

Secuestro de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en países de América Latina y el Caribe: reportes nacionales y estado del arte



2020



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un programa de cooperación administrado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Verónica Ciganda

Copyright © 2020 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop W0502
Washington, D.C., 20577

Correo electrónico: fontagro@iadb.org



Secuestro de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en países de América Latina y el Caribe: reportes nacionales y estado del arte

Los países de América Latina y el Caribe (ALC) se han comprometido en la firma del acuerdo de París sobre el cambio climático (COP21), a realizar esfuerzos voluntarios para limitar el incremento de la temperatura global por debajo de los 2°C, realizando reportes periódicos bianuales de sus contribuciones nacionales determinadas (NDC).

Con una economía que tiene un fuerte componente de base en la agricultura, las emisiones de GEI debidas a la agricultura, forestación, y cambio en el uso de la tierra (AFOLU) explican una parte importante del balance de emisiones de GEI de los países de ALC. Por ejemplo, para Uruguay este sector representa aproximadamente el 75% de las emisiones de GEI, mientras que, en Chile si bien la agricultura explicó apenas un 6.7% de las emisiones en 2016, la silvicultura y el cambio en uso de la tierra representaron un secuestro de carbono equivalente del 37% del total. En Colombia, el sector AFOLU históricamente (1990- 2010) representaba aproximadamente el 60% de las emisiones netas, con valores en torno a las 102.7-130 Mton CO₂ eq., mientras que en los últimos años ocurrió una disminución de las emisiones del ganado bovino y una mejora en la gestión de tierras, observándose un descenso neto de las emisiones, que resultaron en 76.3 Mton CO₂ eq. para el último reporte realizado en 2012 (43% de las emisiones netas).

Dado el peso del sector AFOLU en el balance de emisiones de los países de ALC, el secuestro de carbono en el suelo en forma de materia orgánica podría ser la única opción disponible para disminuir las emisiones netas de GEI, que permitiría hacerlo manteniendo, o incluso aumentando, la productividad. Los suelos de ALC podrían tener un rol relevante en el secuestro de carbono en COS, ya que dependiendo de su manejo pasturas y suelos agrícolas tienen potencial como grandes sumideros de COS (West y Six, 2007). Por ende, son oportunidades de secuestro de COS estrategias de manejo como: (i) la inclusión de cultivos de servicio en secuencias agrícolas (Schipanski et al., 2014), (ii) la integración de sistemas agrícolas y ganaderos (Soussana y Lemaire, 2014), (iii) el incremento en la disponibilidad de agua y nutrientes (riego, fertilización, enmiendas), y (iv) la restauración de pasturas sembradas y pastizales naturales degradados (Conant et al., 2017). En cada país, la estrategia más efectiva para incrementar el stock de nacional de COS dependerá de las tasas de secuestro esperables y del área cubierta por dichos sistemas en ALC. Sin embargo, el estado del arte en la región presenta limitantes importantes para el reporte de las existencias de carbono orgánico del suelo en los inventarios reportados por los países.

El secuestro de carbono se cuantifica como incrementos en el stock de COS en respuesta a cambios en el manejo de la tierra (ej. incremento en el uso de fertilización o riego) o en respuesta a cambios en el uso de la tierra (ej. conversión de cultivos a forestación). Una limitante severa en ALC para cuantificar el secuestro de carbono es la falta de información local consolidada que documente la respuesta del stock de COS a cambios en el uso o el manejo de la tierra. Así, no es casual que los países de ALC no hayan reportado su inventario nacional de COS, y que los primeros intentos en marcha se basen en el uso de tablas TIER 1 del IPCC que contienen parámetros por defecto para todo el mundo. Hasta la fecha en la que se llevó a cabo

el taller, entre los países de ALC participantes solo Argentina había incluido el carbono orgánico del suelo en su reporte nacional.

De acuerdo con las directrices del IPCC (2006), para la estimación del stock de carbono del suelo en suelos minerales, es fundamental contar un valor de las existencias del carbono orgánico de referencia, que luego se multiplica por factores de corrección de acuerdo con el uso y manejo de la tierra. Si bien las guías del IPCC (2006) proveen parámetros por defecto para 6 tipos de suelos de acuerdo con la clasificación climática (TIER 1), contar con parámetros locales permitiría tener una estimación más ajustada con la realidad.

Existencias de carbono orgánico en el suelo

Una primera aproximación al stock de COS en países de ALC ha sido realizada por instituciones locales en el marco de iniciativa Global Soil Organic Carbon map (GSOCmap) de FAO y el Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (ITPS) apoyada por la Alianza Mundial para el Suelo (GSP) (FAO and ITPS, 2018). Los países de ALC han participado activamente de esta iniciativa desarrollando capacidades locales y contribuyendo a la iniciativa en la compilación de información disponible sobre el suelo en cada país. Al abordar la región de ALC en un mapa conjunto, se destacó el alto grado de incertidumbre espacial en las estimaciones de COS a lo largo del continente, por lo que la iniciativa brindó un marco para posteriores esfuerzos a nivel de cada país que permitan mejorar la resolución de estas estimaciones (Guevara et al., 2018).

El resultado de esta colaboración ha resultado muy positivo, obteniéndose un mapeo regional del stock de carbono en el suelo que fuera mencionada por los participantes Argentina, Chile, Costa Rica, Colombia y Uruguay durante el taller (Anexo I: presentaciones). Si bien se reconocen estas limitantes dentro de la información de base para las primeras estimaciones, la misma se continúa actualizando, obteniéndose un producto que tiene cada vez mejor resolución.

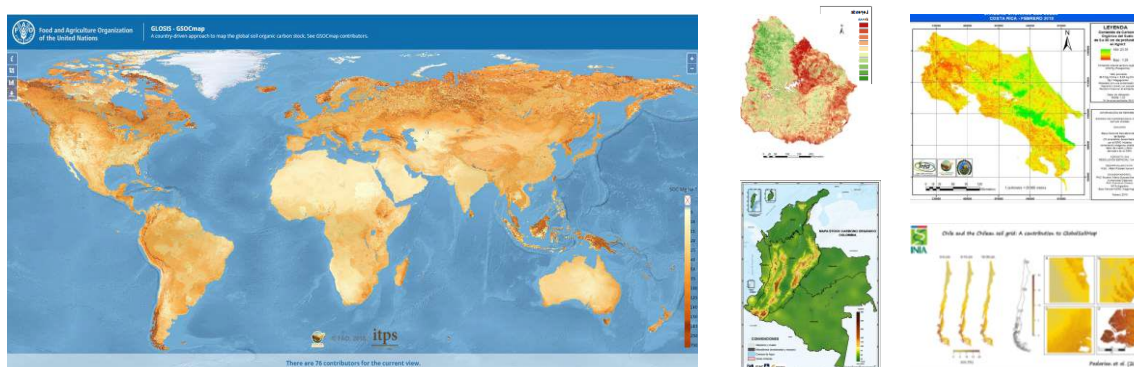


Figura 1. Captura de imagen sobre el mapa global de carbono del suelo generado en el marco de iniciativa Global Soil Organic Carbon map (GSOCmap) de FAO y el Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (ITPS) apoyada por la Alianza Mundial para el Suelo (GSP) (FAO and ITPS, 2018), y de las contribuciones de países de América Latina y el Caribe mostradas en el taller.

El aporte de esta información para las estimaciones del stock de carbono de referencia es claro. Por ejemplo, en las tablas de IPCC que son utilizadas por *default*, cuando no se tiene información local, para suelos de con arcilla de alta actividad en un clima templado cálido y húmedo se establece un contenido de carbono orgánico de referencia de 88 Mg C ha⁻¹ (0-30 cm). Para el caso Uruguay, cuyos suelos caerían mayormente en esta categoría, las estimaciones realizadas para la iniciativa GSOCmap muestran valores en un rango de 10 a 155 Mg C ha⁻¹.

Es evidente entonces que para responder a los compromisos asumidos en el acuerdo de Paris, resulta fundamental generar información sólida que permita a cada país no solo incluir el carbono orgánico del suelo en sus reportes, sino evolucionar hacia reportes de inventarios de COS en sistema basados en factores desarrollados a nivel local (IPCC TIER2) que permitan conocer de manera fehaciente cuál es el potencial de secuestro de carbono en COS de diferentes cambios en el uso y manejo de la tierra a nivel local.

Cambios en el uso de la tierra y su manejo: fuentes de información local

Afortunadamente, existen experimentos de largo plazo, así como situaciones de campo contrastantes en largo plazo en varios países de ALC que permiten contar con información local sobre el efecto de algunos de los cambios sobre el uso y manejo de la tierra en las existencias de SOC que son relevantes a los inventarios nacionales.

Sin embargo, hasta ahora no existe un esfuerzo coordinado que permita obtener factores locales para los cambios en el uso de la tierra y su manejo. Este desafío requiere de la determinación del contenido de carbono de equilibrio del suelo cuando se encuentra bajo diferentes opciones de uso y manejo, a través de mediciones en condiciones de que contemplen este uso y manejo en el largo plazo.

Las situaciones contrastantes del uso de la tierra y su manejo en los países que participaron del taller con potencial para realizar mediciones sobre cambios en carbono del suelo en una futura propuesta de cooperación técnica se presentan en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de experimentos de largo plazo (LTE), fincas experimentales (farmlets) y situaciones apareadas en una región con manejos conocidos (Paired) disponibles como base para información de stocks de carbono en el suelo bajo diferentes usos y manejos de la tierra en los países de América Latina y el Caribe participantes del taller.

Country	tipo	Institution	Responsible	Treatments	START	END
Argentina	LTE (3-4 sites)	INTA	Fernando Salvagiotti	Crops with conventional vs. no till tillage	varios años	current
Argentina	LTE (4-5 sites)	INTA	Fernando Salvagiotti	Crop sequences	varios años	current
Argentina	LTE (20 sites)	INTA	Fernando Salvagiotti	Crop sequences with cover crops	2002	current
Argentina	LTE	INTA	Fernando Salvagiotti	Silvopastoriles		current
Brasil	LTE	Embrapa	Jose Henrique de Albuquerque	Brachiaria with Nutrients treatments (9) + 2 controls	2004	current
Brasil	LTE	Embrapa	Robélio Leandro Marchão	Crop sequences (incl. Tropical Pastures)	1991	2013
Brasil	LTE	Embrapa	Alexandre Araújo	Crop sequences (incl. Tropical Pastures)	1995	current
Brasil	LTE	Embrapa	Robert Boddey	Brachiaria + N vs. Brachiaria + legume (Arachis) on deforested land	1995	current
Brasil	LTE	UFRRGS	Cimelio Bayer	Crop sequences with cover crops		
Chile	LTE	INIA		Crop sequences (incl. Pastures)	1995	current
Chile	LTE	INIA		Rate of manure or residues application	2014	current
Colombia	farmlets	Agrosavia	Luis Chaves	Cropping, Cana, Silvopast, sabana	2009	current
Colombia	area	Agrosavia	Luis Chaves	Survey of the area (incluye sitios exps Taluma & Carimagua)	2011	current
Colombia	farmlets	Agrosavia	Luis Chaves	Brachiaria, Silvopastoril, Bosque, Cropping	2000	current
Colombia	area	Agrosavia	Luis Chaves	Survey of the area (incluye sitios exps Taluma & Carimagua)	2005	current
Colombia	farmlets	Agrosavia	Luis Chaves	Silvopastoril vs rotation cropping	2007	current
Colombia	farmlets	Agrosavia	Luis Chaves	Silvopastoril vs rotation cropping	2014	current
Colombia	farmlets	CIAT	Goni	Agrosilvopastoriles	2014	current
Costa Rica	farmlets	CORPFOGA		Proposed grazing management (11 fincas)	2016	current
Costa Rica	farmlets	OET		estados de vegetación de Selva Tropical		current
Costa Rica	farmlets	INTA	Sergio Abarca	Rational grazing vs. Bad management (dentro del farmlet)	2012	current
Costa Rica	farmlets	INTA	Sergio Abarca	selva, pastoreo tradicional, pastoreo mejorado (dentro del farmlet)	2012	current
Uruguay	LTE	INIA	Jorge Sawchik	Crop sequences (incl. Pastures)	1963	current
Uruguay	LTE	INIA	José Terra	Crop sequences (incl. Pastures)	1995	current
Uruguay	LTE	INIA	José Terra	Crop sequences (incl. Pastures)	2012	current
Uruguay	LTE	FAGRO	Oswaldo Ernst	Crops & Pastures with conventional vs. no till tillage	1993	current
Uruguay	LTE	INIA	Jorge Sawchik	Crops & Pastures with conventional vs. no till tillage	1996	current
Uruguay	LTE	INIA	Jorge Sawchik	Crop sequences with cover crops	2000	current
Uruguay	LTE	INIA	Walter Ayala	Natural grasslands, Legumes+P, Legumes++P	1996	current
Uruguay	LTE	FAGRO	A. Del Pino	Natural grasslands, Legumes+P, Legumes++P	1996	current?
Uruguay	LTE	EEFAS	Pablo Soca	Grazing pressure	2006	current
Uruguay	Paired	FAGRO	Gervasio Piñeiro	Natural grasslands, Legumes+P	varios años	current
Uruguay	LTE	EEFAS	R. Rodriguez Palma	Natural grasslands, Fertilized N+P	2002	current
Uruguay	Paired	INIA	Walter Ayala	Natural grasslands to sown pastures transition	2012	current
Uruguay	Paired	INIA	A. Quincke	100 plots in crop/pasture systems	2006	2016
Uruguay	Paired	INIA	A. Quincke	400 plots dairy dairy	2008	2020
Uruguay		EEMAC	S. Mazzili	modeling of farm systems		
Uruguay	Paired	ANDE	Gervasio Piñeiro	riego vs no riego	2004	current
Uruguay	Paired	FAGRO	Hernandez	Natural grasslands vs Afforestation	varios años	current
Uruguay	LTE	INIA	C. Leoni	Crop sequences (horticulture) with cover crops		current
Uruguay	Paires	FAGRO	Gervasio Piñeiro	Grazing vs. Exclosures	1980	current

En los distintos países los usos de la tierra y manejos de suelo específicos que adquieren mayor relevancia varían de acuerdo con los sistemas de producción predominantes, y por lo tanto la oportunidad de realizar los correspondientes muestreos de campo dependen de las situaciones disponibles en cada país.

En Argentina, Brasil, Chile y Uruguay, se cuenta con experimentos de rotaciones de largo plazo donde se evalúan el efecto de diferentes secuencias de cultivos y pasturas, así como la integración de sistemas de silvicultura y ganadería, sobre el contenido de carbono del suelo, que sumadas abarcan las zonas agroclimáticas templada, tropical y subtropical. También existen estudios que consideran sitios de muestreo de situaciones de campo cuidadosamente identificadas donde el manejo contrastante en el largo plazo permite obtener información sobre el efecto del manejo del pastoreo. Por otra parte, en Colombia existen casos de estudio en fincas experimentales con condiciones contrastantes de rotaciones de cultivos donde se ha evaluado el efecto de prácticas de manejo sobre la construcción la capa arable que permiten evaluar el efecto en los stocks de carbono del suelo. En Costa Rica, se cuenta con fincas experimentales con manejo contrastante del pastoreo en el largo plazo que permitirían realizar determinaciones sobre el efecto de opciones evaluadas en el stock de carbono del suelo.



Figura 2. Vista aérea de dos de los experimentos de largo plazo ubicados en Uruguay, donde se evalúa el efecto de diferentes rotaciones de cultivos y pasturas sobre el contenido de carbono en el suelo. A la izquierda el experimento más antiguo de la región, iniciado en 1963 en INIA La Estanzuela. A la derecha el experimento de rotaciones de cultivos y pasturas que opera en siembra directa desde 1995 en INIA Treinta y Tres.

En el caso de los experimentos de largo plazo, la garantía de calidad científica sobre la información relevada se apoya en el diseño experimental y los muestreos ya realizados a lo largo del tiempo. Sin embargo, en el caso de los relevamientos de campo regionales se requiere de una estrategia de muestreo (disposición y número de sitios, y número de muestras/sitio) que permita detectar con un determinado nivel de certeza cambios en el stock de COS.

La experiencia de Nueva Zelanda (McNeill et al. 2014) presentada en el taller, demostró que existen alternativas metodológicas que permitirían realizar un mapeo a nivel país de las categorías calve del uso de la tierra en base a muestreos de campo con costos realizables. Estas técnicas incluyen la incorporación de tecnologías de laboratorio (NIRS) y geoestadística. El diseño de tal estrategia debe realizarse en base a mapas ya existentes de topografía y de las características fisicoquímicas de los suelos, información previa sobre el grado de correlación espacial en los stocks de COS, y precisión lograble localmente en la determinación de stocks de COS.

Oportunidades de secuestro de carbono en suelo en América Latina y el Caribe

La estrategia más efectiva para incrementar el stock de nacional de COS en cada país de ALC es una función del área cubierta por cada uso de la tierra y de las tasas de secuestro esperables de cada estrategia pertinente al sistema de producción. Se presenta aquí una primera aproximación a la identificación de los usos y manejos de la tierra en países de ALC relevantes en cuanto a su potencial de secuestro de COS, así como las fuentes de datos disponibles localmente: tanto experimentos de largo plazo como regiones dominadas por los usos o manejos de la tierra relevantes a las categorías clave de cada país. Este análisis cualitativo fue realizado por los equipos locales de las instituciones co-ejecutoras de una propuesta de cooperación técnica en ALC (Agrosavia de Colombia, INIA Chile, INIA Uruguay, INTA Argentina, e INTA Costa Rica) y de las instituciones locales asociadas (Ministerios de Ganadería Agricultura y Pesca).

Las oportunidades identificadas de acuerdo con su impacto potencial a nivel local se resumen en la Figura 3, utilizando información cualitativa (alto/bajo) de expertos locales para identificar aquellos cambios en el uso o manejo de la tierra con mayor potencial de lograr un alto secuestro de COS para cada país que participará de una propuesta de cooperación técnica. El potencial

identificado puede deberse a que estos cambios en el stock de COS ocurrirían en extensiones amplias del país (eje X) y/o a cambios que tendrían un impacto alto en el stock de COS (eje Y). Este análisis sugiere aquellas oportunidades donde es prioritario obtener factores locales profundizando la información generada a nivel local y su análisis, resumidas en cinco gráficos, uno por cada país presente en el taller.

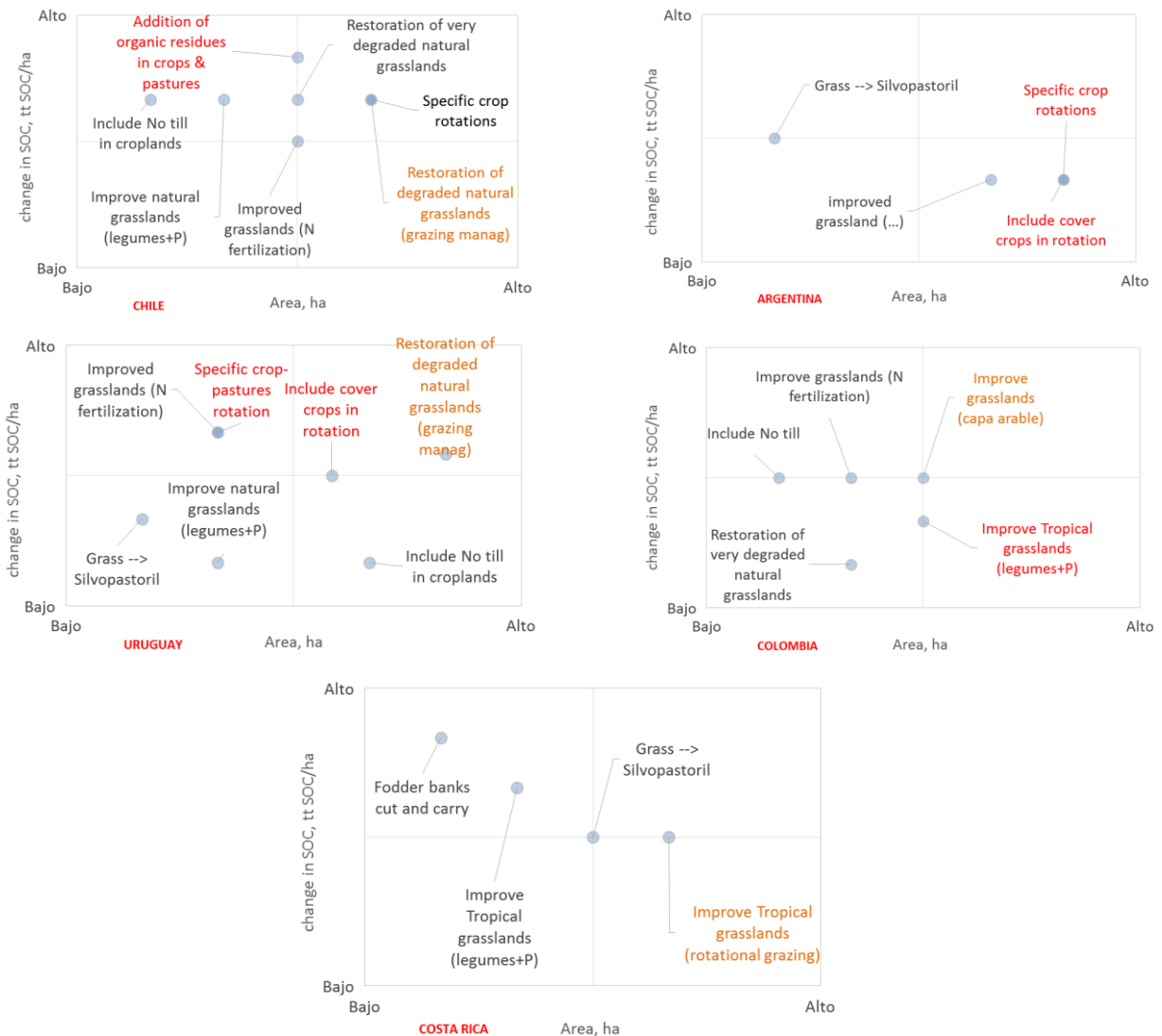


Figura 3. Análisis cualitativo de magnitud de diferentes cambios en uso o manejo de la tierra que representan una oportunidad de secuestro de COS en cinco países de ALC donde se desarrollará un proyecto consensuado sobre secuestro de carbono.

Para estos casos identificados como categorías clave por varios países, el foco de un esfuerzo conjunto debe ser puesto en la recopilación de información específica de stocks de COS disponible para dichos usos o manejos de la tierra en un inventario detallado, así como la generación de nuevos datos de stocks de COS, llevando adelante los nuevos muestreos.

De acuerdo con este análisis, la restauración de pastizales naturales y el manejo del pastoreo en pasturas mejoradas surge como un tema prioritario para el secuestro de carbono en ALC. Considerando la extensa área que ocupa en los diferentes países de ALC, estas prácticas de mitigación podrían representar una contribución importante de constatarse con mediciones locales aumentos en el stock de carbono orgánico del suelo que permitan cuantificar este efecto. En segundo lugar, aparecen las rotaciones de cultivos, la inclusión de cultivos de cobertura y la integración de la ganadería y silvicultura en sistemas silvopastoriles.

Extendiendo este análisis para evaluar la posibilidad de contar con información local que permita cuantificar efectivamente la magnitud de dicha oportunidad, se considera una valoración sobre la factibilidad de obtener datos locales de stock de COS logrables en el corto y mediano plazo utilizando la infraestructura experimental existente.

El nivel de certidumbre de la existencia de datos locales está asociado a la disponibilidad o no de experimentos del largo plazo que permitan cuantificar el cambio en stock de COS. Por ejemplo, existen varios experimentos de largo plazo locales que comparan agricultura continua, agricultura en rotación con pasturas, y agricultura con inclusión de cultivos de servicio. Estos cambios con potencial de secuestro de COS y con alta certidumbre en cuanto a la posibilidad de tener datos locales de stock de COS logrables en el corto y mediano plazo (Figura 3, color rojo), representan una posibilidad cierta sobre al cual se podrían afirmar las bases de una cooperación técnica entre los cinco países de ALC que participaron del taller. Sin embargo, a pesar de su importancia como potencial de secuestro de carbono, no existen tales experimentos comparando manejos del pastoreo para recuperar pasturas degradadas (Figura 3, color naranja) lo cual genera cierta incertidumbre en cuanto a la posibilidad de tener datos locales de stock de COS logrables en el corto y mediano plazo. En este tipo de casos, la fuente de datos posible es la identificación de regiones dentro de las cuales aparezcan sitios con manejos contrastantes y muestrearlos con un diseño apropiado.

Este análisis permite progresar hacia una cooperación técnica entre los cinco países miembros de FONTAGRO que participaron del taller, realizado una propuesta concreta de proyecto para elevar al Consejo Directivo de FONTAGRO.

Referencias

Conant et al. 2017. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications* 27, 662-668.

FAO and ITPS. 2018. Global Soil Organic Carbon Map (GSOCmap). Technical Report. Rome. 162 pp. ISBN 978-92-5-130439-6

Guevara et al., 2018. No silver bullet for digital soil mapping: country-specific soil organic carbon estimates across Latin America. *SOIL*, 4, 173-193, 2018. <https://doi.org/10.5194/soil-4-173-2018>.

McNeill et al. 2014. Development and calibration of a soil carbon inventory model for New Zealand. *Soil Research*, 52, 789-804.

Soussana y Lemaire 2014. Coupling carbon and nitrogen cycles for environmentally sustainable intensification of grasslands and crop-livestock systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190, 9-17.

West y Six 2007. Considering the influence of sequestration duration and carbon saturation on estimates of soil carbon capacity. Climatic Change 80, 25-41.

Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org