-1036 \text{ t CO}_2\text{e}$).



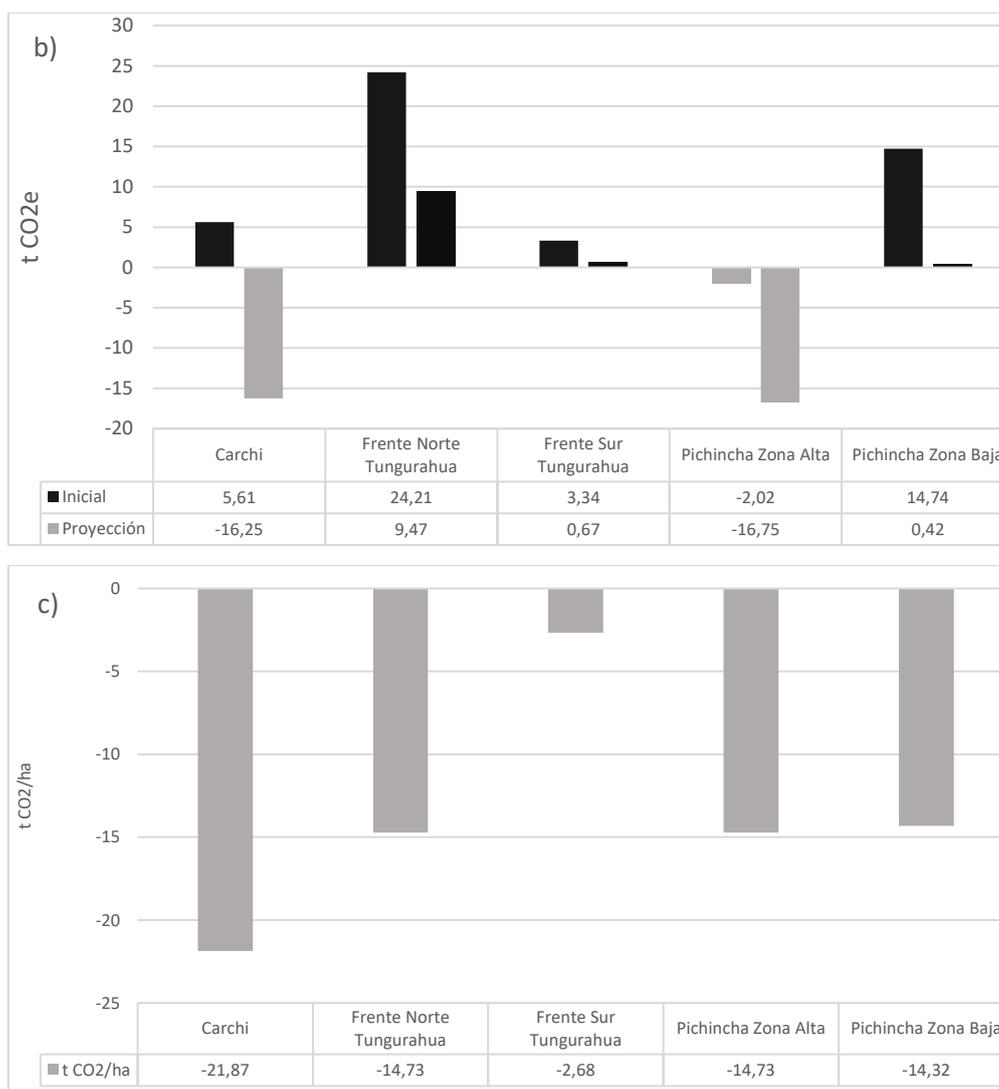


Figura 11. Beneficios totales de GEI para las áreas de estudio

a) Balance Total de GEI en todas las áreas de estudio para el escenario inicial y la proyección en toneladas de carbono equivalente para el período 2015 a 2019. b) Balance Total de GEI en todas las áreas de estudio para el escenario inicial y la proyección en toneladas de carbono equivalente por hectárea para el período 2015 a 2019. c) Diferencia incremental (beneficios esperado en términos de remociones de GEI) por hectárea para las áreas de estudio

Fuente y elaboración propias, 2019

6.2. Resultados de las remociones y emisiones de Gases de Efecto Invernadero para las áreas de estudio por actividad

En la figura 11, se presentan los resultados obtenidos de la plataforma *Carbon Benefits Project* (CBP), de las remociones y emisiones de GEI por actividad para cada una de las áreas de estudio. Los resultados se expresan en toneladas de carbono equivalente, pero para tener una mejor visualización de la variación de los datos se han expresado en función de sus logaritmos en base 10. Los resultados se presentan tomando

en cuenta los cambios encontrados desde el escenario inicial (llamado para la presentación de resultados como *Business As Usual* - BAU) hasta el escenario proyectado, con la finalidad de evaluar el efecto de las prácticas de MST, implementadas en cada una de las áreas de estudio (ver anexo 6. Reportes de emisiones y remociones de la plataforma CBP para cada una de las áreas de estudio).

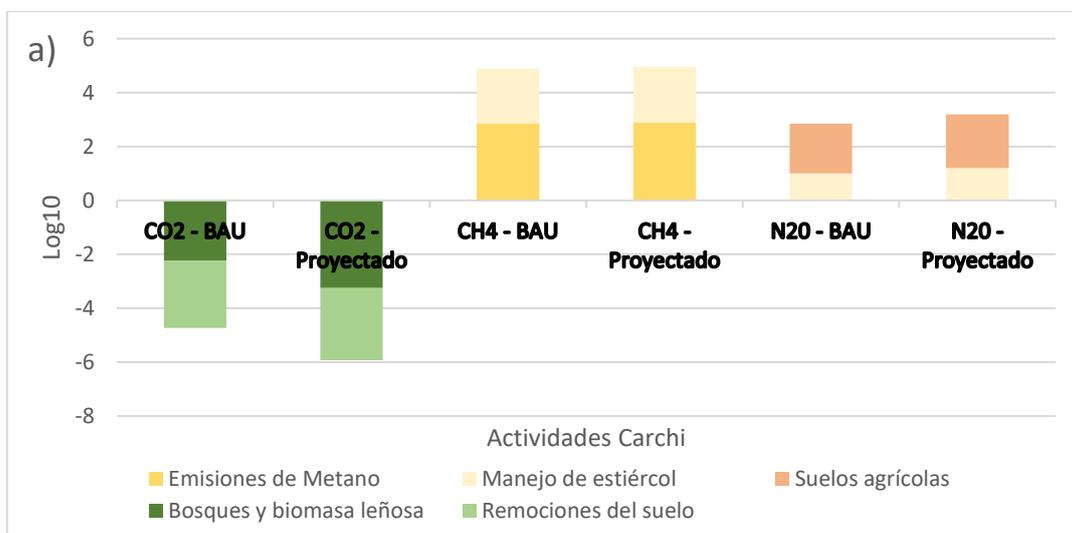
La figura 11a) presenta los resultados por actividad de las fincas en Carchi donde las emisiones más importantes en el escenario BAU son de metano por la ganadería (720 t CO₂e) y el manejo de estiércol (106 t CO₂e), en los suelos agrícolas existe emisiones de óxidos nitrosos con valores de 71 t CO₂e al igual que en el manejo de estiércol (10 t CO₂e). Las remociones registradas corresponden a las áreas con vegetación natural (-174 t CO₂e) y el suelo (-308 t CO₂e). En el escenario proyectado las actividades de ganadería y manejo de estiércol incrementan ligeramente (774 t CO₂e, 116 t CO₂e respectivamente), así como los óxidos nitrosos en el manejo de estiércol y en los suelos agrícolas (16 t CO₂e, 98 t CO₂e respectivamente); pero las remociones son más representativas en la vegetación natural (-1764 t CO₂e) y suelos (-475 t CO₂e).

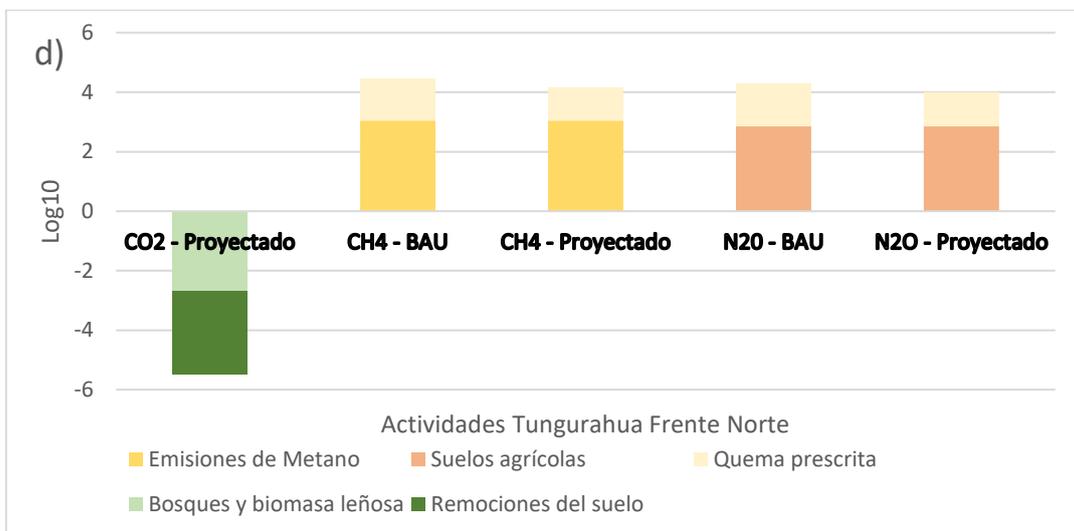
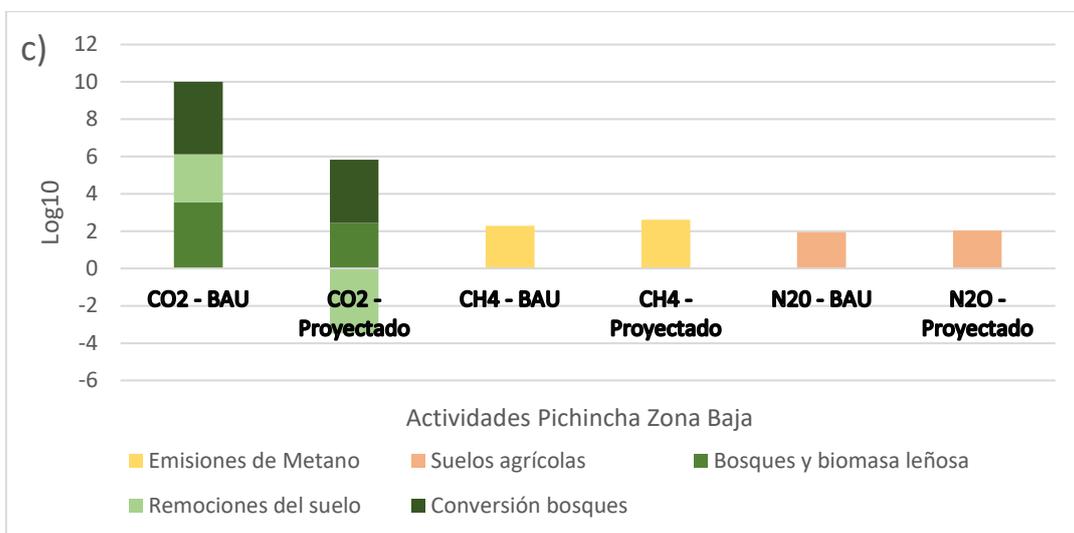
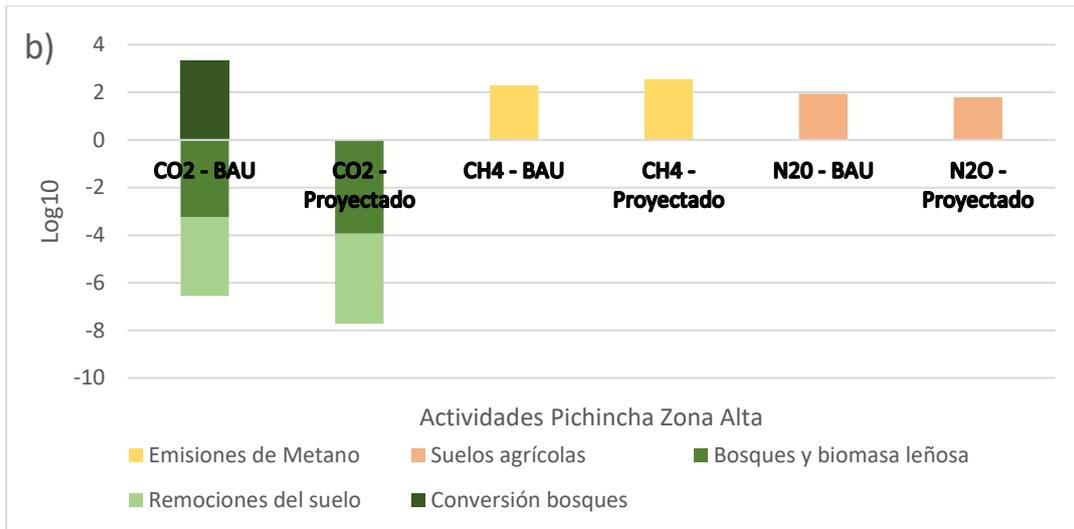
Los resultados por actividad para Pichincha Zona Alta se presentan en la figura 11b), donde en el escenario BAU las actividades ganaderas emiten 202 t CO₂e de metano, los suelos agrícolas emiten 86 t CO₂e de óxidos nitrosos y la conversión de bosques emite 2043 t CO₂e de dióxido de carbono. Las remociones se registran en los bosques y vegetación leñosa, y remociones en el suelo con -1801 t CO₂e y -2255 t CO₂e de dióxido de carbono. En el escenario proyectado las emisiones de metano en la ganadería aumentan a 363 t CO₂e, los óxidos nitrosos de los suelos agrícolas emiten en menor proporción con un valor de 61 t CO₂e y no se registran emisiones por la conversión de bosques. Por otro lado las remociones de dióxido de carbono se incrementan considerablemente en los bosques y suelos con valores de -8705 t CO₂e y -6036 t CO₂e.

En la figura 11c) se encuentran los resultados para Pichincha Zona Baja. En el escenario inicial solo se registran emisiones en todas las actividades, la ganadería emite 192 t CO₂e de metano, los suelos agrícolas 87 t CO₂e de óxidos nitrosos, los bosques 3485 t CO₂e, los suelos 384 t CO₂e y la conversión de bosques 7440 t CO₂e. En el escenario proyectado las emisiones se incrementan en la ganadería (403 t CO₂e) y en los suelos agrícolas (107 t CO₂e); las emisiones de dióxido de carbono disminuyen en los bosques a 276 t CO₂e, y en la conversión de bosques a 2491 t CO₂e, la única remoción registrada se concentra en los suelos con un valor de -2971 t CO₂e.

Los resultados por actividad de Tungurahua Frente Norte se presentan en la figura 11d), donde en el escenario BAU solo se registran emisiones, siendo las más altas las que provienen de la actividad ganadera con 1122 t CO₂e de metano, seguido de los óxidos nitrosos provenientes de los suelos agrícolas con 712 t CO₂e, también existen emisiones de quemas prescritas que son menores y emiten 26 t CO₂e de metano y 28 t CO₂e de óxidos nitrosos. En el escenario proyectado las emisiones que provienen de la ganadería y los suelos agrícolas mantienen los mismos valores que en el escenario BAU, las emisiones de las quemas prescritas disminuyen ligeramente presentando valores de 13 t CO₂e de metano y 14 t CO₂e de óxidos nitrosos. En este escenario si se registran remociones y estas provienen de las actividades de conservación de la vegetación natural y de los suelos con valores de -502 t CO₂e y -620 t CO₂e respectivamente.

Para Tungurahua Frente Sur, los resultados de las emisiones y remociones por actividad se presentan en la figura 11e), donde las emisiones de metano por la ganadería llegan a un valor de 898 t CO₂e, los suelos agrícolas emiten 477 t CO₂e de óxido nitroso y en los suelos se presentan emisiones de 358 t CO₂e de dióxido de carbono; la única remoción registrada viene de la vegetación natural con un valor de -438 t CO₂e de dióxido de carbono. El escenario proyectado tiene una disminución de emisiones de metano en las actividades ganaderas (428 t CO₂e) y en los suelos agrícolas de 228 t CO₂e de óxidos nitrosos. Otra emisión que se presenta en el escenario proyectado son las que están dadas por la conversión de bosques con 383 t CO₂e de dióxido de carbono. Las remociones en este escenario son mucho más grandes en las actividades relacionadas con la conservación de la vegetación natural y los suelos con -495 t CO₂e y -287 t CO₂e de dióxido de carbono.





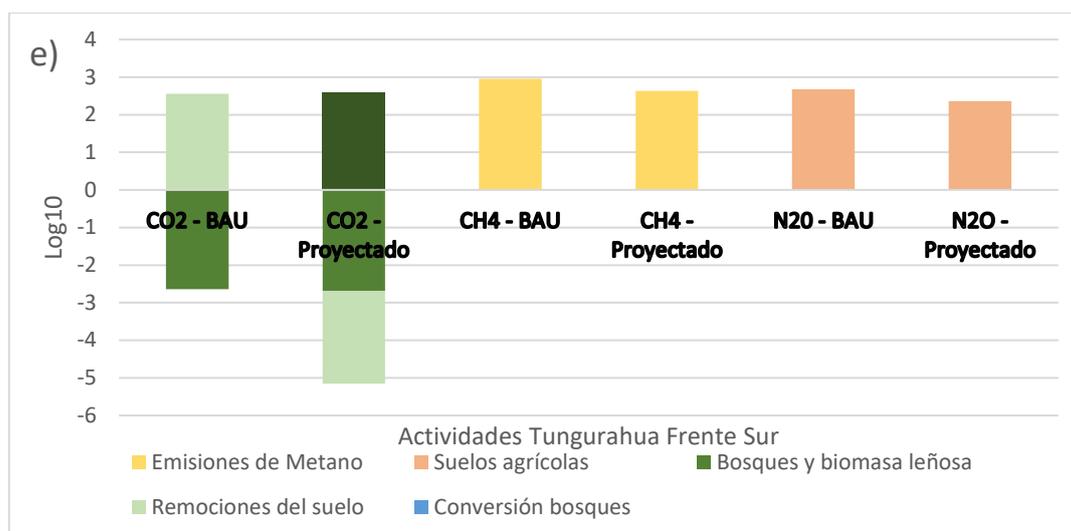


Figura 12. Emisiones y remociones de GEI (expresadas en log10 del valor total de las toneladas de carbono equivalente) por actividad para cada área de estudio

a) Emisiones y remociones por actividad para Carchi, b) Emisiones y remociones por actividad para Pichincha Zona Alta, c) Emisiones y remociones por actividad para Pichincha Zona Baja, d) Emisiones y remociones por actividad para Tungurahua Frente Norte, e) Emisiones y remociones por actividad para Tungurahua Frente Sur

Fuente y elaboración propias, 2019

6.3. Resultados de las emisiones y remociones para las áreas de estudio para los Gases de Efecto Invernadero: metano, óxido nitroso y carbono

En la figura 12, se presentan las emisiones y remociones para los gases: metano, óxido nitroso y carbono, para el escenario inicial (*Business As Usual* - BAU) y el escenario proyectado. Estos gráficos guardan relación con las emisiones y remociones por actividad, pero en esta figura se puede analizar a detalle el efecto de las prácticas de manejo en cada uno de los 3 Gases de Efecto Invernadero (metano, óxido nitroso y carbono) en el período de estudio que va de 2015 al 2019 (ver anexo 6. Reportes de emisiones y remociones de la plataforma CBP para cada una de las áreas de estudio). Con la finalidad de evaluar de mejor manera los resultados, al igual que los gráficos por actividad los resultados se presentan en función del logaritmo en base 10.

La figura 12a) muestra los resultados para las áreas de Carchi, donde las emisiones principales provienen de la emisión de metano y de los óxidos nitrosos del suelo (823 t CO₂e, 81,27 t CO₂e respectivamente) con un ligero incremento en los escenarios futuros (890 t CO₂e, 114 t CO₂e respectivamente), las únicas remociones vienen del dióxido de carbono proveniente de los reservorios de biomasa de aérea y carbono en suelo de los

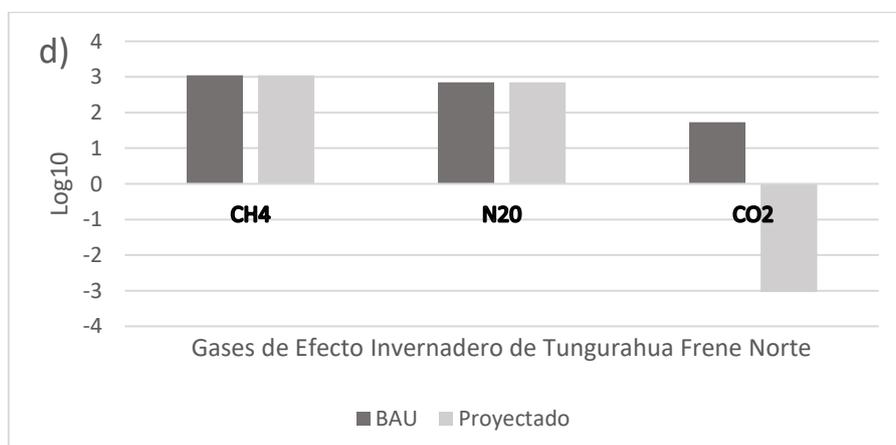
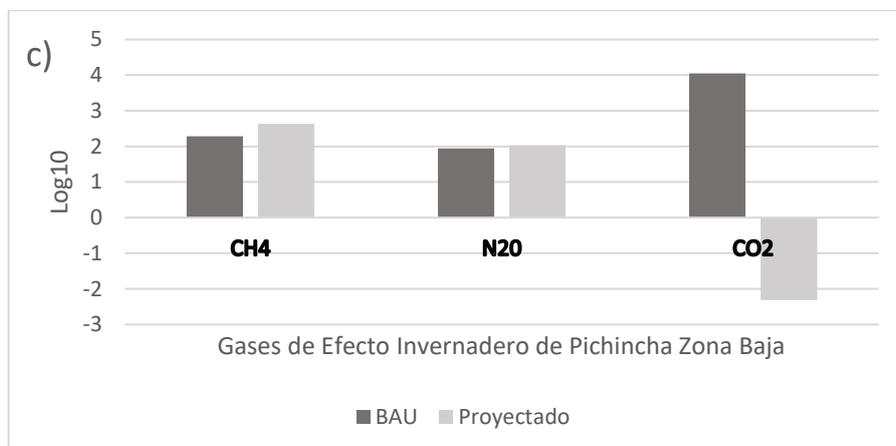
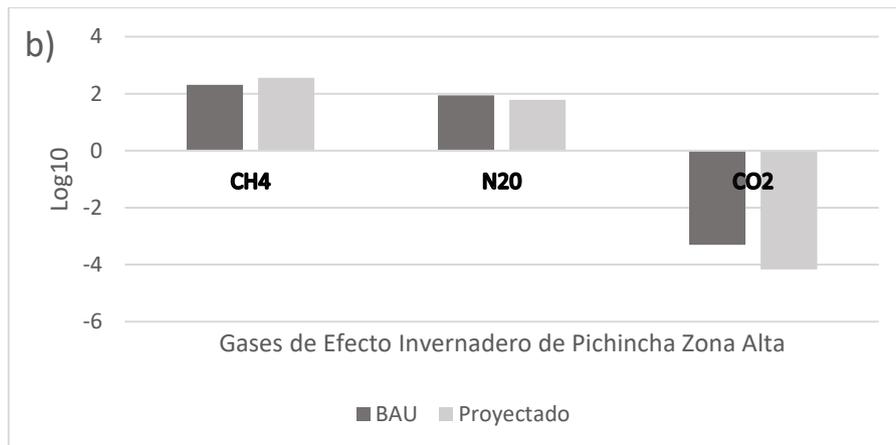
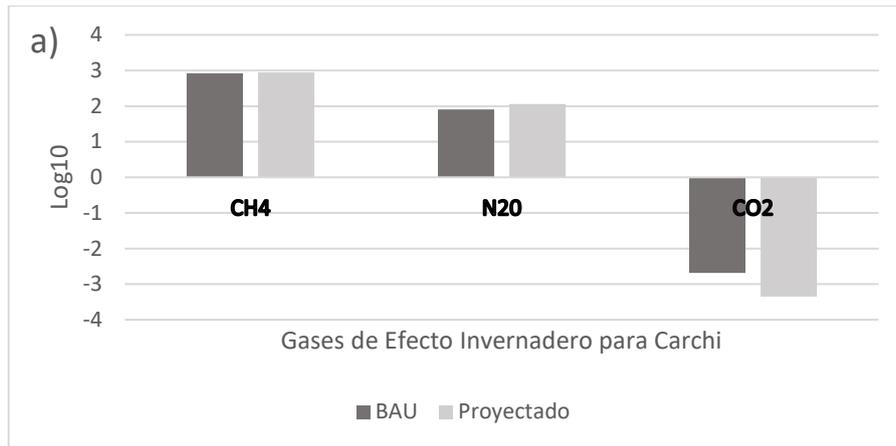
bosques y páramo, pasando de valores en el escenario BAU de -481 t CO₂e a -1235 t CO₂e en el escenario proyectado.

Los resultados para las áreas de Pichincha Zona Alta se observan en la figura 12b) donde las principales emisiones están conformadas por el metano, pasando en el escenario BAU de 202 t CO₂e a 363 t CO₂e en el escenario proyectado. Los óxidos nitrosos presentan una ligera disminución en los escenarios futuros, de 86.4 t CO₂e a 61 t CO₂e. Esta remoción se une a la que se registra con el dióxido de carbono que va de -2013 t CO₂e a -14741 t CO₂e, para las proyecciones.

En la figura 12c), se presentan las emisiones y remociones de metano, óxido nitroso y carbono para las fincas en Pichincha Zona Baja donde se observa incrementos en las emisiones de metano (de 192 t CO₂e a 431 t CO₂e) y de óxidos nitrosos (de 87 t CO₂e a 108 t CO₂e). Para el caso del dióxido de carbono se registran remociones importantes para la zona, ya que en el escenario BAU se registran emisiones de 11309 t CO₂e que para el escenario proyectado pasan a ser remociones de -204 t CO₂e.

La figura 12d) presenta los resultados para Tungurahua Frente Norte, donde prácticamente las se mantienen en la misma magnitud las emisiones de metano y óxidos nitrosos en los escenarios BAU y proyectado (1122 t CO₂e y 712 t CO₂e respectivamente). Para el dióxido de carbono se registran remociones considerables pues en el escenario BAU se tenían emisiones de 54 t CO₂e, que pasa a ser capturas de CO₂ de -1095 t CO₂e en el escenario proyectado.

Finalmente, los resultados para Tungurahua Frente Sur se encuentran en la figura 12e), para el metano se reducen las emisiones de 898 t CO₂e a 428 t CO₂e. Los óxidos nitrosos también tienen una reducción de emisiones en la comparación del escenario BAU y el escenario proyectado, los valores disminuyen de 477 t CO₂e a 228 t CO₂e. En lo que respecta al dióxido de carbono se registraron remociones en los dos períodos (BAU -80 t CO₂e), siendo el escenario proyectado el que tiene un valor más alto de captura -399 t CO₂e.



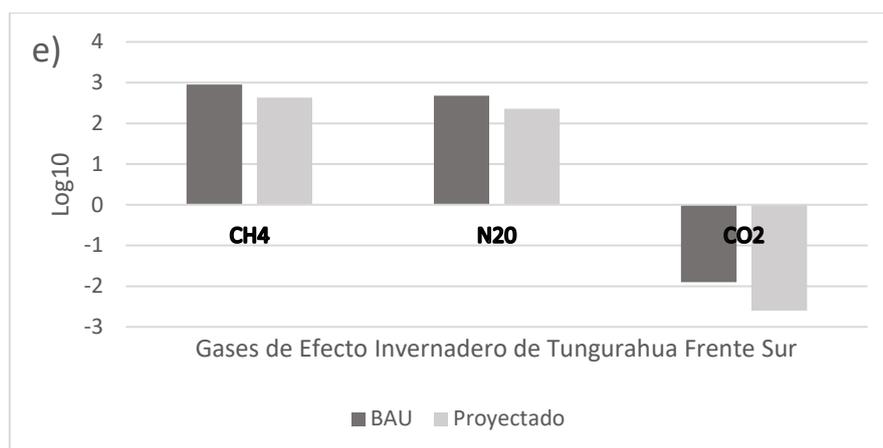


Figura 13. Emisiones y remociones para los GEI: metano, óxido nitroso y carbono (expresadas en log10 del valor total de las toneladas de carbono equivalente) para cada área de estudio
 a) Emisiones y remociones por gases para Carchi, b) Emisiones y remociones por gases para Pichincha Zona Alta, c) Emisiones y remociones por gases para Pichincha Zona Baja, d) Emisiones y remociones por gases para Tungurahua Frente Norte, e) Emisiones y remociones por gases para Tungurahua Frente Sur
 Fuente y elaboración propias, 2019

7. Las prácticas de MST y su relación con los beneficios en la remoción de GEI para el área de estudio

A continuación, se presentan los resultados de los beneficios para cada una de las fincas y áreas comunales de las áreas de estudio. Estos resultados han sido asociados con las prácticas de MST registradas en cada lugar, para de esta manera identificar cual actividad ha tenido mayor impacto en los beneficios encontrados.

7.1. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Carchi

En Carchi se trabajó con 8 fincas donde se implementaron las siguientes prácticas de MST:

- a) Protección de remanentes de bosques y matorrales
- b) Plantaciones en curvas de nivel y bosquetes para restauración de suelos deslavados
- c) Restauración de corredores de conectividad
- d) Plantaciones para formación de barreras vivas lineales y regeneración natural a lo largo de canal de riego
- e) Restauración de vegetación ribereña y áreas de recarga hídrica

f) Plantaciones silvopastoriles y en linderos

En tabla 6, se presentan los beneficios por cada finca, y el aporte de cada práctica en el área de estudio de Carchi.

Tabla 6
Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Carchi

Proyecto CBP - Carchi				
Propietarios	Superficie (ha)	Beneficios en Carbono equivalente (t CO ₂ e/ha)	Porcentaje de contribución a la mitigación de GEI	Prácticas MST
Alfredo Paillacho	3	65,61	3,95	a), b), f)
Arturo Arteaga	25	546,71	32,89	a), e), f)
Camilo Alvarez	6	131,21	7,89	a), d), e), f)
José Quishpe	6	131,21	7,89	a), d), f)
Mauro Alvarez	7	153,08	9,21	a), d), f)
Oswaldo Benavides	20	437,37	26,32	a), c), d), e), f)
Sabulon Yandun	9	196,82	11,84	a), b), e), f)
Total	76	1662	100	

Fuente y elaboración propias, 2019

En la figura 13. Se observa que las prácticas que tuvieron mayor impacto en Carchi fueron la protección de remanentes de bosques y matorrales; y las plantaciones silvopastoriles en linderos, estas dos prácticas representan el 56 por ciento de los beneficios en términos de carbono. Adicionalmente, los trabajos de restauración de la vegetación ribereña y de las áreas de recarga hídrica también representan un beneficio de 21,16 por ciento en al área de estudio.

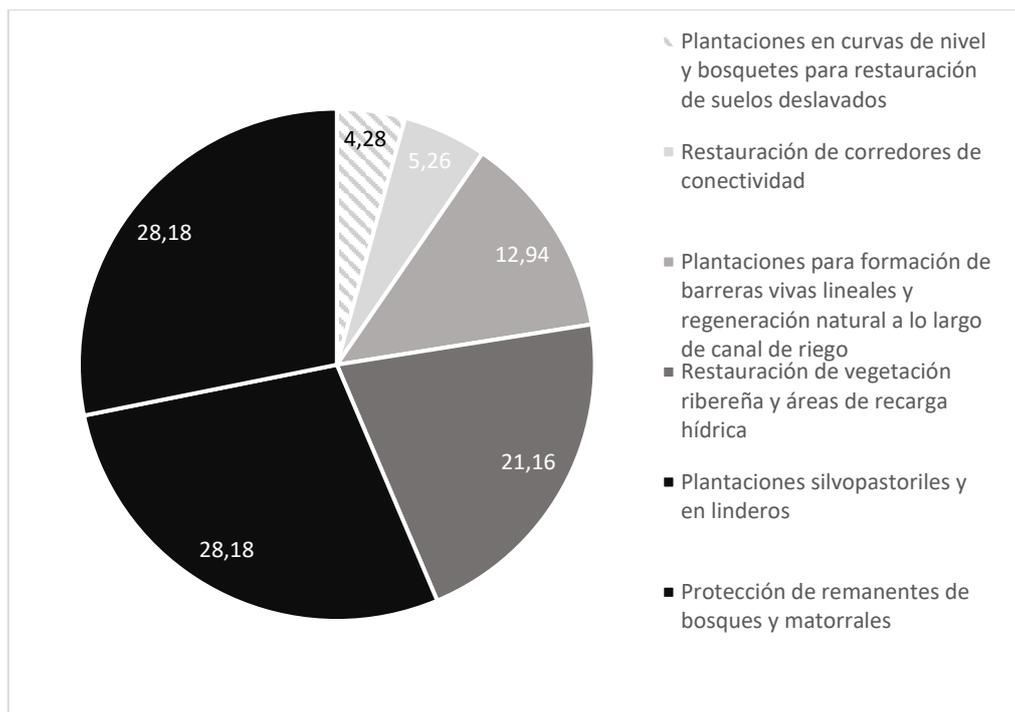


Figura 14. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Carchi

Fuente y Elaboración propias, 2019

7.2. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Tungurahua Frente Norte

En Tungurahua Frente Norte se trabajó con 3 áreas comunales donde se implementaron las siguientes prácticas de MST:

- Acuerdos de conservación para la protección de áreas de páramo
- Instalación de cercado para la exclusión de intervención de animales
- Plantación de especies nativas en el área de páramo degradada
- Instalación de cercado para la protección de fuentes de agua

En tabla 7, se presentan los beneficios por cada área comunal, y el aporte de cada práctica en el área de estudio de Tungurahua Frente Norte.

Tabla 7

Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Tungurahua Frente Norte

Proyecto CBP - Tungurahua Frente Norte				
Propietarios	Superficie (ha)	Beneficios en Carbono (t CO ₂ e/ha)	Porcentaje de contribución a la mitigación de GEI	Prácticas MST
Las Cholas	27	397,73	34,62	a), c), d)
Poguños	16	235,69	20,51	a), c), d)
Las Dogas	35	515,58	44,87	a), b), c), d)
Total	78	1149	100	

Fuente y elaboración propias, 2019

La tabla 14 y la figura 8, muestran que todas las prácticas se implementaron en todas las áreas comunales de la misma forma, pero la instalación de cercado para la exclusión de intervención de animales solamente fue implementada en Las Dogas, por este motivo esta práctica es la que presenta los beneficios más bajos en esta área de estudio. Las demás prácticas poseen un impacto similar en los beneficios en término de remociones de GEI, ya que sus porcentajes son iguales y esto se debe a que se implementaron en las tres áreas comunales de la misma forma y aportan el 29,59 por ciento cada una.

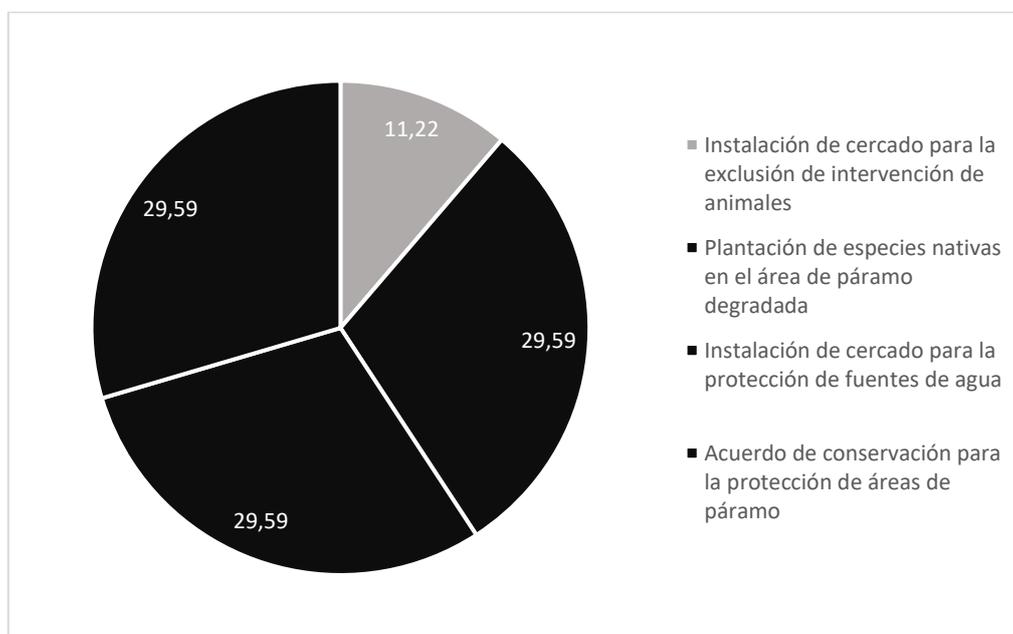


Figura 15. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Tungurahua Frente Norte

Fuente y elaboración propias, 2019

7.3. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Tungurahua Frente Sur

En Tungurahua Frente Sur se trabajó con 4 áreas comunales donde se implementaron las siguientes prácticas de MST:

- a) Declaración de áreas de protección y conservación
- b) Colocación de cercados para la protección de las fuentes de agua
- c) Restauración con especies nativas
- d) Sistema de captura de agua (neblina)

En tabla 8, se presentan los beneficios para cada área comunal, y el aporte de cada práctica en el área de estudio de Tungurahua Frente Sur.

Tabla 8
Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Tungurahua Frente Sur

Tungurahua Frente Sur				
Propietarios	Superficie (ha)	Beneficios en Carbono (t CO ₂ e/ha)	Porcentaje de contribución a la mitigación de GEI	Prácticas MST
Llimpes	81	216,84	20,93	a), b), c)
Puñachizag	10	26,77	2,58	a), b), c)
Santa Lucia	155	414,94	40,05	a)
Shaushi	141	377,46	36,43	a), d)
Total	387	1036,00	100,00	

Fuente y Elaboración propias, 2019

Para el Frente Sur de Tungurahua, se observa en la figura 15 que la declaración de áreas de protección y conservación es la práctica que más beneficios aporta en términos de remociones de GEI, con un 66,11 por ciento de aporte. La segunda práctica de mayor impacto es el sistema de captura de agua de neblina con 18,22 por ciento.

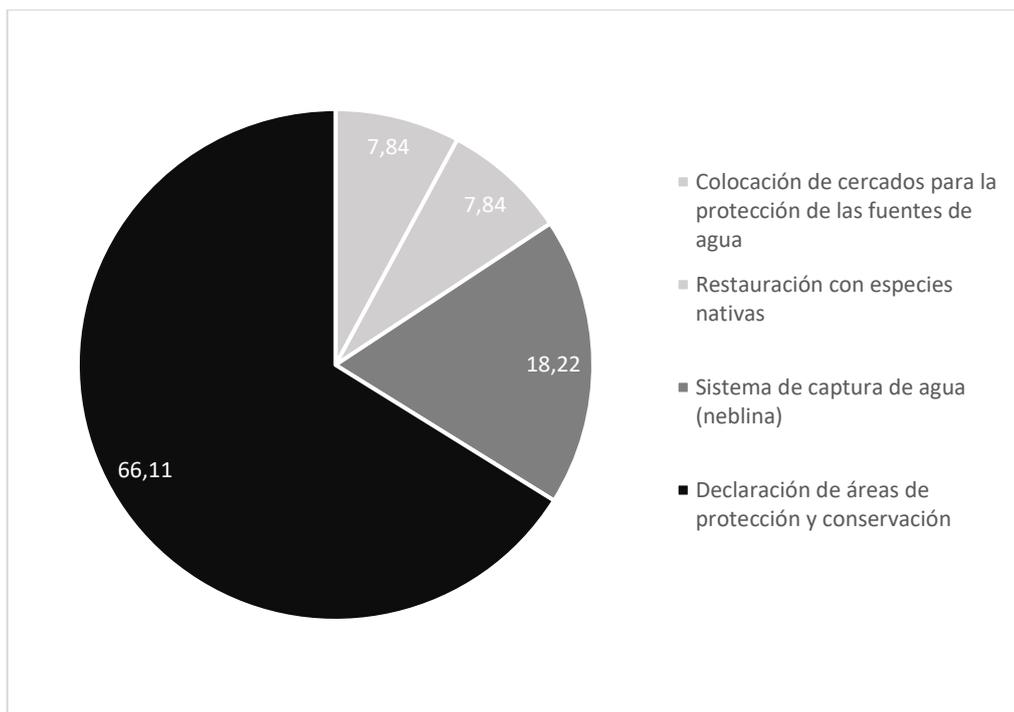


Figura 16. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Tungurahua Frente Sur
Fuente y elaboración propias, 2019

7.4. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Pichincha Zona Alta

En Pichincha Zona Alta se trabajó con 14 fincas donde se implementaron las siguientes prácticas de MST:

- a) Compromiso para la protección permanente de remanentes de bosque
- b) Liberación de potreros para regeneración natural
- c) Siembra de árboles para establecimiento de restauración
- d) Establecimiento de sistema silvopastoril

En tabla 9, se presentan los beneficios para cada finca, y el aporte de cada práctica en el área de estudio de Pichincha Zona Alta.

Tabla 9
Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Pichincha Zona Alta

Propietarios	Superficie (ha)	Beneficios en Carbono (t CO ₂ e/ha)	Porcentaje de contribución a la mitigación de GEI	Prácticas MST
Aída Yáñez	36	530,19	4,21	d)
Eduardo Guerrón	282	4153,15	32,98	a)
Germán Bastidas	13	191,46	1,52	a)
Guillermo Martínez	47	692,19	5,50	a)
Hugo Paz	60	883,65	7,02	a)
Kamal Stamboul	70	1030,92	8,19	b), c)
Leticia Cunalata	13	191,46	1,52	a)
Nelson Dávalos	67	986,74	7,84	b), c)
Patricia Hipo	28	412,37	3,27	a)
Raúl Martínez	19	279,82	2,22	a)
Udo Rother	107	1575,84	12,51	b)
Vilma Peñaherrera	32	471,28	3,74	a)
Wilson Paz	45	662,74	5,26	a)
Carlos Paz	36	530,19	4,21	a)
Total	855	12592,00	100,00	

Fuente y elaboración propias, 2019

En la figura 16, se evidencia que los compromisos para la protección permanente de remanentes de bosques, son la principal práctica que genera un beneficio en toda el área de estudio (67,25 por ciento). Por otro lado, la liberación de potreros también ha sido una práctica de MST efectiva, ya que aporta un 20,53 por ciento de los beneficios de remoción de GEI.

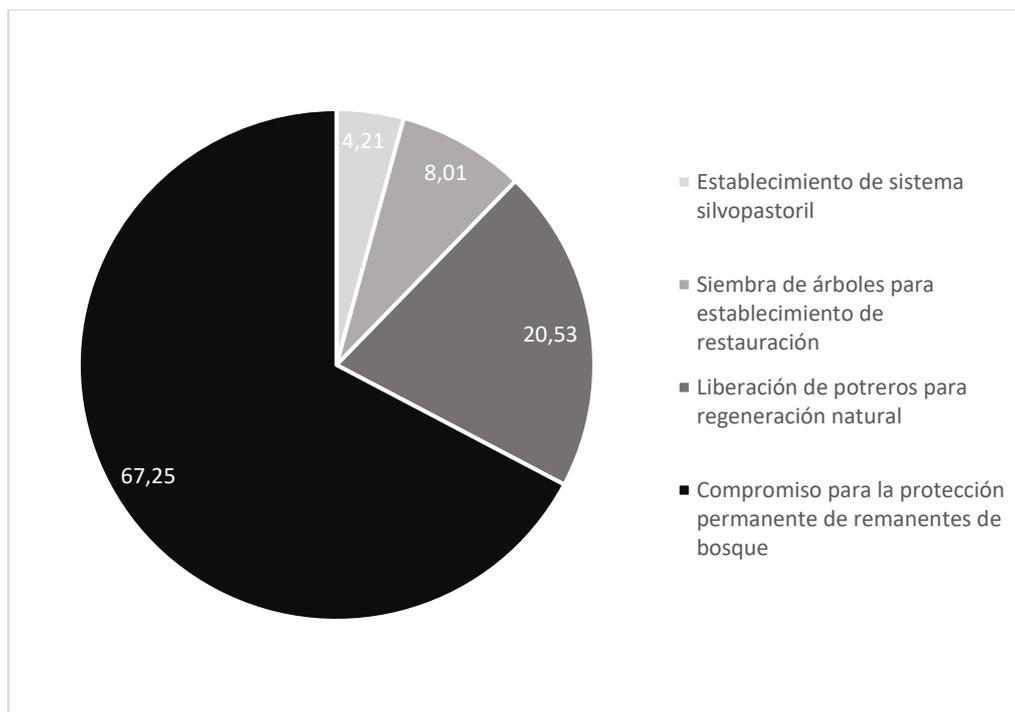


Figura 17. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Pichincha Zona Alta
Fuente y elaboración propias, 2019

7.5. Impacto de las prácticas de MST en los beneficios de la remoción de GEI para Pichincha Zona Baja

En Pichincha Zona Baja se trabajó con 16 finqueros donde se implementaron las siguientes prácticas de MST:

- Compromiso para la protección permanente de remanentes de bosque
- Cercado de áreas para regeneración natural
- Siembra de pasto para estabilización de pendiente
- Siembra de árboles en riberas
- Plantación de árboles maderables
- Establecimiento de sistema silvopastoril
- Establecimiento de sistema agroforestal

En tabla 10, se presentan los beneficios para cada finca, y el aporte de cada práctica en el área de estudio de Pichincha Zona Baja.

Tabla 10
Beneficios en la remoción de GEI por finca, asociado con las prácticas de MST en el área de estudio de Pichincha Zona Baja

Proyecto CBP - Pichincha Zona Alta				
Propietarios	Superficie (ha)	Beneficios en Carbono (t CO ₂ e/ha)	Porcentaje de contribución a la mitigación de GEI	Prácticas MST
Genri Hernández	51	730,16	6,49	a)
Pablo Quinte	27	386,55	3,44	b)
Rolando Barrera	54	773,11	6,87	e), f)
Florencia Quito	17	243,39	2,16	d)
Alipio Mora	55	787,42	7,00	a)
Enrique Miranda	44	629,94	5,60	a)
Fredy Loza	32	458,14	4,07	b)
Hugo Garzón	38	544,04	4,83	a)
Humberto Castillo	33	472,45	4,20	c), e)
Jorge Zhingry	34	486,77	4,33	c)
Julio Mora	39	558,35	4,96	g)
Luz Solano	44	629,94	5,60	b), c), d)
Martha Rivera	44	629,94	5,60	a)
Miryam Mosquera	92	1317,15	11,70	a)
Saúl Picón	103	1474,63	13,10	b)
Walter Cando	79	1131,03	10,05	a)
Total	786	11253,00	100,00	

Fuente y elaboración propias, 2019

En la figura 17, es claro ver que al igual que en la Zona Alta, los compromisos para la protección permanente de remanentes de bosque, son los más efectivos en términos de beneficios de carbono (51,27 por ciento). La otra práctica de MST, importante para la Zona Baja de Pichincha son los cercados establecidos en las fincas con la finalidad que estas áreas se regeneren de manera natural con un 22,48 por ciento de los beneficios.

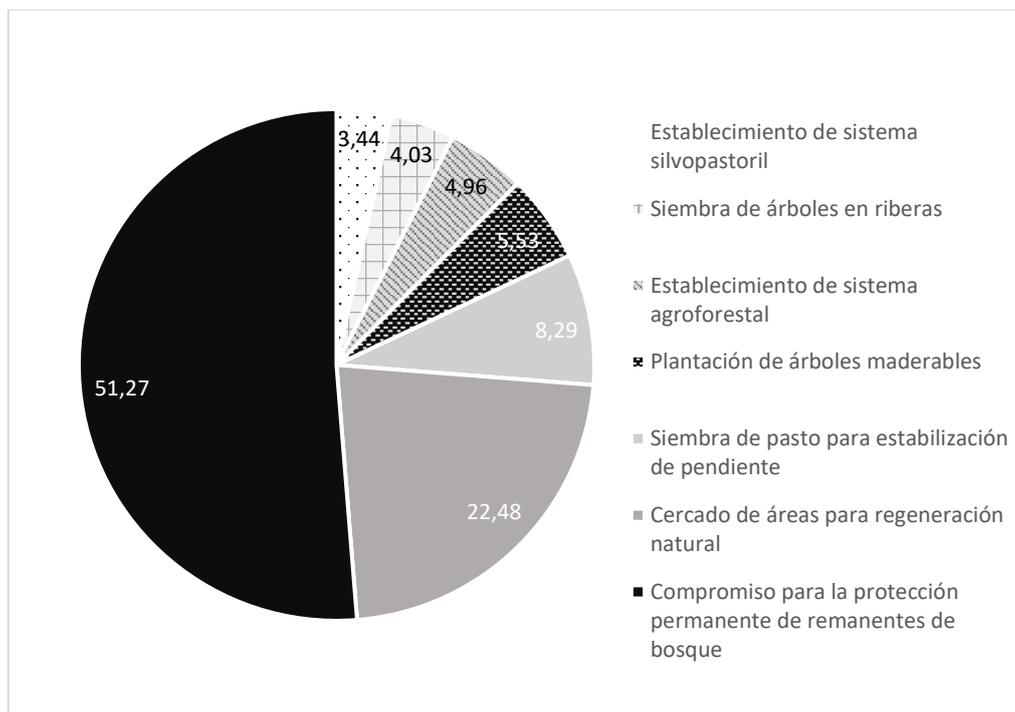


Figura 18. Porcentaje de incidencia de las prácticas de MST en los beneficios de remoción de GEI en el área de estudio de Pichincha Zona Baja
Fuente y elaboración propias, 2019

8. Estimación de costos para la implementación de las prácticas de MST

Para la estimación de los costos de implementación de las prácticas de MST, se realizó un proceso de sistematización de los costos levantados en los diferentes sitios de implementación de las prácticas de MST. De esta manera, se tuvo acceso a los rubros económicos destinados para la implementación de las prácticas. Los montos invertidos en las prácticas involucran rubros destinados para la adquisición de equipos y materiales, la contratación de personal técnico, así como la adquisición de plantas y mantenimiento requerido para su establecimiento.

En la figura 18, se presentan los presupuestos totales de las áreas de estudio. Del detalle de estos presupuestos, las áreas comunales de Tungurahua Frente Sur son las que recibieron la mayor cantidad de recursos económicos para la implementación de las prácticas de MST con un monto de 67022,76 dólares. El siguiente rubro importante es el de Tungurahua Frente Norte que alcanza los 52481,31 dólares. La Zona Baja de Pichincha ocupa un rubro intermedio de 33605,81 dólares y los rubros de la Zona Alta de Pichincha (23960,14 dólares) y Carchi (23287,71) son muy similares, pero Carchi se presenta como la inversión más baja.

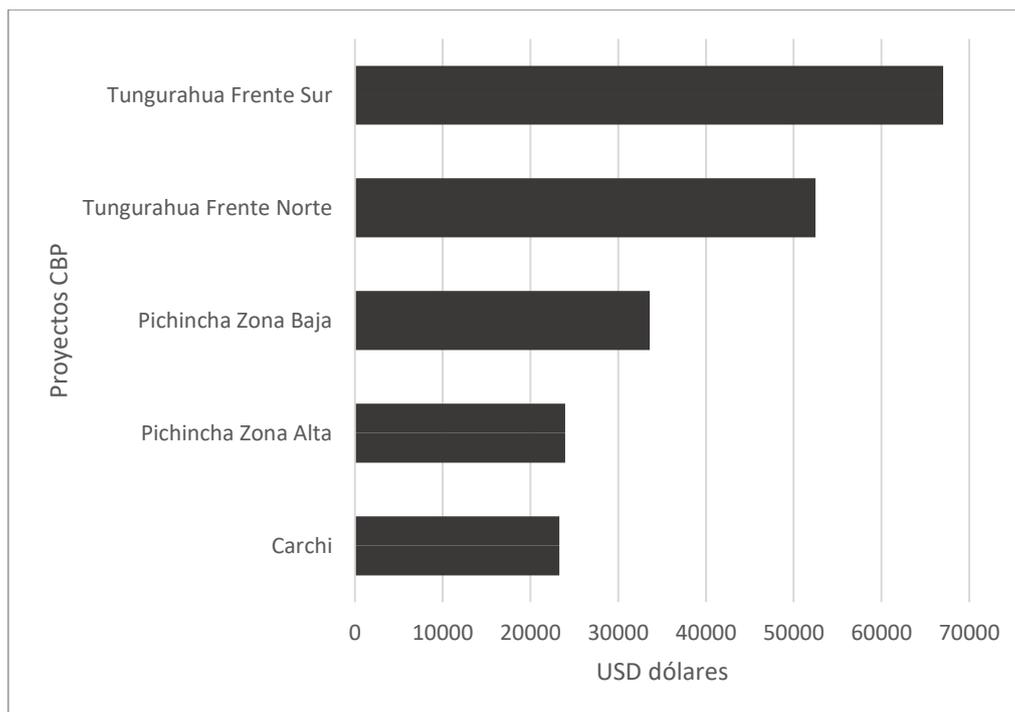


Figura 19. Presupuestos totales destinados para la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio

Fuente y elaboración propias, 2019

Una vez revisados los presupuestos totales invertidos para la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio, se procedió a analizar el costo por hectárea para tener una relación con la superficie intervenida y de esta manera saber en qué área fue más costosa la implementación de las prácticas. De esta manera en la figura 19 se observan los costos por hectárea donde podemos ver que en Tungurahua Frente Norte los costos ascienden a 672,84 USD/ha, siendo el área más costosa en términos de implementación de las prácticas, a pesar de esto también se encuentra el caso de Carchi que tenía el presupuesto más bajo en comparación a las demás áreas, pero al ver el costo por hectárea se ubica como la segunda área más costosa llegando a 306,42 USD/ha.

Para el Frente Sur de Tungurahua, se tiene un valor de 173,19 USD/ha, que es un valor intermedio en comparación a los demás considerando que fue el área que más recursos económicos recibió. Finalmente, los costos más bajos se ubican en las fincas de Pichincha con 42,76 USD/ha para la zona baja y 28,02 USD/ha para zona alta, siendo esta área la que menor costo de implementación de las prácticas tuvo.

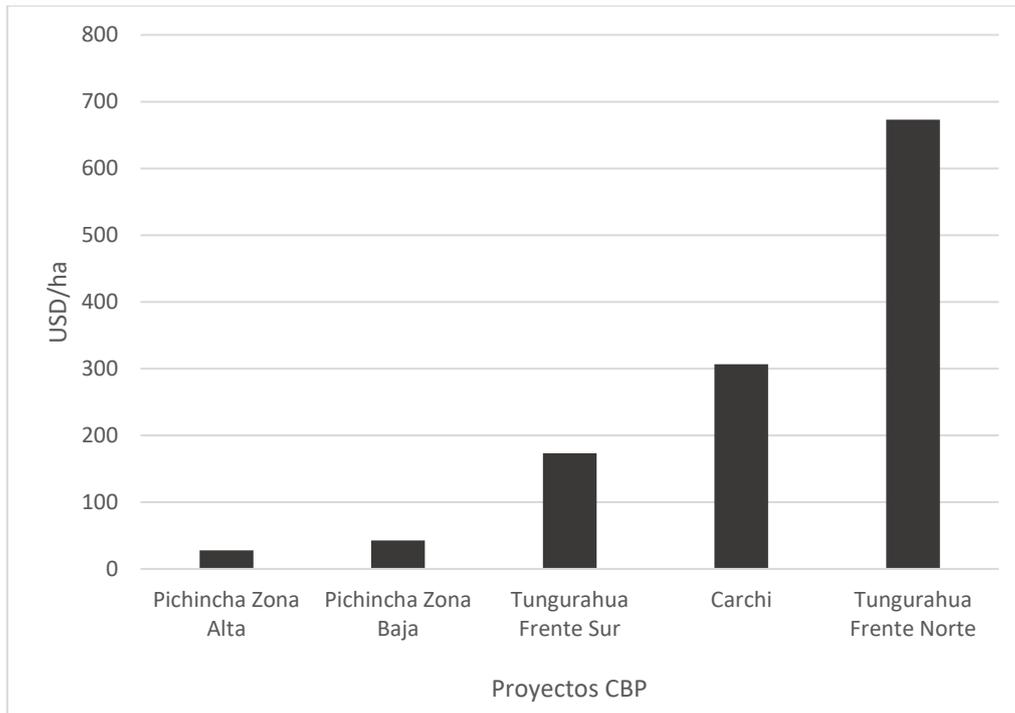


Figura 20. Presupuestos totales destinados para la implementación de las prácticas de MST por hectárea en las áreas de estudio

Fuente y elaboración propias, 2019

Capítulo tercero

Discusión y conclusiones

1. Beneficios totales de las remociones de GEI en las áreas de estudio de Ecuador y experiencias previas de la implementación de las prácticas de MST y la cuantificación de GEI en la plataforma CBP en otras partes del mundo.

La plataforma CBP ha sido utilizada previamente en varios proyectos, uno de los proyectos desarrollados fue la “Manejo sustentable de bosques en el ecosistema transfronterizo del Gran Chaco Americano”, el cual tenía por objeto mitigar y reducir la degradación del suelo y los bosques en el ecosistema del Gran Chaco. El proyecto utilizó las herramientas del CBP para estimar los impactos de las diversas opciones de manejo sostenible de bosques y tierras en sitios piloto (CBP 2019). Estas prácticas de MST y Manejo Sostenible del Bosque (MSB) constituyeron una alternativa validada por el proyecto para el desarrollo sustentable del Gran Chaco Americano revirtiendo y/o mitigando las tendencias de degradación de este ecosistema transfronterizo. Adicionalmente, la línea base de carbono determinada por el Proyecto, que al día de hoy es fuente de datos para la iniciativa LDN (Degradación Neutral de la Tierra por sus siglas en inglés) constituye una muy valiosa información para realizar futuras mediciones de monitoreo del stock de carbono (Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos 2017).

Otro de los proyectos que se han desarrollado con el uso de la herramienta CBP fue la restauración de tierras salinas en China. Las herramientas del CBP se han utilizado para explorar los efectos potenciales del cambio climático por la introducción de la cereza de Goji (*Lycium barbarum L.* - un arbusto leñoso con bayas comestibles), en tierras salinas degradadas en la provincia de Gansu, China (Wang et al. 2015). El Dr. Wang estimó que la introducción de la cereza de Goji podría tener un beneficio de carbono de 2,9 t CO₂e/ha/año, además de ayudar a restaurar las tierras degradadas y proporcionar una fuente de ingresos para los agricultores locales, esto es alto en comparación con el escenario alternativo de que la tierra permanezca desnuda y degradada. Este ejemplo en particular también utilizó las herramientas socioeconómicas del CBP para analizar los costos y las implicaciones sociales de la introducción de la zarzamora junto con los

beneficios del carbono y descubrió que la producción de zarzamora podría ser una opción rentable y eficaz en términos de carbono para la provincia de Gansu (CBP 2019).

Otra de las actividades generadas fue el Programa de Seguridad Productiva Neta (PSNP por sus siglas en inglés) desarrollado en Etiopía. Las herramientas del CBP se utilizaron para estimar el potencial de mitigación del cambio climático del PSNP. Desde 2005, el PSNP ha estado introduciendo prácticas de MST en sitios de toda Etiopía, con el fin de facilitar la seguridad alimentaria, un beneficio colateral del programa ha sido el aumento de las reservas de carbono en los suelos y la biomasa y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero. Este proyecto, coordinado por la Universidad de Cornell, estimó que el beneficio medio de carbono de todos los sitios del PSNP fue de 5,7 t CO₂e/ha/año. La extrapolación de estos resultados al total de las 600.000 ha del PSNP de recintos de área ya establecidos implicaría que ya ha logrado un beneficio total de carbono del orden de 3,4 millones de t CO₂e/año (CBP 2019).

De esta manera, otro de las áreas de implementación del CBP es Ecuador, donde se utilizó la herramienta para estimar los beneficios de la reducción de las emisiones de GEI en fincas y áreas comunales en las provincias de Carchi, Pichincha y Tungurahua donde se han implementado prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra y se han levantado datos en campo de los reservorios de carbono y de las dinámicas agropecuarias en un período de 4 años (2015 a 2019). Los resultados para Ecuador en las áreas estudiadas han generado un beneficio de carbono de 3,2 t CO₂e/ha/año, que representan 6923 t CO₂e/año en un área de implementación relativamente pequeña (2182 ha). Estos resultados son mayores para los valores encontrados en China y representan aproximadamente la mitad de los beneficios encontrados en Etiopía, pero dejan ver el potencial que las prácticas de MST podrían tener si se implementarían en áreas agropecuarias más extensas dentro del país. Adicionalmente, con mayor tiempo para la aplicación de las prácticas, seguramente estos beneficios podrían ser mucho más altos pues en un período de cuatro años todas las áreas presentaron incrementos en la captura de GEI, que podrían tener un potencial más interesante en períodos de tiempo más prolongados.

Un aporte importante de la presente investigación ha sido la oportunidad de contar con datos e información levantada y calibrada para las áreas de estudio, y adicionalmente para los ecosistemas altoandinos. Esto genera que dentro de las estimaciones de carbono los factores de emisión relacionados con la biomasa aérea, la necromasa y el carbono en suelos hayan bajado sus incertidumbres por debajo del 6%, así como proporcionar

cuantificaciones propias para los Andes. Esto hace que los resultados presentados correspondan a un tier 2, pudiendo generar un impacto mucho mayor desde el punto de vista técnico, operativo e inclusive económico al verlo desde una perspectiva de reportes relacionados con el cambio climático.

2. Discusión de los beneficios de la captura de GEI, debido a la implementación de las prácticas de MST en las áreas de estudio.

Los resultados de todas las áreas de investigación generaron resultados positivos en la captura o remoción de GEI, estos beneficios se cuantifican en toneladas de carbono equivalente y ratifican de manera general que las prácticas de MST, permiten que exista un impacto positivo en la remoción de GEI de la atmosfera en los ecosistemas y áreas ganaderas alto andinas. Adicionalmente, es importante mencionar que los beneficios se concentrarán en los reservorios estudiados que son la biomasa aérea, la necromasa y el carbono en suelos.

De los resultados presentados se puede observar que las áreas donde existían mayores emisiones en el escenario de línea base, eran Tungurahua Frente Norte y Pichincha Zona Baja. En principio todas las áreas de Ecuador emitían y solamente la Zona Alta de Pichincha presentaba remociones de GEI. Para los escenarios proyectados donde ya existe la implementación de prácticas de MST se comprueba que en todas las áreas existen remociones, pero en Tungurahua Frente Norte, Tungurahua Frente Sur y la Zona Baja de Pichincha siguen existiendo emisiones GEI pero en una proporción mucho menor de lo que acontecía en la línea base. En los resultados de los balances por hectárea, se puede observar que las remociones de Carchi y de la Zona Alta de Pichincha son prácticamente iguales, evidenciando la eficacia de las prácticas de MST implementadas en estos espacios, ya que son las más altas de todas las áreas estudiadas.

Los datos de la diferencia incremental, es decir el beneficio esperado en la remoción de GEI por hectárea, muestran que las fincas en Carchi fueron las que mayores remociones presentaron y por ende donde las prácticas de MST fueron más eficientes en términos de incremento de los reservorios de carbono. Por otro lado, las fincas y áreas comunales del Frente Norte de Tungurahua y la Zona Alta y Baja de Pichincha tuvieron respuestas muy similares y sus valores se encuentra en el mismo rango, generando

beneficios muy parecidos. El Frente Sur de Tungurahua tuvo el menor beneficio, y es una zona donde se hace necesario reforzar las prácticas establecidas en las áreas comunales.

En las áreas de estudio de Carchi, las actividades agropecuarias constituyen la principal fuente de emisión de carbono a la atmósfera, y esto tiene mayor peso en el escenario proyectado ya que existe un ligero incremento en las cabezas de ganado a futuro. La mayor parte de esta emisión proviene del metano (774 t CO₂e) y en segundo lugar del óxido nitroso (176 t CO₂e). La vegetación natural y los suelos registran remociones de dióxido de carbono que son diez veces mayores en los escenarios proyectados (-2239 t CO₂e) demostrando una efectividad en la implementación de las prácticas de MST en estas áreas. Adicionalmente, las remociones de dióxido de carbono son potenciadas en los escenarios futuros debido a los acuerdos de conservación y los procesos de reforestación en áreas naturales. El beneficio total debido a las remociones de GEI en la provincia de Carchi es de -1662 t CO₂e.

En las fincas de Pichincha Zona Alta, las emisiones de GEI provienen del sector agrícola y ganadero, siendo este último el más representativo especialmente por sus emisiones de metano, donde prácticamente no se presentan beneficios y se sigue emitiendo carbono a la atmósfera. En los suelos agrícolas se observa que gracias a las prácticas de MST implementadas se registró remociones de 25 t CO₂e, especialmente en los óxidos nitrosos. Los bosques, la biomasa leñosa y los suelos, son las principales fuentes de remoción de GEI, lo cual se potenció con la aplicación de las prácticas, ya que los valores con las proyecciones llegaron a ser diez veces más altos (-14741 t CO₂e) que lo registrado en el escenario inicial (-4056 t CO₂e), algo importante a tomar en cuenta es que no se registra deforestación en las proyecciones, generando beneficios de -2043 t CO₂e. En términos generales los beneficios encontrados en Pichincha Zona Alta generan remociones de -12592 t CO₂e, y están dadas principalmente por el almacenamiento de GEI de las áreas boscosas y el suelo. Las prácticas implementadas en esta zona potencializan los beneficios, que llegan a ser ocho veces mayores en los escenarios proyectados debido al manejo sostenible existente en estos lugares.

En el caso de las fincas de Pichincha Zona Baja, existe una gran disminución de emisiones y que a futuro podrían convertirse en remociones si se continúa con las prácticas de MST. Las principales emisiones en escenarios proyectados están relacionadas con el metano y el óxido nitroso producido por la actividad ganadera, y estas persisten, pues es muy complejo que las áreas intervenidas tengan un cambio de uso que propenda a la conservación de la zona. Adicionalmente a estas emisiones, se puede

observar que los bosques y biomasa leñosa han sufrido procesos de degradación y deforestación que emiten GEI, pero existen disminuciones considerables asociadas a las prácticas de MST, que generan un efecto positivo como beneficio de -3209 t CO₂e y en la disminución de conversión de bosques de -4949 t CO₂e, donde es muy probable que los acuerdos de conservación lograron frenar la deforestación en esta área de estudio, por lo que se esperaría que a futuro la deforestación sea mínima o nula. Otro aspecto importante, es la recuperación del suelo y su capacidad de almacenamiento de carbono, con beneficios de -3355 t CO₂e, evidenciando también el cambio de manejo de estas tierras, que con ayuda de las prácticas podría incrementar fácilmente. En términos generales se registran beneficios en las remociones de -11253 t CO₂e, esto principalmente debido a la reducción de emisiones. Si bien al observar el escenario BAU y el proyectado todavía existen emisiones, la disminución es significativa y se esperaría que a futuro esto cambie y solo se registre remociones.

En Tungurahua Frente Norte, las emisiones provenientes del sector agrícola y ganadero se mantienen, así como las quemadas prescritas en zonas de páramos, estas quemadas han disminuido, pero aún se presentan por temas culturales de las comunidades y emiten alrededor de 27 t CO₂e. Los beneficios en los incrementos de los reservorios de carbono se presentan principalmente por las prácticas de MST implementadas en el páramo por los acuerdos de conservación y la reforestación de bosques nativos que se proyectan a futuro (-502 t CO₂e). El manejo implementado en esta zona también se evidencia por la mejora en el almacenamiento de carbono en suelos (-620 t CO₂e), donde estos dos reservorios son las principales fuentes de cambio para las remociones de GEI. En términos generales los beneficios son evidentes por la implementación de las prácticas de MST, pasando de un escenario inicial negativo que no presentaba ningún manejo y únicamente emitía GEI, a un escenario proyectado que implementa actividades sostenibles y conservación, evitando emisiones de carbono a la atmósfera en un total de -1149 t CO₂e.

Cuando vemos los resultados de Tungurahua Frente Sur, se observan beneficios en el sector ganadero y agrícola, (-470 t CO₂e, y -249 t CO₂e respectivamente), esto principalmente debido a la disminución de las cabezas de ganado a futuro. Estas condiciones son favorecidas por el incremento de las áreas de bosques nativos con beneficios de -57 t CO₂e, así como el efecto de las prácticas en los suelos de los páramos (-645 t CO₂e). La tendencia en general es muy similar a lo observado en el proyecto Tungurahua Frente Norte, pero se puede observar que la intervención es mayor en esta

zona, ya que llama la atención un proceso de deforestación futuro que estará ligado a una expansión de las zonas agrícolas donde se registran emisiones y esto a su vez hace que estas áreas comunales sean las que tengan el menor beneficio en comparación a las otras áreas de estudio. Los beneficios en los incrementos de las remociones de GEI son positivos (-1036 t CO₂e), y ese aporte viene del manejo integral de la zona, lo que combina las emisiones de los sectores agrícolas, ganaderos y de las áreas naturales en los diferentes gases.

3. Discusión de las prácticas de MST que tienen mayor incidencia en los beneficios de la remoción de GEI en las áreas de estudio.

En definitiva, la práctica de MST que ha tenido el mayor impacto en la remoción de GEI es la implementación de acuerdos y/o compromisos de protección de la vegetación natural: bosques, arbustos o áreas de páramo. Esto es evidente en los resultados presentados para todas las áreas de estudio con relación a las prácticas de MST y el beneficio que se estima en cada finca o área comunal.

En cada una de las áreas de estudio predominan los acuerdos de conservación, donde se declararon áreas dedicadas a la conservación. Estos esfuerzos se centran en la conservación estricta, los mismos que acumulan gran cantidad de carbono y mediante estos acuerdos se limita el cambio de uso del suelo, evitando la degradación y deforestación de estos ecosistemas naturales. Los acuerdos de conservación tienen una especial incidencia en Tungurahua Frente Sur, Pichincha Zona Alta y en Pichincha Zona Baja constituyendo el 66,11 %, 67,25 % y el 51,27 % respectivamente, del beneficio encontrado para estas áreas de estudio.

Luego de los acuerdos de conservación, las prácticas con mayor impacto en los beneficios están relacionadas en su gran mayoría con la restauración de la vegetación natural, entre estas prácticas encontramos: el cercado de áreas para la regeneración natural, la liberación de potreros para la regeneración natural, restauración de vegetación ribereña y áreas de recarga hídrica, la plantación de especies nativas en áreas de páramo degradado. Estas prácticas han cambiado la tendencia de uso de estas zonas permitiendo que puedan recuperarse y quitando la presión que ejerce el ganado en estas áreas. De esta manera las áreas degradadas están restringidas para procesos de producción y se espera que a futuro sigan sus procesos de sucesión, ya sea por procesos de restauración activa o pasiva, teniendo implicaciones directas a futuro en el incremento de los reservorios de carbono de estas áreas.

Las prácticas relacionadas con la restauración de la vegetación natural representan un porcentaje importante de beneficios en la remoción de GEI, especialmente en Tungurahua Frente Norte, donde las prácticas establecidas: la instalación de cercado para la exclusión de intervención de animales, la plantación de especies nativas en el área de páramo degradada y la instalación de cercado para la protección de fuentes de agua, representan el 70,41 % de los beneficios. Adicionalmente, estas prácticas también son importantes en Carchi donde suman el 43,64 %, en Pichincha Zona Baja el 34,8 %, en Pichincha Zona Alta el 28,54 % y en el lugar que menor impacto tuvieron fue en Tungurahua Frente Sur con el 15,68%.

Es muy importante recalcar que la implementación de estas prácticas de MST, partió de la necesidad de mejorar la provisión de agua como un servicio ecosistémico necesario para el desarrollo de las poblaciones asentadas en estos territorios, así como la mejora e incorporación de un manejo sostenible y eficiente de sus sistemas productivos. Sin el trabajo en estos aspectos, la conservación y la restauración serían inviables. Esto nos deja ver que la viabilidad de las medidas de mitigación, siempre van a tener una relación muy estrecha con las actividades productivas y de conservación, y en cualquier territorio deben ser trabajadas a la par, es decir ofreciendo alternativas sostenibles que disminuyan la presión en las áreas naturales, así como mejorando las actividades productivas de la población. En este trabajo, juegan un rol fundamental los beneficios y co-beneficios que la gente puede percibir de las prácticas que se emplean, así como los incentivos que pueden ser entregados y que por constituirse como actividades de mitigación frente al cambio climático, debería también provenir de recursos que se destinen en estas temáticas.

Adicionalmente, el desarrollo de las prácticas parte de un financiamiento externo a los propietarios de las fincas y las áreas comunales, por lo que es probable que existan actividades que solo puedan estar presentes cuando exista el presupuesto necesario para ejecutarlas, lo cual podría generar dificultades en su permanencia a futuro, entonces es vital que el diseño y planificación tenga en cuenta la posibilidad de financiamientos futuros o tratar de implementar (mientras esté vigente el proyecto y existan fondos) las acciones que requieran mayores recursos para que al finalizar un proyecto las comunidades y propietarios estén en la capacidad de mantener y continuar con estas prácticas con un gasto mínimo o en el mejor de los casos sin tener que considerarlo.

4. Discusión de costos y beneficios en la remoción de GEI

El presupuesto total invertido en la implementación de las prácticas de MST en todas las áreas de estudio fue de 200357,74 dólares, donde las inversiones más altas fueron destinadas a para las áreas de Tungurahua Frente Sur (67022,76 dólares) y Tungurahua Frente Norte (52481,31 dólares). Por otro lado, si analizamos los costos por hectárea, tenemos que el valor promedio para la implementación de las prácticas de MST es de 244,64 dólares/ha, y las áreas donde los costos son más altos son Tungurahua Frente Norte con 672,84 dólares/ha y Carchi con 306,42 dólares/ha.

Finalmente, se realizó una comparación de estos costos con los beneficios obtenidos por la remoción de GEI. En la figura 20, se puede observar este análisis a nivel de hectárea y a pesar de que no existe una tendencia marcada, a medida que los beneficios incrementan los costos también son mayores, esto se da básicamente por la posibilidad de implementar mayor número de prácticas o actividades con mayor nivel de detalle, lo cual tiene un impacto importante en el manejo de estas tierras.

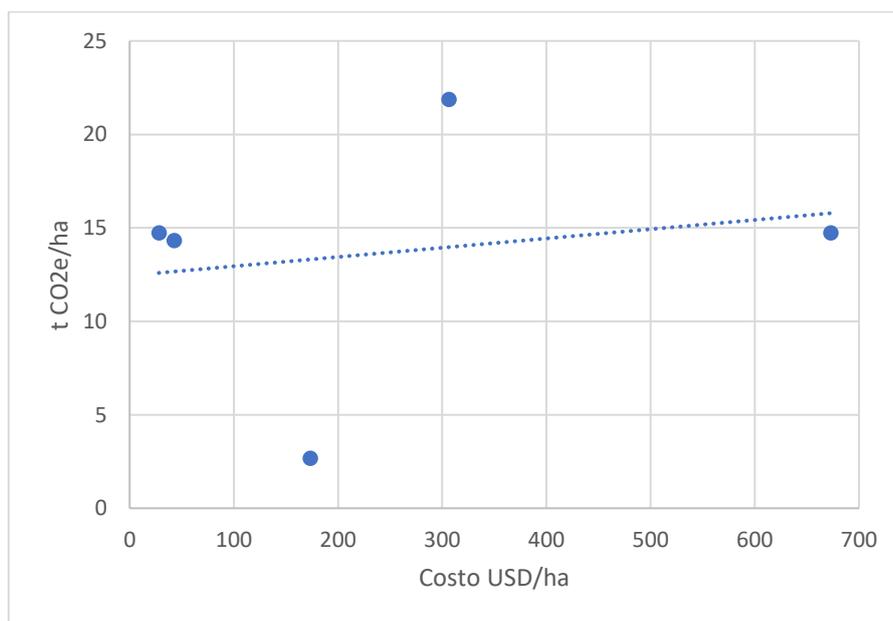


Figura 21. Comparación entre los beneficios de la remoción de GEI (t CO₂e/ha) y los costos de implementación (USD/ha) de cada práctica en las áreas de estudio
Fuente y elaboración propias, 2019

Es claro que estos patrones en términos de costos y beneficios pueden desarrollarse siempre y cuando existan recursos (económicos, humanos, técnicos, etc) para la implementación de las prácticas de MST, pues el cambio de las actividades

productivas habituales implica una serie de necesidades que deben ser cubiertas de la misma manera o mejor, de lo que se hacía antes de su aplicación.

Las medidas de mitigación aportan a la reducción de emisiones de GEI, lo cual tiene incidencia en los reportes a nivel nacional, desde este punto de vista los beneficios en termino de emisiones evitadas, aportarían a las metas planteadas por el país, pero a nivel local existen otros beneficios que no están insertos en los reportes nacionales y que benefician directamente a las poblaciones que viven en estos espacios. Estos beneficios que ocurren a una escala local no son percibidos por la gente en términos de carbono o GEI, si no que provienen de los servicios ecosistémicos como la provisión de agua o el manejo de los suelos, que son elementos fundamentales para el desarrollo sus actividades productivas, así como de sus actividades de subsistencia. De hecho, la entrada para el trabajo con las comunidades y finqueros dentro de este estudio fue la mejora del acceso al recurso agua, pero esto a su vez tiene una relación directa con el almacenamiento de carbono y la remoción de GEI.

Los costos asociados a la implementación de las prácticas de MST dependen de fuentes de financiamiento externas a las comunidades y finqueros, pues las inversiones provienen de proyectos, cooperantes e instituciones que trabajan en el desarrollo de las poblaciones en ecosistemas altoandinos. Este proceso de transición a sistemas y prácticas sostenibles debería ser financiado por las iniciativas estatales o de cooperación que apunten a mejorar el bienestar y la calidad de vida de los habitantes de un territorio, y si su repercusión involucra la incorporación de temas de cambio climático, los presupuestos que provienen de estas actividades deberían ser invertidos y destinados a la implementación de este tipo de proyectos buscando una transición a mediano y largo plazo, a sistemas sostenibles resilientes al cambio climático, que brinden oportunidades de desarrollo y provean de servicios ecosistémicos a la gente, y que sirvan y aporten a la contabilidad nacional y a los acuerdos internacionales adquiridos por el país.

Por otro lado, las tecnologías aplicadas en la presente investigación proporcionan una amplia gama de actividades que podrían ser presentadas en otras iniciativas en los Andes, estas alternativas han sido implementadas en territorio y han demostrado tener efectividad en la provisión de servicios ecosistémicos, así como en la generación de beneficios en la remoción de GEI en la atmósfera y además presentan el costo de su implementación. De esta manera, los resultados obtenidos sirven de guía para futuros proyectos de implementación de prácticas de MST que partan de fuentes de financiamiento climático, y que necesitan reportar la cuantificación de los beneficios en

términos de emisiones y remociones de GEI para actividades productivas y de conservación en los ecosistemas altoandinos.

Conclusiones

La implementación de las prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra genera beneficios en la remoción de GEI. Para las áreas de estudio en Ecuador los beneficios representan un promedio 12,69 t CO₂e/ha, los cuales se concentran en los reservorios de carbono de la biomasa aérea, necromasa y suelos de la vegetación nativa de los ecosistemas altoandinos que han sido objeto de esta investigación, es decir los bosques montanos, páramos, y en los sistemas productivos ganaderos.

Los ecosistemas altoandinos generan beneficios importantes en la captura de GEI, especialmente por el potencial de carbono que pueden almacenar en sus reservorios. Debido a esto las prácticas de Manejo Sostenible relacionadas con los acuerdos de conservación y la restauración de la vegetación natural en este tipo de ecosistemas, constituyen las actividades que poseen mayor impacto en el incremento de los beneficios en la remoción de GEI de la atmosfera. En este sentido, evitar la conversión de áreas de bosques y páramos es vital para que los beneficios se mantengan con el tiempo, e incluso puedan ser mayores a medida que estas áreas se restauren o lleguen a un estadio de sucesión avanzado.

El trabajo realizado en las fincas y áreas comunales, parte de la necesidad de cubrir necesidades insatisfechas que principalmente están relacionadas con la falta de agua para consumo humano y para sus actividades productivas de subsistencia. Para la gente que habita en estos espacios, la provisión de agua se convierte en un servicio ecosistémico clave para su desarrollo, pero la captura de carbono y su aporte en las remociones de GEI se presenta como un co-beneficio que aporta y se convierte en un indicador de la mejora de estos servicios ecosistémicos que genera una alternativa para el ingreso de recursos económicos que provienen de estrategias climáticas que son invertidos en el desarrollo de las poblaciones y en un cambio progresivo hacia actividades productivas más sostenibles que también aportan a la conservación y restauración de los ecosistemas alto andinos.

La relación entre los costos de implementación de las prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra y los beneficios en la remoción de GEI, no es clara. Existe una ligera tendencia a que mientras los beneficios se incrementan los costos de implementación también lo hacen, pero realmente es muy difícil afirmar que esta

tendencia pueda darse en todas las áreas donde se implementen prácticas de manejo sostenible, esto puede variar dependiendo de las necesidades de la población que maneja los recursos en su finca o área comunal, pues en algunos casos la construcción de infraestructura para las actividades productivas o la dotación de servicios como el agua puede ocupar gran parte del presupuesto y no necesariamente generar beneficios en términos de almacenamiento de carbono, pero si en otros aspectos de carácter social y económico.

Para la implementación de las prácticas de Manejo sostenible de la Tierra se requiere de una inversión fuerte de capital, que para la presente investigación refleja un valor promedio de 244 dólares/ha. Una opción para poder cubrir estos valores podría ser el acceso a recursos financieros que vienen al país a través de fondos gestionados para combatir los efectos negativos del cambio climático. En este caso, los esfuerzos para consolidar alianzas y recursos deben trabajarse a nivel local para ser congruentes con la escala de trabajo de la presente investigación.

La presente investigación proporciona una perspectiva para abordar el financiamiento climático desde el punto de vista de las tecnologías de MST más eficientes en la generación de beneficios. En este sentido, un punto clave es abordar el tema desde la relación que existe entre agua y carbono, ya que puede influir de manera drástica en el desarrollo de las poblaciones, así como en la mejora de servicios ecosistémicos y la remoción de GEI de la atmósfera. Desde esta perspectiva el impacto de las prácticas de MST se multiplica, y como hemos visto antes las prácticas relacionadas con el establecimiento de áreas de conservación y los procesos de restauración son las que generan más beneficios, entonces estas tecnologías deben ser ubicadas en zonas de recarga hídrica, para que sus intervenciones se vuelvan fundamentales para un desarrollo integral del territorio.

Como conclusión final, es importante considerar que para disminuir los procesos de deforestación y degradación en los países del sur global, se hace necesario potencializar estrategias de conservación y restauración que mejoren el manejo de las tierras agropecuarias tratando de disminuir la presión sobre los recursos naturales. De esta manera, las prácticas de Manejo Sostenible de la Tierra (MST) que buscan generar cobeneficios a las poblaciones donde son implementadas, tratan de mejorar su producción agropecuaria, en términos de proyectar procesos familiares sustentables, que disminuyan la presión por el cambio de uso del suelo, frenen el avance de la frontera agropecuaria, la degradación de los suelos, y también conserven zonas naturales con vegetación nativa.

Referencias bibliográficas

- Adger W., Agrawala S., Mirza M., Conde C., O'Brien K., Puhlin J., Pulwarty R., Smith B., y Takashi K. 2007. "Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity". En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*,. Cambridge University Press.
- Aide, T. Mitchell, Matthew L. Clark, H. Ricardo Grau, David López-Carr, Marc A. Levy, Daniel Redo, Martha Bonilla-Moheno, George Riner, María J. Andrade-Núñez, y María Muñiz. 2013. "Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010)". *Biotropica* 45 (2): 262–71. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x>.
- Aide, T. Mitchell, y H. Ricardo Grau. 2004. "Globalization, Migration, and Latin American Ecosystems". *Science* 305 (5692): 1915–16. <https://doi.org/10.1126/science.1103179>.
- Almeida M. 2015. *Adaptándose en los páramos. Prácticas productivas para la conservación del páramo y la adaptación al cambio climático en sus comunidades*. Quito, Ecuador: UICN.
- Alston J., y Pardey P. 2014. "Agriculture in the Global Economy" 28 (1): 121–46.
- Armenteras D., Rodríguez N., Retana J., y Morales M. 2011. "Understanding deforestation in montane and lowland forests of the Colombian Andes | SpringerLink", *Regional Environmental Change*, 11: 693–705.
- Barbier, Edward B. 2004. "Agricultural Expansion, Resource Booms and Growth in Latin America: Implications for Long-run Economic Development". *World Development* 32 (1): 137–57. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2003.07.005>.
- Barceló G. 2019. "EL CICLO DEL CARBONO Y EL CAMBIO CLIMATICO". FÍSICA E INGENIERÍA. Gabriel Barceló. 2019. https://www.tendencias21.net/fisica/EL-CICLO-DEL-CARBONO-Y-EL-CAMBIO-CLIMATICO_a67.html.
- Bellarby, Jessica, Bente Foereid, y Astley Hastings. 2008. "Climate Impacts of Agriculture and Mitigation Potential", 44.
- Below, T., A. Artner, R. Siebert, y S. Sieber. 2010. "Micro-Level Practices to Adapt to Climate Change for African Small-Scale Farmers: A Review of Selected

- Literature.” *IFPRI - Discussion Papers*, n° No.953.
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20103064023>.
- Bertzky M., Ravillious C., Araujo Navas A., Kapos V., Carrión D., Chiu M., y Dickson B. 2010. *Carbon, Biodiversity & Ecosystem Services: Exploring Co-benefits Ecuador*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC.
<http://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9587>.
- Branca, Giacomo, Leslie Lipper, Nancy McCarthy, y Maria Christina Jolejole. 2013. “Food Security, Climate Change, and Sustainable Land Management. A Review”. *Agronomy for Sustainable Development* 33 (4): 635–50.
<https://doi.org/10.1007/s13593-013-0133-1>.
- Buytaert W., Wyseure G., Bievre BD., y Deckers J. 2005. “The effect of land-use changes on the hydrological behaviour of Histic Andosols in south Ecuador.” 19: 13.
- Calderon M., Pinto E., Cuesta F., Marmol A., y Romero-Saltos H. 2014. *Estimación de contenidos de carbono en un gradiente altitudinal entre el bosque altoandino y el superpáramo*. Quito, Ecuador: Proyecto CIMA, CONDESAN.
- Calderon M., Romero-Saltos H., Cuesta F., Pinto E., y Báez S. 2013. *Monitoreo de contenidos y flujos de carbono en gradientes altitudinales*. Protocolo 1-Versión 1. Quito, Ecuador: CONDESAN/COSUDE.
- Carilla, Julieta, y H. Ricardo Grau. 2010. “150 Years of Tree Establishment, Land Use and Climate Change in Montane Grasslands, Northwest Argentina”. *Biotropica* 42 (1): 49–58. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00565.x>.
- Carillo, Felicetta, y Ornella Wanda Maietta. 2012. “The Relationship between Economic Growth and Environmental Quality: The Contributions of Economic Structure and Agricultural Policies”. *AgEcon Search*. 2012.
<https://doi.org/10.22004/ag.econ.128206>.
- Carr, David L., Anna Carla Lopez, y Richard E. Bilborrow. 2009. “The Population, Agriculture, and Environment Nexus in Latin America: Country-Level Evidence from the Latter Half of the Twentieth Century”. *Population and Environment* 30 (6): 222–46. <https://doi.org/10.1007/s11111-009-0090-4>.
- CBP. 2019. “Carbon Benefits Project”. Web page. *CBP Modeling Tools* (blog). 2019.
<https://banr.nrel.colostate.edu/CBP/>.
- Chesworth. 2004. “Redox, soils, and carbon sequestration.” 11: 37–43.

- Crespeigne, Edouard, Edgar Olivera, y Raul Ccanto. 2010. “Exploración de las estrategias y prácticas de una comunidad campesina de los Andes Centrales frente a los riesgos extremos asociados al cambio climático.”, 31.
- Dantas, M., G. G. Figueroa, y A. Laguens. 2014. “Llamas in the Cornfield: Prehispanic Agro-Pastoral System in the Southern Andes”. *International Journal of Osteoarchaeology* 24 (2): 149–65. <https://doi.org/10.1002/oa.2351>.
- De Noni G., y Viennot M. 1993. “Mutations récentes de l’agriculture équatorienne et conséquences sur la durabilité des agrosystèmes andins” Vol. XXVIII (2): 13.
- De Noni, Georges, y German Trujillo. 1986. “La erosión actual y potencial en Ecuador : localización, manifestaciones y causas”. En *La erosión en el Ecuador*, 5–14. Documentos de Investigación 6. Quito: CEDIG. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:23659>.
- Dent, D., y A. Young. 1981. “Soil Survey and Land Evaluation.” *Soil Survey and Land Evaluation*. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19811965138>.
- Doppler, Werner, ed. 2000. *Technical and Social Systems Approaches for Sustainable Rural Development: Proceedings of the Second European Symposium of the Association of Farming Systems Research and Extension in Granada, Spain, 1996*. Weikersheim: Margraf.
- Duchicela, Sisimac A., Francisco Cuesta, Esteban Pinto, William D. Gosling, y Kenneth R. Young. 2019. “Indicators for Assessing Tropical Alpine Rehabilitation Practices”. *Ecosphere* 10 (2): e02595. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2595>.
- Etter, Andrés, Clive McAlpine, Kerrie Wilson, Stuart Phinn, y Hugh Possingham. 2006. “Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia”. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 114 (2): 369–86. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.11.013>.
- FAO. 1976. “A framework for land evaluation.” En . Roma, Italia: FAO.
- . 2002. *Agricultura de conservación Estudio de casos en América Latina y África*. Roma, Italia.
- . 2007. “Land evaluation: towards a revised framework.” En *Land and Water Discussion Paper*. No 6. Roma, Italia: FAO.
- FAOSTAT. 2013. “FAOSTAT database. Food and Agriculture Organization of the United Nations”. <http://faostat.fao.org/>.
- Fjeldså, Jon, María D. Álvarez, Juan Mario Lazcano, y Blanca León. 2005. “Illicit Crops and Armed Conflict as Constraints on Biodiversity Conservation in the Andes

- Region”. *AMBIO: A Journal of the Human Environment* 34 (3): 205–11. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-34.3.205>.
- Foster, Pru. 2001. “The potential negative impacts of global climate change on tropical montane cloud forests”. *Earth-Science Reviews* 55 (1): 73–106. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(01\)00056-3](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(01)00056-3).
- Gibbon A., Silman MR., Malhi Y., Fisher J., Meir P., Zimmermann M., Dargle GC., Farfan WR., y Garcia K. 2010. “Ecosystem Carbon Storage Across the Grassland–Forest Transition in the High Andes of Manu National Park, Peru”, 2010.
- Giger, Markus, Hanspeter Liniger, Caspar Sauter, y Gudrun Schwilch. 2015. “Economic Benefits and Costs of Sustainable Land Management Technologies: An Analysis of WOCAT’s Global Data”. *Land Degradation & Development* 29 (4): 962–74. <https://doi.org/10.1002/ldr.2429>.
- González L., Etchevers J., y Hidalgo C. 2008. “Carbono en suelos de ladera: factores que deben considerarse para determinar su cambio en el tiempo”, n° 42: 12.
- Grau, Hector Ricardo, y Aide Mitchell. 2008. “Globalization and Land-Use Transitions in Latin America”, diciembre. <http://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/80458>.
- Gray, Clark L. 2009. “Rural Out-Migration and Smallholder Agriculture in the Southern Ecuadorian Andes”. *Population and Environment* 30 (4): 193–217. <https://doi.org/10.1007/s11111-009-0081-5>.
- Gray, Jonathan M., Greg A. Chapman, y Brian W. Murphy. 2015. “Land Management within Capability: A New Scheme to Guide Sustainable Land Management in New South Wales, Australia”. *Soil Research* 53 (6): 683–94. <https://doi.org/10.1071/SR14196>.
- Hansen, M. C., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, A. Tyukavina, D. Thau, et al. 2013. “High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change”. *Science* 342 (6160): 850–53. <https://doi.org/10.1126/science.1244693>.
- Hess, Carmen G. 1990. “‘Moving up-Moving down’: Agro-Pastoral Land-Use Patterns in the Ecuadorian Paramos”. *Mountain Research and Development* 10 (4): 333–42. <https://doi.org/10.2307/3673495>.
- Hofstede R. 1999. *El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico*. Quito, Ecuador: GTP/Abya Yala.
- Hofstede R., Coppus R., Mena P., Segarra P., Wolf J., y Sevink J. 2002. “The conservation status of tussock grass paramo in Ecuador”, *Ecotropicos*, , 3–18.

- Hofstede, R. G. M. 1995. "Effects of Livestock Farming and Recommendations for Management and Conservation of Páramo Grasslands (Colombia)". *Land Degradation & Development* 6 (3): 133–47. <https://doi.org/10.1002/ldr.3400060302>.
- Howden M., Soussana F., Tubiello F., Chhetri N., Dunlop M., y Meinke H. 2007. "Adapting agriculture to climate change | PNAS". 2007. <https://www.pnas.org/content/104/50/19691.short>.
- Hulme N., y Shead N. 1999. *Escenarios de cambio climático para los países del los Andes del Norte*. Norwich: WWF-CRU, Unidad de investigación Climática.
- IPCC. 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Japan: IGES.
- . 2007. "Working Group II Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report." En *Climate Change 2007: Climate Change impacts, Adaptation and Vulnerability - Summary for Policymakers*, 23.
- IPCC, y C. B. Field. 2017. "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C.B. Field and Others (Eds.), Cambridge, Cambridge University Press". Report. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/19908>.
- López A. 2015a. *Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina*. Santiago de Chile, Chile.: Naciones Unidas.
- . 2015b. *Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina*. Santiago de Chile, Chile.: Naciones Unidas.
- MAE. 2016. "Mapa de cobertura y uso del suelo del año 2016". Quito, Ecuador.
- . 2017. *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Quito, Ecuador. <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>.
- Malhi Y., Silman M., Salinas N., Bush M., Meir P., y Saatchi S. 2010. "Introduction: Elevation gradients in the tropics: laboratories for ecosystem ecology and global change research - MALHI - 2010 - Global Change Biology - Wiley Online Library", n° 16: 5.

- Malhi Y., Wood D., Baker TR, Wright J., Phillips OL, Cochrane T., Meir P., Chave J., Almeida S., y Arroyo L. 2006. “The regional variation of aboveground live biomass in oldgrowth Amazonian forests.”, 1107–38.
- Martínez M.R., Viguera B., Harvey C., y Alpizar F. 2017. “La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura (Mód. 3)”. *Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE)*, 40.
- Mayer E. 2002. *The Articulated Peasant: Household Economies in the Andes*. Boulder, USA: Westview Press.
- Mosser G., Leuschner C., Hertel D., Graefe S., Soethes N., y Lost S. 2011. *Elevation effects on the carbon budget of tropical mountain forests (S Ecuador): the role of the belowground compartment*. *Global Change Biology*.
- Muller A., Jawtusich J., y Gattinger A. 2011. *Mitigating Greenhouse Gases in Agriculture: A challenge and opportunity for agricultural policies*. Stuttgart, Alemania.
- Murphy, Brian. 2017. “Testing the Links Between Soil Security, Sustainable Land Management Practices and Land Evaluation”. En *Global Soil Security*, editado por Damien J. Field, Cristine L. S. Morgan, y Alex B. McBratney, 87–97. *Progress in Soil Science*. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43394-3_8.
- Murra J. 1975. *Formación Económica y Política del Mundo Andino*. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos.
- Nhemachena C., y Hassan R. 2007. *Micro-level analysis of farmers' adaptation to climate change in southern Africa*. Washington, USA: International Food Policy Research Institute.
- OEH. 2012. *The Land and Soil Capability Assessment Scheme: Second Approximation. A General Rural Land Evaluation System for New South Wales*. Sydney, Australia. www.environment.nsw.gov.au.
- Orr B., Cowie A., Castillo Sanchez V., Chasek P., Crossman N., Erlewein A., Louwagie G., et al. 2017. *Scientific Conceptual Framework for Land Degradation Neutrality. A Report of the Science-Policy Interface*. Bonn, Germany: United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).
- PACC. 2014. *Manejo de pastos naturales altoandinos*. Vol. Manual técnico No. 2. Lima, Perú.

- Palm, Cheryl, Pedro Sanchez, Sonya Ahamed, y Alex Awiti. 2007. "Soils: A Contemporary Perspective". *Annual Review of Environment and Resources* 32 (1): 99–129. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.31.020105.100307>.
- Pearson, Timothy R. H., Sandra L. Brown, y Richard A. Birdsey. 2007. "Measurement Guidelines for the Sequestration of Forest Carbon". *Gen. Tech. Rep. NRS-18. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 42 p.* 18. <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-18>.
- Pender, J., Dr Frank Place, y Simeon Ehui. 2006. *Strategies for Sustainable Land Management in the East African Highlands*. Intl Food Policy Res Inst.
- Perez, C., C. Nicklin, O. Dangles, S. Vanek, S. Sherwood, S. Halloy, Karen A. Garrett, y G. Forbes. 2010. "Climate Change in the High Andes: Implications and Adaptation Strategies for Small-Scale Farmers". <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/68862>.
- Pérez, Francisco L. 1991. "Particle sorting due to off-road vehicle traffic in a high andean paramo". *CATENA* 18 (3): 239–54. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(91\)90024-R](https://doi.org/10.1016/0341-8162(91)90024-R).
- Pinto E., y Cuesta F. 2019a. *Monitoreo de biodiversidad, carbono, productividad y rasgos funcionales en Bosques Montanos*. Quito, Ecuador: Proyecto EcoAndes. CONDESAN.
- . 2019b. *Monitoreo de Biodiversidad, Contenidos de Carbono, Productividad y Rasgos Funcionales en Bosques Montanos*. Quito, Ecuador: Proyecto EcoAndes, CONDESAN.
- Podwojewski, P., J. Poulenard, T. Zambrana, y R. Hofstede. 2002. "Overgrazing Effects on Vegetation Cover and Properties of Volcanic Ash Soil in the Páramo of Llangahua and La Esperanza (Tungurahua, Ecuador)". *Soil Use and Management* 18 (1): 45–55. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2002.tb00049.x>.
- Radel, Claudia, Birgit Schmook, y Rinku Roy Chowdhury. 2010. "Agricultural Livelihood Transition in the Southern Yucatán Region: Diverging Paths and Their Accompanying Land Changes". *Regional Environmental Change* 10 (3): 205–18. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0113-9>.
- Regalsky P., y Hosse T. 2009. *Estrategias campesinas andinas de reducción de riesgos climáticos*. Cochabamba, Bolivia: CENDA-CAFOD.

- Romero, C. 2005. "A Multi-Scale Approach for Erosion Assessment in the Andes". Wageningen: Wageningen University and Research Centre. <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/340151>.
- Sanz, M.J., J.L. De Vente, Jean-Luc Chotte, Martial Bernoux, G. Kust, I. Ruiz, M. Almagro, et al. 2017. *Sustainable Land Management Contribution to Successful Land-Based Climate Change Adaptation and Mitigation : A Report of the Science-Policy Interface*. Bonn: UNCCD. <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010071102>.
- Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos. 2017. *Manual para la gestión sustentable de tierras y bosques del Gran Chaco Americano*. La Paz, Bolivia.
- Sims, Brian G., Félix Rodríguez, Miguel Eid, y Tatiana Espinoza. 1999. "Biophysical Aspects of Vegetative Soil and Water Conservation Practices in the Inter-Andean Valleys of Bolivia". *Mountain Research and Development* 19 (4): 282–91.
- Smit, Barry, y Mark W. Skinner. 2002. "Adaptation Options in Agriculture to Climate Change: A Typology". *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 7 (1): 85–114. <https://doi.org/10.1023/A:1015862228270>.
- Smith P., Bustamante M., Ahammad H., Clark H., Dong H., Elsiddig E., Haberl H., et al. 2014. "Agriculture, forestry and other land-use (AFOLU)." En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 811–922. Cambridge University Press, Cambridge.
- Smith, P., H. Clark, H. Dong, E. A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, et al. 2014. "Chapter 11 - Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)". En *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. IPCC Working Group III Contribution to AR5*. Cambridge University Press. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf.
- Smith P., Martino D., Cai Z., Gwary D., Henry Janzen, Pushpam Kumar, Bruce McCarl, et al. 2008. "Greenhouse gas mitigation in agriculture". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 363 (1492): 789–813. <https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184>.
- Steinfeld H., Gerber P., Wassenaar T., Castel V., Rosales M., y Haan C. 2009. *La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones*. Roma, Italia: FAO.

- TerrAfrica. 2004. "Sustainable Land Management (SLM)– the Basis for the New TerrAfrica Vision", Draft Jan 19, 2004, .
- Tito, Richard, Heraldo L. Vasconcelos, y Kenneth J. Feeley. 2018. "Global Climate Change Increases Risk of Crop Yield Losses and Food Insecurity in the Tropical Andes". *Global Change Biology* 24 (2): e592–602. <https://doi.org/10.1111/gcb.13959>.
- Tubiello, Francesco N., Mirella Salvatore, Simone Rossi, Alessandro Ferrara, Nuala Fitton, y Pete Smith. 2013. "The FAOSTAT Database of Greenhouse Gas Emissions from Agriculture". *Environmental Research Letters* 8 (1): 015009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/015009>.
- UNFPA. 2012. *The state of the world population report. By choice, not by chance: family planning, human rights and development*. United Nations Population Fund. New York. EEUU.
- United Nations. 1992. "UN Earth Summit".
- Urrutia, Rocío, y Mathias Vuille. 2009. "Climate Change Projections for the Tropical Andes Using a Regional Climate Model: Temperature and Precipitation Simulations for the End of the 21st Century". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 114 (D2). <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>.
- US-EPA. 2006. *Global anthropogenic non-CO2 greenhouse gas emissions: 1990–2020*. Washington, USA: United States Environmental Protection Agency. <http://www.epa.gov/climatechange/economics/downloads/GlobalAnthroEmissionsReport.pdf>.
- Valencia, Renato, Richard Condit, Helene C. Muller-Landau, Consuelo Hernandez, y Hugo Navarrete. 2009. "Dissecting Biomass Dynamics in a Large Amazonian Forest Plot". *Journal of Tropical Ecology* 25 (5): 473–82. <https://doi.org/10.1017/S0266467409990095>.
- Veblen, Thomas T., Kenneth R. Young, y Antony R. Orme. 2015. *The Physical Geography of South America*. Oxford University Press.
- Vis, M. (Marinus). 1991. *Processes and Patterns of Erosion in Natural and Disturbed Andean Forest Ecosystems*. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300728912>.
- Wang, Yaolin, Chuanyan Zhao, Quanlin Ma, Yingke Li, Hujia Jing, Tao Sun, Eleanor Milne, et al. 2015. "Carbon benefits of wolfberry plantation on secondary saline

- land in Jingtai oasis, Gansu – A case study on application of the CBP model”. *Journal of Environmental Management* 157 (julio): 303–10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.04.020>.
- Winrock. 2008. *Preliminary carbon assessment and field data collection procedures for the páramo ecosystem*. Antisana, Ecuador.
- World Bank, ed. 2006. *Sustainable Land Management: Challenges, Opportunities, and Trade-Offs*. Agriculture and Rural Development. Washington, DC: World Bank.
- Young K. 1998. “Deforestation in landscapes with humid forests in the central Andes: Patterns and processes.”, *Nature’s Geography: New Lessons for Conservation in Developing Countries*, , 75–99.
- Zeng, Zhenzhong, Drew B. Gower, y Eric F. Wood. 2018. “Accelerating Forest Loss in Southeast Asian Massif in the 21st Century: A Case Study in Nan Province, Thailand”. *Global Change Biology* 24 (10): 4682–95. <https://doi.org/10.1111/gcb.14366>.
- Zimmerer, Karl S. 1997. *Changing Fortunes: Biodiversity and Peasant Livelihood in the Peruvian Andes*. University of California Press.
- Zimmerer, Karl S., y Steven J. Vanek. 2016. “Toward the Integrated Framework Analysis of Linkages among Agrobiodiversity, Livelihood Diversification, Ecological Systems, and Sustainability amid Global Change”. *Land* 5 (2): 10. <https://doi.org/10.3390/land5020010>.

Anexos

Anexo 1. Formulario para levantamiento de información de manejo de la cobertura y uso de la finca o área comunitaria

Proyecto de beneficios de carbono - valoración detallada				
Cuestionario de Pastizal				
Fecha:				
Nombre del área de actividad del proyecto:				
Escenario	Uso de la tierra inicial	Escenario de referencia	Escenario del proyecto	
Año que estás describiendo:				
Nombre del entrevistador:				
Nombre del entrevistado:				
Número de la muestra:				
1. Aproximadamente ¿cuál es el área de pastizales en ha? (si las áreas de la pastizal se manejan diferentemente Llene un cuestionario separado para cada área)				
2. ¿Cuáles son las coordenadas GPS del punto central si está disponible?				
3. ¿Los pastizales pastoreados pertenecen a la comunidad o son de cada propietario?				
4. ¿Qué mejor describe el sistema de pastizales (nombre del sistema Pastizal) (marque uno)				
Pastoreo continuo	Agrosilvopastoriles	Tierra para pastoreo	Terreno continuo	
5. ¿Qué describe mejor la condición del pastizal (marque uno)?				
1. Pastizal nominalmente degradado o pastizal nativo	2. Moderadamente degradado	3. Severamente degradados	4. Mejorado	
Pastizales degradados no o aprovechados pero sin mejoras administrativas importantes.	Pastizal sobrepastado o moderadamente degradado, con productividad algo reducida (en relación con pastizal natural o pastizal nominalmente manejado) y no recibe insumos.	Mayor pérdida a largo plazo de la cubierta de vegetación y productividad, debido a graves daños mecánicos a la vegetación y erosión severa.	Tiene una mayor productividad de los pastizales nativos como consecuencia de la irrigación, encalado, aplicaciones de estiércol o compost.	
6. ¿Se añade fertilizante de nitrógeno al Pastizal?				
Sí No				
7. ¿Cuánto fertilizante de nitrógeno es agregado en kg/ha cada año?				
8. ¿Cuál es el porcentaje de nitrógeno en el abono? (esto a veces es escrito en la bolsa, si utilizas más de una aplicación por indique la cantidad y el % para cada uno)				
* Nota para el entrevistador que tendrá que calcular el % total antes de poner estos datos en el sistema.				
9. ¿Al Pastizal se le ha aplicado alguna de las siguientes mejoras? (marque los pertinentes)				
Abono orgánico (estiércol)	Variedades mejoradas	Riego	Encalado	Legumbres

10. ¿Con qué frecuencia se quema el pastizal (marque uno)?										
Una o más de una vez por año	Una vez cada dos años	Una vez cada tres años	Una vez cada cuatro años	Una vez cada cinco años	Una vez cada seis años	Una vez cada siete años	Una vez cada ocho años	Una vez cada nueve años	Una vez cada diez años	Nunca
SÓLO RESPONDER PREGUNTAS 11-16 SI INDICASTE EN LA PREGUNTA 4 QUE SILVOPASTORIL ESTÁ PRESENTE. PREGUNTAS 11-16 SE REFIEREN SÓLO A LOS ÁRBOLES PRESENTES EN LOS PASTIZALES.										
11. <i>Qué tipo de árboles están presentes en el pastizal (ver la lista de referencia de las especies, si tu árbol no está en la lista, escriba el nombre)</i>										
12. <i>En promedio, la mayoría de los árboles en los pastizales ¿tienen menor o igual a 20 años de edad? ¿Mayores de 20 años?</i>										
13. <i>Para los árboles en el Pastizal, la cantidad de la biomasa leñosa (no las hojas) se pierde cada año por lo siguiente:</i>										
Fuego (% / año)			Viento (% / año)		Plaga/enfermedad (% / año)			Otro (% / año)		
14. <i>De todos los árboles en el Pastizal, cuánta madera se retira cada año para los siguientes propósitos:</i>										
	Cosecha de madera		Recolección de leña			Poda		Otros		
1. Número de paquetes por año										
2. Volumen de aprox. 1 paquete en m ³										
3. Volumen eliminado /año en m ³										
Nota para el entrevistador - para obtener el número 2, un miembro del equipo debe haber valorado previamente el volumen de todos los palitos en un paquete de muestra y calcula el volumen del paquete entero.										
15. <i>Si existe deforestación (extirpación completa de todos los árboles de un área de pastizal) decir ¿En cuántas ha. esto ocurre cada año (ha/año)?</i>										
16. <i>¿Si existe forestación/reforestación (establecimiento de nuevos árboles) en el área de pastizales, en cuantas ha/año?</i>										

Anexo 2. Formulario para levantamiento de información de manejo de animales de granja de la finca o área comunitaria

Proyecto de beneficios de carbono - valoración detallada			
Cuestionario de ganado			
Fecha:			
Nombre del área de actividad del proyecto:			
Escenario	Uso de la tierra inicial	Escenario de referencia	Escenario del proyecto
Año que estás describiendo:			
Nombre del entrevistador:			
Nombre del entrevistado:			
Número de la muestra:			
1. ¿Cuántos de cada uno de estos tipos de ganadería están presentes en el área de actividad del proyecto y cuántos meses del año lo pasan en la zona?			
Tipo de ganado	Número de cabezas	Meses promedio por año en área de proyecto *	
Ganado lechero			
Ganado no lechero			
Búfalo			
Porcina			
Cabras			
Camellos			
Caballos			
Mulas y asnos			
Ovejas			
Borregos			
Aves de corral			
Conejos y mamíferos similares (cuy)			

* Algunos animales sólo pueden pasar parte del año en el área del proyecto, por ejemplo, ganado de un área de pastoreo a otra.

2. *Cómo es el abono de cada una de las categorías de ganado diferentes gestionadas (escriba % de estiércol total de esta categoría de ganado manejada de esta manera, elegir de la lista de referencias)*

Tipo de ganado	Manejo del estiércol (elegir de la lista a continuación)*	Porcentaje de estiércol manejado de esta manera
Ganado lechero	No aplica	
Ganado no lechero	No aplica	
Búfalo	No aplica	
Porcina	No aplica	
Cabras	No aplica	
Camellos	No aplica	
Caballos	No aplica	
Mulas y asnos	No aplica	
Ovejas	No aplica	
Borregos	No aplica	
Aves de corral	No aplica	
Conejos y mamíferos similares	No aplica	

* El manejo escogido corresponde al tipo de manejo que se acerca más a la práctica realizada en el campo, ya que no se realiza una actividad planificada.

3. *¿Cuántos litros de leche en promedio genera el ganado por ha.?*

No aplica

Tipos de manejo del estiércol

Tratamiento aerobio
 Digestor anaeróbico
 Laguna anaerobia
 Quema de combustible
 Compostaje (en vaso)
 Compostaje (pila estática)
 Compostaje (montículo intensivo)
 Diario expansión
 Profundo lecho (mezcla activa)
 Profundo lecho (sin mezcla)
 Lote seco
 Líquido/mezcla (con corteza Natural cubierta)
 Líquido/mezcla (sin cubierta de corteza Natural)
 Paddock de gama de pasto
 Almacenamiento de hoyo
 Aves de corral con cama
 Aves de corral sin cama
 Almacenamiento de sólidos

Anexo 3. Formularios CBP sistematizados de las áreas de estudio de Carchi, Tungurahua y Pichincha

Formularios CBP sistematizados de Carchi

FINCA DE SABULON YANDUN				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	9	4	4
	Ha de bosque	0	5	5
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejóro
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Abono orgánico 10%, Leguminosas 10%	Abono orgánico 10%, Leguminosas 10%	Abono orgánico 10%, Leguminosas 10%, Variedades mejoradas 80%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal			Alnus acuminata, Myrcianthes alaternifolia, Myrica pubescens, Prunus huantensis, Oreopanax palamophyllus
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	Fuego 10% , Viento 2%	Fuego 10% , Viento 2%	Fuego 10% , Viento 2%
	Cuanta madera se retira cada año			0,5 m3
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	No
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, aves de corral, conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, aves de corral, conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, aves de corral, conejos y mamíferos similares
	Número de cabezas	32 (3, 7, 10 ,12)	33 (3, 7, 10 ,12)	34 (3, 7, 10 ,12)
	Tiempo de rotación	12	13	14
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

FINCA DE OSWALDO BENAVIDES				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	13	13	13
	Ha de bosque	7	7	7
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado o pastizal nativo	Mejóro	Mejóro
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	No	200	No
	% de N en el abono	N/A	46	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	Variedades mejoradas 50%, leguminosas 50%	Abono orgánico (estiércol) 100%, Variedades mejoradas 100%, Riego 50%, encalado 10%, leguminosas 50%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	No	No	Alnus acuminata, Alnus glutinosa, Myrica pubescens, Prunus huantensis, Myrcianthes alaternifolia, Hyeronima asperifolia, Schefflera sodiroi, Oreopanax palamophyllus, Tecoma stans, Juglans netropica, Cedrela montana, Chionanthus pubescens
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años de edad	Mayores a 20 años de edad	Mayores a 20 años de edad
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 1%	Otro 3%	Viento 1%
	Cuanta madera se retira cada año	Otros0,03 m3	Otros0,03 m3	Poda 0,5 m3, Recolección de leña 0,5 m3
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	0,1	No
	Ha reforestadas	No	No	0,1
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos
	Número de cabezas	8 (5,2,1)	21 (15,5,1)	22 (15,5,1)
	Tiempo de rotación	12	12	12
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

FINCA DE MAURO ÁLVAREZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	7	7	7
	Ha de bosque	0	0	0
	Forma de pastoreo	Propios animales y se arrienda 5ha más para mantener todo ese ganado	Propios animales y se arrienda 5ha más para mantener todo ese ganado	Propios animales y se arrienda 5ha más para mantener todo ese ganado
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado o pastizal nativo	Mínimamente degradado o pastizal nativo	Mejoro
	Añade fertilizante nitrogenado	Si	Si	Si
	Kg/ha/año aplicado	100	100	100
	% de N en el abono	18	18	18
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Abono orgánico 10%, Variedades mejoradas 20%, Encalado 50%, Leguminosas 20%	Abono orgánico 10%, Variedades mejoradas 20%, Encalado 50%, Leguminosas 20%	Abono orgánico 50%, Variedades mejoradas 70%, riego 50% Encalado 50%, Leguminosas 50%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	No	No	Alnus acuminata Myrcianthes alaternifolia Myrica pubescens Hyeronima asperifolia Oreopanax palamophyllus Tecoma stans
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 1%, Plaga 1%	Viento 1%, Plaga 1%	Viento 1%, Plaga 1%
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	No
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos
	Número de cabezas	27 (10,15,2)	16 (7,7,2)	19 (10,7,2)
	Tiempo de rotación	12	12	12
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

FINCA DE JOSÉ QUISHPE				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	6	6	6
	Ha de bosque	0	0	0
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado o pastizal nativo	Mínimamente degradado o pastizal nativo	Mínimamente degradado o pastizal nativo
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Abono orgánico 40%, Variedades mejoradas 20%, riego 50%, Leguminosas 20%	Abono orgánico 40%, Variedades mejoradas 20%, riego 50%, Leguminosas 20%	Abono orgánico 40%, Variedades mejoradas 20%, riego 50%, encalado 50%, Leguminosas 20%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	No	No	Alnus acuminata
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 1%	Viento 1%	Viento 1%
	Cuanta madera se retira cada año	otros 0,03 m3	otros 0,03 m3	otros 0,03 m3
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, Conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, Conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, Conejos y mamíferos similares
	Número de cabezas	27 (8,8,1,10)	28 (8,8,1,10)	29 (10,8,1,10)
	Tiempo de rotación	12	13	12
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento Aerobio 100%	Tratamiento Aerobio 100%	Tratamiento Aerobio 100%
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

FINCA DE CAMILO ÁLVAREZ					
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO		
	2015	2017	2019		
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	6	6	6	
	Ha de bosque	0	0	0	
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales	
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril	Silvopastoril	
	Condición del pastizal	Mejóro	Mejóro	Mejóro	
	Añade fertilizante nitrogenado	si	si	si	
	Kg/ha/año aplicado	200	200	201	
	% de N en el abono	46	46 y 22	47 y 22	
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Abono orgánico 10%, Variedades mejoradas 100, Encalado 100%, Leguminosas 5%	Abono orgánico 10%, Variedades mejoradas 100, Encalado 100%, Leguminosas 5%	Abono orgánico 10%, Variedades mejoradas 100, Encalado 100%, Leguminosas 5%	
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca	
	Tipos de árboles en el pastizal	No	Moquillo, amarillo, mote, chilca, colla, cerote, encino, pumamaqui, uvillos, pandala, motilón silvestre, charmuelán, arrayán.	Alnus acuminata, Myrcianthes alaternifolia, Myrica pubescens, Prunus huantensis, Hyeronima asperifolia Schefflera sodiroi, Oreopanax palamophyllus, Hesperomeles sp. Weinmania sp., Aegiphila bogotensis, Tournefortia scabrida, Escallonia paniculata, Saurauia bullosa, Miconia ochracea	
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 1% incidencia rayos 2%	Viento 1% incidencia rayos 2%	Viento 1% incidencia rayos 2%	
	Cuanta madera se retira cada año	Recolección de leña 0,05m3, Poda 0,05 m3	Recolección de leña 0,05m3, Poda 0,05 m3	Recolección de leña 0,05m3, Poda 0,05 m3	
	Especies de árboles predominantes				
	Ha/año deforestadas	No	No	No	
	Ha reforestadas	No	No	0,05	
	GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos
		Número de cabezas	10 (5,4,1)	15 (8,6,1)	15 (8,6,1)
Tiempo de rotación		12	12	12	
Tipo de manejo del estiércol		Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%	Tratamiento aerobio 100%	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior					

FINCA DE ARTURO ARTEAGA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2017	2018	2025	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	23	23	23
	Ha de bosque	2	2	2
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	. Mejoró	. Mejoró	. Mejoró
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Abono orgánico 20%, Variedades mejoradas 100%, riego 100%, encalado 100%	Abono orgánico 20%, Variedades mejoradas 100%, riego 100%, encalado 100%	Abono orgánico 40%, Variedades mejoradas 100%, riego 100%, encalado 100%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	No	No	Alnus acuminata, Myrcianthes alaternifolia, Myrica pubescens, Prunus huantensis, Hyeronima asperifolia, Oreopanax palamophyllus, Tecoma stans
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 1%	Viento 1%	Viento 1%
	Cuanta madera se retira cada año	Otros 0,3 m3	Otros 0,3 m3	Otros 0,3 m3
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	0,05
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, aves de corral, conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, aves de corral, conejos y mamíferos similares	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, aves de corral, conejos y mamíferos similares
	Número de cabezas	106 (25,25,1,30,25)	110 (27,27,1,30,25)	126 (30,25,1,40,30)
	Tiempo de rotación	12	12	12
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento Aerobio 100% (en el ganado lechero 20% compostaje y lombricultura y 80% tratamiento aerobico)	Tratamiento Aerobio 100% (en el ganado lechero 20% compostaje y lombricultura y 80% tratamiento aerobico)	Tratamiento Aerobio 100% (en el ganado lechero 20% compostaje y lombricultura y 80% tratamiento aerobico)
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

FINCAS ALFREDO PAILLACHO				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2017	2018	2025	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	3	3	3
	Ha de bosque	0	0	0
	Forma de pastoreo	Propios animales	Propios animales	Propios animales
	Descripción pastizal	Pastizales de pastoreo	Pastizales de pastoreo	Silvopastoril
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejóro
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	Variedades mejoradas 70%, Leguminosas 10%	Variedades mejoradas 30%, Leguminosas 5%	Abono orgánico 100%, variedades mejoradas 80%, encalado 100%, Leguminosas 5%
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal			Alnus acuminata, Myrcianthes alaternifolia, Cedrela montana, Tecoma stans
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	Viento 2%	Viento 2%	Viento 2%
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	0,1	No	0,1
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos
	Número de cabezas	11 (5,5,1)	13 (5,7,1)	12 (6,5,1)
	Tiempo de rotación	12	12	12
	Tipo de manejo del estiércol	Tratamiento aerobio 100 %	Tratamiento aerobio 100 %	Tratamiento aerobio (aumento de lombrices en los sistemas que descomponen rápidamente la materia orgánica) 100%, Tratamiento aerobio 100%
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

Formularios CBP sistematizados de Tungurahua Frente Norte

ÁREAS COMUNALES DE LAS CHOLAS				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	27	27	23
	Ha de bosque	0	0	4
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	No
	Condición del pastizal	Severamente degradados	Severamente degradados	Severamente degradados
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	N/A	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Una o más de una vez por año	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal			
	Edad promedio de los árboles	No	No	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	9,1
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, Ganado no lechero, ovejas, borregos	No	No
	Número de cabezas	1513 (8,5,1500)	No	No
	Tiempo de rotación	8	No	No
	Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Ninguno	Ninguno
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

ÁREAS COMUNALES DE LOS POGUÍOS				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	16	16	10
	Ha de bosque	0	0	6
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	No
	Condición del pastizal	Severamente degradados	Severamente degradados	Severamente degradado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	N/A	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Una vez cada dos años	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal			
	Edad promedio de los árboles	No	No	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	6
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, Ganado no lechero, ovejas, borregos	No	No
	Número de cabezas	806 (4,,2,800)	No	No
	Tiempo de rotación	8	No	No
	Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Ninguno	Ninguno
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

ÁREAS COMUNALES DE LAS DOGAS				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	35	35	26
	Ha de bosque	0	0	9
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	No
	Condición del pastizal	Severamente degradados	Severamente degradados	Severamente degradados
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	N/A	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Una o más de una vez por año	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal			
	Edad promedio de los árboles	No	No	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No	No
	Ha reforestadas	No	No	8,5
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, Ganado no lechero, ovejas, borregos	No	No
	Número de cabezas	216 (10,6, 200)	No	No
	Tiempo de rotación	12	No	No
	Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Ninguno	Ninguno
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

Formularios CBP sistematizados de Tungurahua Frente Sur

ÁREAS COMUNALES DE LLIMPES				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	31	31	31
	Ha de bosque	50	50	50
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria (1), Propiedad privada.(2)	Propiedad comunitaria (1), Propiedad privada (2)	Propiedad comunitaria (1), Propiedad privada (2)
	Descripción pastizal	Agrosilvopastoriles (1), Pastoreo continuo (2)	Agrosilvopastoriles (1), Pastoreo continuo (2)	No
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado (1), Mejorado (2)	Moderadamente degradado (1), Mejorado (2)	Nominalmente degradado o pastizal nativo (1), Moderadamente degradado (2)
	Añade fertilizante nitrogenado	No (1), Si (2)	No (1), Si (2)	No
	Kg/ha/año aplicado	No (1) , 56 (2)	No (1), 56 (2)	No
	% de N en el abono	N/A (1), 46 (2)	N/A (1), 46 (2)	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A (1), abono orgánico y riego (2)	N/A (1), abono orgánico y riego (2)	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	Relictos de bosque alto andino con plantación de especies nativas (1) No(2)	Árboles y arbustos dispersos característicos de un bosque alto andino. Plantas de especies nativas (1) No(2)	
	Edad promedio de los árboles	Mayores de 20 años.	Mayores o iguales a 20 años	Mayores o iguales a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	No	No (1), 5 (2)	No (1), 5 (2)
	Ha reforestadas	11 (1), 25 (2)	11 (1), 20 (2)	11 (1), 25 (2)
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, caballos, borregos	Ganado lechero, ganado no lechero, caballos, borregos	No
	Número de cabezas	67 (9, 6, 2, 50)	83 (15,15,3,50)	No
	Tiempo de rotación	12	12	12
	Tipo de manejo del estiércol	Ninguno	Ninguno	Ninguno
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

ÁREAS COMUNALES DE PUÑACHIZAG				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	1	1	1
	Ha de bosque	9	9	9
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria	Propiedad comunitaria	Propiedad comunitaria
	Descripción pastizal	Agrosilvopastoriles	Agrosilvopastoriles	No
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	N/A	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	De manera general se presentan árboles característicos de un bosque alto andino. En el área de Katequilla se evidencia además árboles de eucalipto y en Washwa Corral árboles de pino en uno de sus linderos.	De manera general se presentan árboles característicos de un bosque alto andino. En el área de Katequilla se evidencia además árboles de eucalipto y en Washwa Corral árboles de pino en uno de sus linderos.	No
	Edad promedio de los árboles	Mayores de 20 años.	Mayores de 20 años.	Mayores de 20 años.
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	1 (1), No (2)	1 (1), No (2)	1 (1), No (2)
Ha reforestadas	0,1	0,1	Nativo y pino 1,1 (1), 0,1 (2)	
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, porcina, caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, porcina, caballos	Ganado lechero, porcino
	Número de cabezas	10 (2, 3, 3, 2)	10 (2, 3, 3, 2)	2 (1, 1)
	Tiempo de rotación	12	12	1
	Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Diario expansión 100%	No
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

ÁREAS COMUNALES DE PUÑACHIZAG					
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO		
	2015	2017	2019		
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	140	140	140	
	Ha de bosque	15	15	15	
	Forma de pastoreo	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.	Propiedad comunitaria.	
	Descripción pastizal	Agrosilvopastoriles	Agrosilvopastoriles	No	
	Condición del pastizal	nominalmente degradado o pastizal nativo	Moderadamente degradado	nominalmente degradado o pastizal nativo	
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No	
	Kg/ha/año aplicado	No	No	No	
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A	
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A	N/A	N/A	
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca	
	Tipos de árboles en el pastizal	Páramo arbustivo con plantación de especies nativas (polylepis) y pino.	Páramo arbustivo con plantación de especies nativas (polylepis) y pino.		
	Edad promedio de los árboles	Menores de 20 (1), menores o iguales a 20 (29)	Menores de 20 (1), menores o iguales a 20 (29)	Mayores a 20 años (1), son menores o iguales a 20 años (2)	
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No	No	
	Cuanta madera se retira cada año				
	Especies de árboles predominantes				
	GANADO	Ha/año deforestadas	No	No	No
		Ha reforestadas	10 (1), 5 (2)	10 (1), 5 (2)	10 (1), 5 (2)
Tipo de ganado		Ganado lechero, ganado no lechero, caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, caballos	Ganado lechero, ganado no lechero, caballos	
Número de cabezas		42 (20, 2, 20)	42 (20, 2, 20)	8 (3, 2, 3)	
Tiempo de rotación		12	12	2	
Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Diario expansión 100%	Diario expansión 100%		
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior					

ÁREAS COMUNALES DE SHAUSHI				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	19	19	19
	Ha de bosque	122	122	122
	Forma de pastoreo	Propiedad comunal.	Propiedad comunal.	Propiedad comunal.
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Agropastoriles (1), pastoreo continuo (2)	No
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado, severamente degradado (1), Mejoro (2)	Moderadamente degradado (1), severamente degradados (2)	Nominal pastizales degradados o nativo (1), Moderadamente degradado (2)
	Añade fertilizante nitrogenado	No (1) si (2)	No (1) si (2)	No
	Kg/ha/año aplicado	No (1) , 70 (2)	No (1) , 150 (2)	No
	% de N en el abono	N/A (1) Nitrato de amonio 35% ; urea 46% (2)	N/A (1) Nitrato de amonio 35% ; urea 46% (2)	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	N/A (1), abono orgánico y Riego (2)	N/A (1), abono orgánico (2)	N/A
	Frecuencia de quema del pastizal	Nunca	Nunca	Nunca
	Tipos de árboles en el pastizal	No	Relictos de bosque alto andino con una plantación de especies nativas realizada hace aprox. 15 años.	No
	Edad promedio de los árboles	Mayor a 20	Mayor a 20	Mayor a 20
	Pérdida biomasa leñosa /año	No	No (1) , Plaga/enfermedad (No existe un estimado)(2)	No (1) , Plaga/enfermedad (No existe un estimado)(2)
	Cuanta madera se retira cada año			
	Especies de árboles predominantes			
	Ha/año deforestadas	20 (1). no se registra (2)	20 (1), 3 (2)	20 (1), 3 (2)
	Ha reforestadas	15 nativas (1) 50 pino (2)	15 nativas (1), 50 pino (2)	15 nativas (1), 50 pino (2)
GANADO	Tipo de ganado	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, Borregos	Ganado lechero, ganado no lechero, Caballos, Borregos	No
	Número de cabezas	98 (55, 15, 15, 13)	98 (55, 15, 15, 13)	No
	Tiempo de rotación	12	12	No
	Tipo de manejo del estiércol	Diario expansión 100%	Diario expansión 100%	No
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior			

Formularios CBP sistematizados de Pichincha Zona Alta

FINCA DE AÍDA YANES				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	36 ha	32 ha	32 ha
	Ha de bosque	0 ha	4 ha	4 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Mínimamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Abono orgánico
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	NA	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Canelo, Pacche, Aliso, Palmas, Aliso
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	No
Ha reforestadas	No	1,75 ha	17 ha	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero y de carne	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	3	20	30
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	84 Kg/día	560 Kg/día	84 Kg/día

FINCA DE EDUARDO GUERRÓN				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	47 ha	37 ha	37 ha
	Ha de bosque	234 ha	244 ha	244 ha
	Ha de cultivos	0 ha	5 ha	5 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradados	Moderadamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Pacche, Guarumo, Colca, Cedro	Pacche, Guarumo, Colca, Cedro	Pacche, Guarumo, Colca, Cedro
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
	Ha reforestadas	No	No	No
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No lechero	No lechero
	Número de cabezas	3	20	70
	Tiempo de rotación	90 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	kg de estiércol manejado en el tipo anterior	84 Kg/día	560 Kg/día	1960 Kg/día

FINCA DE GERMÁN BASTIDAS				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
PCOVERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	4 ha	12 ha	10 ha
	Ha de bosque	9 ha	1 ha	3 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Abono orgánico
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañosos Subtropical	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Canelo, Pacche, Palmas	Canelo, Pacche, Aliso, Palmas	Canelo, Pacche, Aliso, Palmas
	GANADO	Ha/año deforestadas	0 ha	0,2 ha
Ha reforestadas		No	1 ha	0 ha
Tipo de ganado		Lechero y de carne	Lechero	Lechero
Número de cabezas		2	18	20
Tiempo de rotación		30-35 días	30-35 días	45 días
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	56 Kg/día	504 Kg/día	56 Kg/día	

FINCA DE GUILLERMO MARTÍNEZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	22 ha	40 ha	40 ha
	Ha de bosque	25 ha	7 ha	7 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	No
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Abono orgánico (gallinaza)	Abono orgánico
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Yacasen, Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Yacasen, Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Yacasen, Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas, Alisos
Ha/año deforestadas	0 ha	1, 7 ha	No	
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero y de carne	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	4	45	54
	Tiempo de rotación	45 días	45 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	112 Kg/día	1260 Kg/día	147 Kg/día

FINCA DE HUGO PAZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	40 ha	50 ha	50 ha
	Ha de bosque	20 ha	10 ha	10 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	90 Kg/ha	N/A
	% de N en el abono	N/A	20%	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas y aplicación de abono orgánico (gallinaza)	Variedades mejoradas y aplicación de abono orgánico (gallinaza)
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro
Ha/año deforestadas		0 ha	1 ha	0 ha
Ha reforestadas		No	No	No
Tipo de ganado		Lechero	Lechero	Lechero
Número de cabezas		6	30	50
Tiempo de rotación		15 días	15 días	45 días
Tipo de manejo del estiércol		Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	168 Kg/día	840 Kg/día	140 Kg/día	

FINCA DE KAMAL STAMBOUL				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	25 ha	21 ha	0 ha
	Ha de bosque	44 ha	48 ha	69 ha
	Ha de cultivos	0 ha	1 ha	0 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	N/A
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	N/A
	Condición del pastizal	Mínimamente degradados	Moderadamente degradados	N/A
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	N/A
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	N/A
	Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	N/A
	Especies de árboles predominantes	N/A	N/A	N/A
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
	Ha reforestadas	No	3 ha	18,7 ha
	GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No lechero
Número de cabezas		65	40	0
Tiempo de rotación		70 días	70 días	N/A
Tipo de manejo del estiércol		Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	N/A
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior		1820 Kg/día	1120 Kg/día	N/A

FINCA DE LETICIA CUNALATA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	8 ha	8 ha
	Ha de bosque	13 ha	5 ha	5 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	N/A	Mínimamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Colca, Pache, Guarumo, Palmas	Colca, Pache, Guarumo, Palmas
	Ha/año deforestadas	0 ha	2,3 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	4	12	14
	Tiempo de rotación	15 días	15 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	112 Kg/día	336 Kg/día	42 Kg/día

FINCA DE NELSON DÁVALOS				
ESCENARIO	INICIAL	PROYECTO	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	43 ha	31 ha	29 ha
	Ha de bosque	24 ha	36 ha	38 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradados	Mejorado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas y aplicación de abonos orgánicos	
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Cedro, Drago, Pacche, Palmas, Alisos	Cedro, Drago, Pacche, Palmas, Alisos
	Ha/año deforestadas	0 ha	No	No
Ha reforestadas	No	3 ha	2 ha	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero y carne	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	12	80	120
	Tiempo de rotación	30 días	45 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	336 Kg/día	224 Kg/día	336 Kg/ha

FINCA DE PATRICIA HIPO				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	8 ha	16 ha	16 ha
	Ha de bosque	20 ha	12 ha	12 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastizal continuo	Pastizal continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradados	Moderadamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	No	90 Kg/ha	No
	% de N en el abono	No	46%	No
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	No	N/A	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	No	No	Cedro, Drago, Pacche, Palmas, Alisos
	Ha/año deforestadas	0 ha	0,6 ha	No
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	3	20	40
	Tiempo de rotación	20 días	20 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	84 Kg/día	560 Kg/día	112 Kg/día

FINCA DE RAUL MARTÍNEZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	9 ha	15 ha	15 ha
	Ha de bosque	10 ha	4 ha	4 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	No	90 Kg/ha	No
	% de N en el abono	N/A	46%	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	Abono orgánico
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas	Cedro, Nogal, Drago, Canelo, Pacche, Palmas, Alisos
	Ha/año deforestadas	0 ha	1 ha	No
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero y de carne	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	7	20	26
	Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	196 Kg/día	560 Kg/día	70 Kg/día

FINCA DE UDO RUTHER				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	100 ha	90 ha	70 ha
	Ha de bosque	10 ha	20 ha	40 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastizal continuo	Pastoreo continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Severamente degradados	Moderadamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	No	90 Kg/ha	No
	% de N en el abono	No	46%	No
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	N/A	Alisos
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	No
Ha reforestadas	No	0,5 ha	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	20	68	140
	Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	560 Kg/día	189 Kg/día	392 Kg/día

FINCA WILMA PEÑAHERRERA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	31 ha	16 ha	16 ha
	Ha de bosque	0 ha	15 ha	15 ha
	Ha de cultivos	0 ha	1 ha	1 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastizal continuo	Pastizal continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradados	Minimamente degradados	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	Si	No
	Kg/ha/año aplicado	No	90 Kg/ha	No
	% de N en el abono	No	50%	No
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema montañoso subtropical	Sistema montañoso subtropical
	Edad promedio de los árboles	No	No	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	No	No
Ha/año deforestadas		0 ha	0 ha	No
Ha reforestadas		No	10 ha	No
Tipo de ganado		No lechero	Lechero	Lechero
Número de cabezas		10	22	20
Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días	
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	280 Kg/día	616 Kg/día	56 Kg/día	

FINCA DE WILSON PAZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	33 ha	34 ha	34 ha
	Ha de bosque	12 ha	11 ha	11 ha
	Ha de cultivos	0 ha	1 ha	1 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro
Ha/año deforestadas		0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas		No	No	No
Tipo de ganado		Lechero y de carne	Lechero	Lechero
Número de cabezas		12	38	60
Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días	
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	336 Kg/día	1064 Kg/día	168 Kg/día	

FINCA DE CARLOS PAZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	20 ha	20 ha	20 ha
	Ha de bosque	16 ha	16 ha	16 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro	Colca, Pache, Guarumo, Palmas, Cedro
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	5	15	24
	Tiempo de rotación	20 días	20 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	140 Kg/día	420 Kg/día	70 Kg/día

Formularios CBP sistematizados de Pichincha Zona Baja

FINCA DE GENRI HERNÁNDEZ				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	26 ha	37 ha	36 ha
	Ha de bosque	25 ha	14 ha	15 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera	Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera	Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera
Ha/año deforestadas	0 ha	1 ha	0 ha	
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No lechero	No lechero
	Número de cabezas	12	28	70
	Tiempo de rotación	60 - 90 días	60 - 90 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	336 Kg/día	784 Kg/día	1960 Kg/día

FINCA DE PABLO QUINDE				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	26 ha	26 ha
	Ha de bosque	27 ha	1 ha	1 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Pastoreo continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	N/A	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	N/A	Sandi, Fernado Sánchez, Pacche, Palmas
	Ha/año deforestadas	0 ha	1 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	1 ha	0 ha	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	2	12	20
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	560 Kg/día	336 Kg/día	56 Kg/día

FINCA DE ROLANDO BARRERA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	35 ha	35 ha
	Ha de bosque	54 ha	19 ha	19 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	N/A	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	N/A	Cedro, Copal, Guabo, Porotón, Canelo, Nacedera
Ha/año deforestadas		0 ha	3,6 ha	0 ha
Ha reforestadas		No	0 ha	No
Tipo de ganado		Lechero	Lechero	Lechero
Número de cabezas		50	90	110
Tiempo de rotación	35 días	35 días	45 días	
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	1400 Kg/día	2520 Kg/día	308 Kg/día	

FINCA DE FLORENCIA QUITO			
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO
	2015	2017	2019
Ha de pastizal	17 ha	15 ha	15 ha
Ha de bosque	0 ha	2 ha	2 ha
Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Silvopasturas	Silvopasturas
Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
Especies de árboles predominantes	N/A	Ceibo, Tonglo, Pacche, Sandi, Laurel	Ceibo, Tonglo, Pacche, Sandi, Laurel
Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	2 ha en 10 años	No
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No Lechero
	Número de cabezas	2	15
	Tiempo de rotación	60 días	60 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	56 Kg/día	420 Kg/día

FINCA ALIPIO MORA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	5 ha	5 ha
	Ha de bosque	55 ha	50 ha	50 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	N/A	Laurel, Cedrillo, Fernando Sánchez, Pacche
Ha/año deforestadas		0 ha	1 ha	0 ha
Ha reforestadas		No	No	No
Tipo de ganado		Lechero y de carne	Lechero	Lechero
Número de cabezas		2	6	10
Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días	
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	56 Kg/día	168 Kg/día	28 Kg/día	

FINCA DE ENRIQUE MIRANDA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	3 ha	17 ha	17 ha
	Ha de bosque	41 ha	27 ha	27 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradados	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	Copal, Guabo, Arrayán, Porotón, Canelo, Nacedera	Copal, Guabo, Arrayán, Porotón, Canelo, Nacedera	Copal, Guabo, Arrayán, Porotón, Canelo, Nacedera
	Ha/año deforestadas	0 ha	2,8 ha	0 ha
	Ha reforestadas	No	No	No
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No lechero	No lechero
	Número de cabezas	2	6	34
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	56 Kg/día	168 Kg/día	952 Kg/día

FINCA DE FREDY LOZA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	29 ha	28 ha	28 ha
	Ha de bosque	3 ha	4 ha	4 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastizal continuo	Pastizal continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	N/A	Cedro, Copal, Guabo, Porotón, Canelo, Nacedera
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	0 ha	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	12	60	80
	Tiempo de rotación	40 días	40 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	336 Kg/día	1680 Kg/día	224 Kg/día

FINCA DE HUGO GARZÓN			
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO
	2015	2017	2019
Ha de pastizal	32 ha	32 ha	27 ha
Ha de bosque	6 ha	6 ha	11 ha
Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	Silvopasturas
Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema Montañoso Subtropical
Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Mayores a 20 años
Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
Especies de árboles predominantes	N/A	Roble, Laurel, Pache, Arrayán, Copal	Roble, Laurel, Pache, Arrayán, Copal
Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	3 ha
Ha reforestadas	No	No	No
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	20	30
	Tiempo de rotación	45 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	560 Kg/día	840 Kg/día
			Biodigestor
			112 Kg/día

FINCA DE HUMBERTO CASTILLO				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	33 ha	32 ha	32 ha
	Ha de bosque	0 ha	1 ha	1 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradados	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Temes, Copal, Guabo, Porotón, Canelo, Nacedera, Motilón	Temes, Copal, Guabo, Porotón, Canelo, Nacedera, Motilón
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	0,5 ha	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	7	30	64
	Tiempo de rotación	35 días	35 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	196 Kg/día	840 Kg/día	175 Kg/día

FINCA DE JORGE ZHINGRI				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	14 ha	6 ha	6 ha
	Ha de bosque	20 ha	28 ha	28 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañosos Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Laurel, Cedrillo, Fernando Sánchez, Pacche	Laurel, Cedrillo, Fernando Sánchez, Pacche
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No Lechero	No Lechero
	Número de cabezas	5	3	6
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	140 Kg/día	84 Kg/día	168 Kg/día

FINCA DE JULIO MORA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	22 ha	22 ha
	Ha de bosque	39 ha	17 ha	17 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Laurel, Pache, Arrayán, Copal, Motilón, Cedro	Laurel, Pache, Arrayán, Copal, Motilón, Cedro
	Ha/año deforestadas	0 ha	2 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	Lechero y de carne	Lechero	Lechero
	Número de cabezas	5	18	40
	Tiempo de rotación	20 días	20 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Biodigestor
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	140 Kg/día	504 Kg/día	112 Kg/día

FINCA DE LUZ SOLANO				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2005	2017	Futuro	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	44 ha	20 ha	20 ha
	Ha de bosque	0 ha	24 ha	24 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Pastoreo continuo	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	N/A	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	N/A	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Guayabos, Chirimoya, Tonglo, Pacche, Laurel	Guayabos, Chirimoya, Tonglo, Pacche, Laurel
	Ha/año deforestadas	0 ha	0 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	24 ha	0 ha	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No Lechero	No Lechero
	Número de cabezas	10	20	40
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	280 Kg/día	560 Kg/día	1120 Kg/día

FINCA DE MARTHA RIVERA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	17 ha	17 ha
	Ha de bosque	44 ha	27 ha	27 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	No	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Copal, Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera	Copal, Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera
	Ha/año deforestadas	0 ha	1,8 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	No	No	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No lechero	No lechero
	Número de cabezas	2	10	36
	Tiempo de rotación	30 días	30 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	56 Kg/día	280 Kg/día	1008 Kg/día

FINCA DE MIRYAM MOSQUERA				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	17 ha	32 ha	32 ha
	Ha de bosque	75 ha	60 ha	60 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Pastoreo continuo	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Mínimamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Menores a 20 años	Menores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Fernado Sánchez, Pacche, Palmas	Fernado Sánchez, Pacche, Palmas
	Ha/año deforestadas	0 ha	1 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	0 ha	0 ha	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No Lechero	No Lechero
	Número de cabezas	20	12	60
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	560 Kg/día	336 Kg/día	1680 Kg/día

FINCA DE SAÚL PICÓN				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	0 ha	51 ha	51 ha
	Ha de bosque	103 ha	52 ha	52 ha
	Forma de pastoreo	N/A	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	N/A	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	No degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	No	No
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	N/A	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	N/A	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	Especies de árboles predominantes	N/A	Ceibo, Tonglo, Pacche, Sandi, Laurel	Ceibo, Tonglo, Pacche, Sandi, Laurel
	Ha/año deforestadas	0 ha	2,25 ha	0 ha
Ha reforestadas	No	0 ha	No	
GANADO	Tipo de ganado	No lechero	No Lechero	No Lechero
	Número de cabezas	4	30	70
	Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días
	Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales
	Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	112 Kg/día	840 Kg/día	1960 Kg/día

FINCA DE WALTER CANDO				
ESCENARIO	INICIAL	REFERENCIA	PROYECTO	
	2015	2017	2019	
COBERTURA Y USO DEL SUELO	Ha de pastizal	18 ha	38 ha	38 ha
	Ha de bosque	61 ha	41 ha	41 ha
	Forma de pastoreo	Animales propios	Animales propios	Animales propios
	Descripción pastizal	Silvopasturas	Silvopasturas	Silvopasturas
	Condición del pastizal	Moderadamente degradado	Moderadamente degradado	Mejorado
	Añade fertilizante nitrogenado	No	No	No
	Kg/ha/año aplicado	N/A	N/A	N/A
	% de N en el abono	N/A	N/A	N/A
	Mejoras aplicadas en el pastizal	No	Variedades mejoradas	Variedades mejoradas
	Frecuencia de quema del pastizal	No	No	No
	Tipos de árboles en el pastizal	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical	Sistema Montañoso Subtropical
	Edad promedio de los árboles	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años	Mayores a 20 años
	Pérdida biomasa leñosa /año	N/A	N/A	N/A
	Cuanta madera se retira cada año	Sin dato	Uso de cercas vivas	Uso de cercas vivas
	GANADO	Especies de árboles predominantes	Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera	Guabo, Arrayán, Porotón, Cascarillos, Nacedera
Ha/año deforestadas		0 ha	1,6 ha	0 ha
Ha reforestadas		No	20 árboles /año	No
Tipo de ganado		No lechero	No lechero	No lechero
Número de cabezas		21	21	72
Tiempo de rotación	60 días	60 días	45 días	
Tipo de manejo del estiércol	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	Diseminación diaria de los animales	
Kg de estiércol manejado en el tipo anterior	588 Kg/día	588 Kg/día	2016 Kg/día	

Anexo 4. Reservorios de carbono para bosques montanos, páramos y pastos de las áreas de estudio

Reservorios de carbono para las áreas de estudio de Carchi, Pichincha, y Tungurahua, para el escenario inicial														
SITIO	Rango Elevación	No. Parcelas	2015											
			Biomasa aérea (Mg/ha)	S	I	IC	Necromasa (Mg C/ha)	S	I	IC	Carbono en suelo (Mg/ha)	S	I	IC
CARCHI														
BOSQUE														
<i>Bosque Montano Alto</i>	3300-3500	4	90,61	36,58	18,29	32,47-148,87	14,65	7,62	3,81	2,52-26,78	93,71	15,39	7,70	69,22-118,21
PASTOS														
<i>Pastos convencionales</i>	3000	4	1,28	0,15	0,08	1,04-1,52	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PICHINCHA														
BOSQUE														
<i>Bosque piemontano/montano bajo</i>	600-2000	8	78,27	29,43	10,40	53,67-102,87	7,27	2,26	0,80	5,38-9,16	61,79	21,82	7,72	43,54-80,03
<i>Bosque montano</i>	2001-2900	5	58,71	9,29	4,16	47,17-70,25	6,30	1,61	0,80	3,75-8,86	80,67	39,15	19,58	18,37-142,97
<i>Bosques de Polylepis</i>	3800-4000	10	33,70	22,20	7,02		4,2	1,50	0,47		37,9	18,10	5,72	
PASTOS														
<i>Zona Baja/ Media</i>	600-1400	27	1,03	0,38	0,07	0,89-1,19	NA	NA	NA	NA	70,35	31,29	5,37	59,43-81,27
<i>Zona Alta</i>	1600-1800	6	0,89	0,47	0,19	0,39-1,39	NA	NA	NA	NA	52,87	18,01	4,03	44,44-61,29
TUNGURAHUA														
PÁRAMO														
<i>Norte</i>	4110	3	6,67	9,25	0,99	4,71-8,64	10,17	15,37	1,65	6,90-13,45	147,73	34,51	6,64	134,08-161,38
<i>Sur</i>	3696	3	7,88	6,86	0,71	6,47-9,30	5,41	4,12	0,43	4,56-6,27	88,49	12,69	2,36	83,67-93,32

Reservorios de carbono para las áreas de estudio de Carchi, Pichincha, y Tungurahua, para el escenario de referencia.														
SITIO	Rango Elevación	No. Parcelas	2017											
			Biomasa aérea (MgC/ha)	S	I	IC	Necromasa (Mg C/ha)	S	I	IC	Carbono en suelo (Mg/ha)	S	I	IC
CARCHI														
BOSQUE														
<i>Bosque Montano Alto</i>	3300-3500	4	101,47	43,45	21,73	32,33-170,60	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PASTOS														
<i>Pastos convencionales</i>	3000	4	0,82	0,06	0,03	0,72-0,91	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
PICHINCHA														
BOSQUE														
<i>Bosque piemontano/montano bajo</i>	600-2000	8	92,31	33,52	11,85	64,28-120,33	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Bosque montano</i>	2001-2900	5	66,79	6,02	2,69	59,32-74,26	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Bosques de Polylepis</i>	3800-4000	10	38,60	23,70	7,49		6,8	3,30	1,04		NA	NA	NA	NA
PASTOS														
<i>Zona Baja/ Media</i>	600-1400	27	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Zona Alta</i>	1600-1800	6	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
TUNGURAHUA														
PÁRAMO														
<i>Norte</i>	4110	3	2,68	2,56	0,27	2,15-3,22	7,78	9,81	1,03	5,73-9,83	NA	NA	NA	NA
<i>Sur</i>	3696	3	3,66	1,85	0,19	3,27-4,05	7,48	5,74	0,60	6,28-8,69	NA	NA	NA	NA

Productividad de carbono en la biomasa aérea para las áreas de estudio de Carchi, Pichincha, y Tungurahua						
SITIO	Rango Elevación	No. Parcelas	Productividad (Mg C / ha año)			
			Biomasa aérea (MgC/ha)	S	I	IC
CARCHI						
BOSQUE						
<i>Bosque Montano Alto</i>	3300-3500	4	5,43	3,48	1,74	(-0.12)-10.97
PASTOS						
<i>Pastos convencionales</i>	3000	4	-0,23	-0,05	NA	NA
PICHINCHA						
BOSQUE						
<i>Bosque piemontano/ montano bajo</i>	600-2000	8	7,02	2,72	0,96	4.75-9.29
<i>Bosque montano</i>	2001-2900	5	4,04	3,14	1,40	0.15-7.93
<i>Bosques de Polylepis</i>	3800-4000	10	2,45	0,75	0,24	NA
PASTOS						
<i>Zona Baja/ Media</i>	600-1400	NA	NA	NA	NA	NA
<i>Zona Alta</i>	1600-1800	NA	NA	NA	NA	NA
TUNGURAHUA						
PÁRAMO						
<i>Norte</i>	4110	3	9,45	8,43	1,52	6.35-12.55
<i>Sur</i>	3696	3	12,74	6,33	1,16	10.37-15.10

Anexo 5. Tabla de balances de GEI y variaciones anuales de carbono de las áreas de estudio

Proyectos	Período (años)	Área (ha)	Balance Total de la línea base de GEI (t CO2e)	Balance Total de la línea base de GEI por hectárea (t CO2e/ha)	Balance total del escenario proyectado de GEI (t CO2e)	Balance Total del escenario proyectado de GEI por hectárea (t CO2e/ha)	Diferencia Incremental - Beneficio esperado en GEI (t CO2e)	Diferencia Incremental al por hectárea (t CO2e)	Variación anual de carbono para la Línea Base (t CO2e/año)	Variación anual de carbono para la Línea Base por hectárea (t CO2e/año/ha)	Variación anual de carbono para el escenario proyectado (t CO2e/año)	Variación anual de carbono para el escenario proyectado por hectárea (t CO2e/año/ha)	Diferencia Incremental Anual de la variación de carbono (t CO2e/año)	Diferencia Incremental Anual de la variación de carbono por hectárea (t CO2e/año/ha)
Carchi	4	76	426	5.61	-1235	-16.25	-1662	-21.87	107	1.41	-309	-4.07	-415	-5.46
Frente Norte Tungurahua	4	78	1888	24.21	739	9.47	-1149	-14.73	472	6.05	185	2.37	-287	-3.68
Frente Sur Tungurahua	4	387	1294	3.34	258	0.67	-1036	-2.68	324	0.84	65	0.17	-259	-0.67
Pichincha Zona Alta	4	855	-1725	-2.02	-14317	-16.75	-12592	-14.73	-431	-0.50	-3579	-4.19	-3148	-3.68
Pichincha Zona Baja	4	786	11588	14.74	334	0.42	-11253	-14.32	2897	3.69	84	0.11	-2813	-3.58
Total		2182	13471	45.88	-14221	-22.43	-27692	-68.32	3369	11.48	-3554	-5.61	-6922	-17.07

Anexo 6. Reportes de emisiones y remociones de la plataforma CBP para cada una de las áreas de estudio

REPORTE CBP PARA CARCHI POR ACTIVIDAD											
Fuentes de GEI y categorías de reservorios	Línea Base (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO ₂ e				Escenario Proyectado (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO ₂ e				Beneficios en Carbono		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GEI	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GEI	Total tCO ₂ e	tCO ₂ e / ha	tCO ₂ e / ha / yr
Agricultura											
Metano		720				774			53	0,7	0,18
Manejo de estiércol		106	10			116	16		15	0,2	0,05
Suelos agrícolas	0	0	71		0	0	98		27	0,35	0,09
Cambio de uso del suelo											
Bosques y biomasa leñosa	-174				-1764				-1590	-21	-5,2
Emisiones de CO ₂ y remociones del suelo	-308				-475				-167	-2,2	-0,55
Total	-482	827	81	0	-2239	889	114	0	-1662	-22	-5,5

REPORTE CBP PARA CARCHI POR GASES											
Categoría	Sub-categoría	Sin Proyecto (Escenario Línea Base)			Con proyecto (Escenario Proyectado)			Diferencia Incremental (Escenario proyectado menos línea base)			
		Total tCO ₂ e	Anual tCO ₂ e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO ₂ e	Anual tCO ₂ e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO ₂ e	Anual tCO ₂ e/año	Incertidumbre (%)	
Total	Metano	720	180	4,1	774	193	3,7	53	13	3	
Total de Metano en	manejo de estiércol	106	27	5,7	116	29	5,2	9,3	2,3	4,1	
Total Óxido Nitroso producido por	estiércol	10	2,5	130	16	4	104	6	1,5	86	
Óxido Nitroso en suelos	Abono N en pastos/praderas/potrerros	0,27	0,07	67	15	3,9	82	15	3,8	81	
	Abono N modificaciones	71	18	22	83	21	20	12	2,9	15	
Stocks de carbono en biomasa	Bosques	13	3,2	5,4	-150	-38	4,6	-163	-41	3,6	
	Vegetación herbácea	-186	-47	65	-1614	-403	27	-1428	-357	25	
Stocks de carbono en suelos	Suelos minerales	-308	-77	3,9	-475	-119	3,9	-167	-42	3,9	
Total de emisiones de GEI		426	107	3,7	-1235	-309	3,7	-1662	-415	3,5	

REPORTE CBP PARA PICHINCHA ZONA ALTA POR ACTIVIDAD											
Fuentes de GEI y categorías de reservorios	Línea Base (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Escenario Projectado (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Beneficios de carbono		
	CO2	CH4	N2O	GEI	CO2	CH4	N2O	GEI	Total tCO2e	tCO2e / ha	tCO2e / ha / yr
Agricultura											
Metano		202				363			162	0,19	0,05
Suelos Agrícolas	0	0	86		0	0	61		-25	-0,03	-0,01
Cambio de uso y forestería											
Bosques y biomasa leñosa	-1801				-8705				-6904	-8,1	-2
Conversión de bosques y áreas herbáceas	2043	0	0	0	0	0	0	0	-2043	-2,4	-0,6
Emisiones y remociones de CO2 del suelo	-2255				-6036				-3782	-4,4	-1,1
Total	-2013	202	86	0	-14741	363	61	0	-12592	-15	-3,7

REPORTE CBP PARA PICHINCHA ZONA ALTA POR GASES										
Categoría	Sub-categoría	Sin Proyecto (Escenario Línea Base)			Con proyecto (Escenario Projectado)			Diferencia Incremental (Escenario projectado menos línea base)		
		Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)
Metano		202	50	5,4	363	91	4,4	162	40	3,6
Óxido Nitroso en suelos	Abono N en pastos/praderas/potreros	72	18	28	33	8,3	33	-39	-9,7	22
	Abono N modificaciones	5,3	1,3	27	28	6,9	12	22	5,6	11
	Fertilizante Sintético N	9,1	2,3	102	0	0	0	-9,1	-2,3	102
Óxido Nitroso en suelos		86	22	24	61	15	25	-25	-6,4	18
Stocks de carbono en biomasa	Bosques	414	103	3	-2491	-623	2,7	-2905	-726	2,2
	Vegetación herbácea	-2215	-554	18	-6214	-1554	15	-3999	-1000	12
	Deforestación	2043	511	4,1	0	0	0	-2043	-511	4,1
Stocks de carbono en suelos	Suelos minerales	-2255	-564	7,5	-6036	-1509	7,4	-3782	-945	7,3
Total de emisiones de GEI		-1725	-431	7,3	-14317	-3579	7,3	-12592	-3148	7

REPORTE CBP PARA PICHINCHA ZONA BAJA POR ACTIVIDAD											
Fuentes de GEI and Categorías de reservorios	Línea Base (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Escenario Proyectado (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Beneficios en Carbono		
	CO2	CH4	N2O	GEI	CO2	CH4	N2O	GEI	Total tCO2e	tCO2e / ha	tCO2e / ha / año
Agricultura											
Metano		192				403			211	0,27	0,07
Suelos agrícolas	0	0	87		0	0	107		21	0,03	0,01
Cambio de uso del suelo y forestería											
Bosques y biomasa leñosa	3485				276				-3209	-4,1	-1
Conversión de Bosques y praderas	7440	0	0	0	2491	0	0	0	-4950	-6,3	-1,6
Emisiones de CO2 y remociones del suelo	384				-2971				-3355	-4,3	-1,1
Total	11309	192	87	0	-204	431	107	0	-11253	-14	-3,6

REPORTE CBP PARA PICHINCHA ZONA BAJA POR GASES										
Categoría	Sub-categoría	Sin Proyecto (Escenario Línea Base)			Con proyecto (Escenario Proyectado)			Diferencia Incremental (Escenario proyectado menos línea base)		
		Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)
Metano		192	48	3,9	403	101	3,5	211	53	2,9
Óxido Nitroso en suelos	Abono N en pastos/praderas/potreros	87	22	23	91	23	21	4	1	17
	Abono N modificaciones	0	0	0	17	4,2	16	17	4,2	16
Stocks de carbono en biomasa	Bosques	11789	2947	1,9	10681	2670	1,8	-1108	-277	1,4
	Vegetación herbácea	-8304	-2076	19	-10405	-2601	13	-2101	-525	11
	Deforestación	7440	1860	3,7	2491	623	3,4	-4950	-1237	3,2
Stocks de carbono en suelos	Suelos minerales	384	96	2,3	-2971	-743	2,3	-3355	-839	2,3
Total de emisiones de GEI		11588	2897	2,1	334	84	2,1	-11253	-2813	1,9

REPORTE CBP PARA TUNGURAHUA FRENTE NORTE POR ACTIVIDAD											
Fuentes de GEI y categorías de reservorios	Línea Base (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Escenario Proyectado (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Beneficios en Carbono		
	CO2	CH4	N2O	GEI	CO2	CH4	N2O	GEI	Total tCO2e	tCO2e / ha	tCO2e / ha / año
Agricultura											
Metano		1122				1122			0	0	0
Suelos agrícolas	0	0	712		0	0	712		0	0	0
Quema prescrita de áreas herbáceas		26	28	0		13	14	0	-27	-0,35	-0,09
Cambio de uso del suelo y forestería											
Bosques y biomasa leñosa	0				-502				-502	-6,4	-1,6
Emisiones de CO2 y remociones del suelo	0				-620				-620	-7,9	-2
Total	0	1148	740	0	-1122	1135	726	0	-1149	-15	-3,7

REPORTE CBP PARA TUNGURAHUA FRENTE NORTE BAJA POR GASES										
Categoría	Sub-categoría	Sin Proyecto (Escenario Línea Base)			Con proyecto (Escenario Proyectado)			Diferencia Incremental (Escenario proyectado menos línea base)		
		Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)
Metano		1122	281	8,7	1122	281	8,7	0	0	0
Óxido Nitroso en suelos	Abono N en pastos/praderas/potreros	712	178	40	712	178	40	0	0	0
Stocks de carbono en biomasa	Bosques	0	0	0	-502	-126	8,5	-502	-126	8,5
Biomasa quemada no - CO2	Vegetación herbácea	54	14	20	27	6,8	33	-27	-6,8	18
Stocks de carbono en suelos	Suelos minerales	0	0	0	-620	-155	24	-620	-155	24
Total de emisiones de GEI		1888	472	21	739	185	20	-1149	-287	19

REPORTE CBP PARA TUNGURAHUA FRENTE SUR POR ACTIVIDAD											
Fuentes de GEI and Categorías de reservorios	Línea Base (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Escenario Proyectado (2015 - 2019) Emisiones y remociones - tCO2e				Beneficios en Carbono		
	CO2	CH4	N2O	GEI	CO2	CH4	N2O	GEI	Total tCO2e	tCO2e / ha	tCO2e / ha / año
Agricultura											
Metano		898				428			-470	-1,2	-0,3
Suelos agrícolas	0	0	477		0	0	228		-248	-0,64	-0,16
Cambio de uso del suelo y forestería											
Bosques y biomasa leñosa	-438				-495				-56	0,15	-0,04
Conversión de bosques y vegetación herbácea	0	0	0	0	383	0	0	0	383	0,99	0,25
Emisiones de CO2 y remociones del suelo	358				-287				-644	-1,7	-0,42
Total	-81	898	477	0	-398	428	228	0	-1036	-2,7	-0,67

REPORTE CBP PARA TUNGURAHUA FRENTE SUR POR GASES										
Categoría	Sub-categoría	Sin Proyecto (Escenario Línea Base)			Con proyecto (Escenario Proyectado)			Diferencia Incremental (Escenario proyectado menos línea base)		
		Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)	Total tCO2e	Anual tCO2e/año	Incertidumbre (%)
Metano		898	225	5,2	428	107	6	-470	-118	4,3
Óxido Nitroso en suelos	Abono N en pastos/praderas/potrerros	477	119	29	228	57	34	-248	-62	24
Stocks de carbono en biomasa	Bosques	23	5,6	19	-34	-8,5	18	-56	-14	14
	Vegetación herbácea	-461	-115	23	-461	-115	22	0	0	0
	Deforestación	0	0	0	383	96	63	383	96	63
Stocks de carbono en suelos	Suelos minerales	358	89	1,5	-287	-72	1,5	-644	-161	1,5
Total de emisiones de GEI		1294	324	1,5	258	65	1,5	-1036	-259	1,5