Taller
"Estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe"

Colonia, Uruguay 2019

Copyright © 2019 Banco Interamericano de Desarrollo. Todos los derechos reservados; este documento puede reproducirse libremente para fines no comerciales.

FONTAGRO es un fondo administrado por el Banco pero con su propia membresía, estructura de gobernabilidad y activos. Se prohíbe el uso comercial no autorizado de los documentos del Banco, y tal podría castigarse de conformidad con las políticas del Banco y/o las legislaciones aplicables. Las opiniones expresadas en esta publicación son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.

La presente memoria ha sido preparada con las relatorías escritas por María Virginia Pravia de INIA Uruguay, y por cada participante del taller para sus respectivas prensentaciones. Créditos de las imágnes de portada: María Virginia Pravia, INIA-Uruguay, y AGROSAVIA C.I. La Libertad

Esta publicación puede solicitarse a:
FONTAGRO
Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, NW, Stop W0908
Washington, D.C., 20577
Correo electrónico: fontagro@iadb.org
Tel: 1 (202) 623-3876/3242
www.fontagro.org

Contenidos

Agradecimientos 5

Resumen Ejecutivo 6

Executive Summary 8

Introducción 9

Antecedentes 11

Desafío 11

Equipo de Trabajo 12

Metodología del taller 13

Lista de participantes 13

Agenda del taller 15

Secuestro de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero en países de América Latina y el Caribe: reportes nacionales y estado del arte 17

- Existencias de carbono orgánico en el suelo 18
- Cambios en el uso de la tierra y su manejo: fuentes de información local 20
- Oportunidades de secuestro de carbono en suelo en América Latina y el Caribe 22

Lecciones aprendidas 25

Conclusiones 25

Referencias 27

Resúmenes de las Presentaciones 28

- Reporte de los cambios en los stocks de carbono orgánico del suelo en los inventarios de gases de efecto invernadero 29
- Estimación de COS en los inventarios de GEI de Uruguay: una mejora imprescindible 29
- Expectativas de Uruguay para el Proyecto con FONTAGRO 29
- Aproximación al stock de carbono en el suelo y sus cambios según el uso y manejo de la tierra: Experimentos de Largo Plazo y otras fuentes de información en Uruguay 30
- Emisiones de gases de efecto invernadero y secuestro de carbono en Argentina 31

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, sector Agricultura y Ganadería 32
Avances en el contenido de carbono orgánico de suelos en Chile 32
Reportes de emisiones y remociones de CO2, carbono orgánico del suelo, y capacidades en Costa Rica 33
Monitoreo de secuestro de carbono en pasturas de la Altillanura Colombiana..... 33
Condiciones del Suelo para una Agricultura Sostenible con Mitigación de Impacto Ambiental en Colombia 35
Land Use Change and its Impact on Soil Carbon Stocks: Priorities and Strategies for Research in Brazil 36
New Zealand Soil Carbon Monitoring and Measurement 37
Imágenes del taller 38
Biografías de los participantes 40

Agradecimientos

A todas las instituciones que a través de sus instrumentos de financiación hicieron posible la realización de este taller, FONTAGRO por el fondo semilla que hizo posible esta reunión y a Landcare Research New Zealand.

En especial, un agradecimiento al INIA La Estanzuela, Uruguay, como sede del evento, al Dr. Fernando Lattanzi como anfitrión de este taller y a la Sra. Karina Cabrera por la organización de los aspectos logísticos.

Finalmente, agradecer a los participantes que contribuyeron con sus presentaciones a la discusión, y su disposición a colaborar que permitió generar una propuesta de cooperación técnica regional con foco en estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe.

Resumen Ejecutivo

El taller “Estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe”, se llevó a cabo del 27 al 29 de agosto de 2019 en INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

Esta actividad fue realizada en el marco del fondo semilla “Plataforma de Intensificación Sostenible Agropecuaria 2030/2050, basada en estrategias innovadoras de secuestro de carbono en América Latina y el Caribe”, con el cual se apoyó la creación de una plataforma multiagencia de intensificación de los sistemas productivos agropecuarios basados en estrategias innovadoras de secuestro de carbono.

El objetivo del taller fue elaborar un proyecto regional para abordar las capacidades regionales y necesidades en cuanto al desarrollo de tecnologías para el secuestro de carbono en sistemas agropecuarios, y los inventarios nacionales de stock de carbono orgánico del suelo. En este taller participaron en forma presencial 14 personas de siete países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay, Nueva Zelanda. La instancia reunió participantes de las instituciones: INTA-Argentina, MAGYP-Argentina, Embrapa, INIA-Chile, AGROSAVIA, CATIE, MGAP-Uruguay, INIA-Uruguay, FAgro-UdelaR, Landcare Research; además de dos participantes de España de la Universidad Politécnica de Madrid, e INIA-España, y de la Secretaría Técnica de FONTAGRO que se conectaron de forma remota mediante un sistema de videoconferencia.

Específicamente, durante los tres días de trabajo las actividades se centraron en la elaboración de un Proyecto Consensuado con el objetivo de crear una plataforma multi-agencia regional para generar y difundir información sobre intensificación sostenible de sistemas agropecuarios basados en secuestro de carbono. Se comenzó por realizar una puesta a punto sobre el estado del arte en cada país en cuanto al reporte de stocks de carbono orgánico del suelo en los inventarios nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero de los países participantes, y las correspondientes categorías de uso de la tierra más relevantes. Luego la agenda se centró en revisar la disponibilidad de plataformas de investigación de largo plazo y las capacidades existentes en infraestructura y recursos humanos en cada país. Se plantearon así las oportunidades y prioridades donde focalizar el desarrollo de un proyecto consensuado que provea las herramientas para la cuantificación y el reporte de las oportunidades locales más relevantes para el secuestro de carbono en el suelo en sistemas agropecuarios de América Latina y el Caribe. Se elaboró entonces un plan de trabajo ajustado a la necesidades regionales y específicas de los países participantes.

Como productos del taller se obtuvieron:

i) Estado del arte en cuanto al reporte de stocks de carbono orgánico del suelo en los inventarios nacionales y las capacidades regionales;
ii) Un plan de actividades y cronograma a desarrollar en conjunto bajo la órbita de un proyecto consensuado para la intensificación de los sistemas productivos agropecuarios basados en estrategias innovadoras de secuestro de carbono;
iii) Una lista consensuada de productos a obtener en un proyecto que atiende las necesidades y oportunidades prioritarias de cada país participante;

iv) Un presupuesto tentativo del proyecto elaborado, detallando rubros y fuentes de financiación.

Executive Summary

The workshop "Innovative strategies for soil carbon sequestration in sustainable livestock systems of Latin America and the Caribbean" was held on August 27th-29th 2019 at INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay.

This activity took place in the framework of the seed fund "Sustainable Intensification Platform of Agriculture 2030/2050, based on innovative strategies for soil carbon sequestration in Latin America and the Caribbean", which supported the establishment of a multiagency platform for agricultural productive system intensification based on innovative strategies for soil carbon sequestration.

The aim of the workshop was to elaborate a regional project to assess soil carbon sequestration technologies and the regional capacity for reporting soil carbon stocks on agricultural systems. This workshop gathered 14 participants from seven countries: Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay, New Zealand. The participating institutes were: INTA-Argentina, MAGYP-Argentina, Embrapa, INIA-Chile, AGROSAVIA, CATIE, MGAP-Uruguay, INIA-Uruguay, FAgro-UdelaR, Landcare Research. In addition, two participants from Spain at Universidad Politécnica de Madrid and INIA-España respectively, and the FONTAGRO Technical Secretary participated connecting remotely on videoconference.

The activities through these three days of work focused specifically on elaborating a consented project to establish the basis for a multi-agency platform that will contribute to the design of strategies for climate change mitigation and adaptation potential in agricultural systems of Latin American and Caribbean (LAC) countries based on information on land use and management with high potential for SOC sequestration in agricultural production systems of LAC.

The workshop started with a round table of the state of the art on soil carbon stocks reporting in each of the LAC participating countries' national greenhouse gasses inventories, establishing the most relevant land use classes. Then the agenda focused on reviewing the availability of long-term research platforms and existing capabilities regarding infrastructure and human resources in each of the LAC participating countries. Opportunities and priorities were then established for the development of a technical cooperation, which's main scope and focus will provide LAC countries with the necessary quantification tools for reporting their SOC stocks inventories on the most relevant opportunities for soil organic carbon sequestration identified for LAC agricultural systems. A working plan was then agreed according to each of the participating countries' and regional needs.

Main workshop products were:

i) State of the art on soil organic carbon stocks reporting in national greenhouse gases inventories of each LAC participating county and regional capacities;
ii) An activity plan and timeline for a technical cooperation to be developed under the framework of a consented project for sustainable intensification of agricultural production systems based on innovative strategies for soil carbon sequestration;

iii) A list of agreed products to be obtained in a project assessing the main priority needs and opportunities of each LAC participating country;

iv) A draft budget of such collaborative project, including the main costs and funding sources.

Introducción

La agricultura se posiciona actualmente como una potencial solución para problemas globales como el cambio climático, la falta de seguridad alimentaria y la polución ambiental. La clave para esta solución global se encuentra el carbono orgánico del suelo (COS), que representa al mismo tiempo un enorme desafío y una gran oportunidad para el desarrollo de los países donde la agricultura es el motor de la economía y la sociedad.

El desarrollo de una agricultura económica, ambiental y socialmente sostenible exige un adecuado manejo del COS, sobre el que confluyen varias iniciativas internacionales que se centran en conservar e incrementar el stock de COS, posicionando al tema en un momento histórico (Lal 2016). Esto se debe a que el COS además de ser el principal indicador de la calidad del suelo y su potencial productivo, constituye el mayor reservorio de C de la biósfera donde pequeños cambios en su stock podrían tener un impacto considerable en el contexto del cambio climático (Pacala y Socolow, 2004; Lal 2004).

Este enfoque sobre la agricultura como solución a desafíos globales centrada en el COS podría representar una oportunidad para aquellos países cuya economía se encuentra íntimamente ligada a ésta, como ocurre en América Latina y el Caribe (ALC). Los suelos de ALC podrían tener un rol relevante en el secuestro de carbono en COS, ya que dependiendo de su manejo, las pasturas y suelos agrícolas tienen potencial como grandes sumideros de COS (West y Six, 2007). La remoción de dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera y su almacenamiento en sumideros ecológicos, como la materia orgánica del suelo se define como "secuestro de carbono".

La adopción de prácticas con el objetivo de realizar este potencial de secuestro de carbono en sistemas no subsidiados como la gran mayoría de los que conforman la agricultura de ALC, requiere de la asociación de estas prácticas de manejo a beneficios económicos concretos que impliquen un incremento en el ingreso para los productores. Esto implica la priorización de este asunto desde los decisores políticos en cada país, de manera de que los incluyan en las políticas públicas y sus reportes internacionales y estrategias de adaptación y mitigación. Nada de esto es factible sin una adecuada cuantificación de los cambios en el stock de carbono, de manera aceptada por la comunidad científica internacional.

Una limitante severa en ALC y en otras partes del mundo (Chenu et al., 2019) 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. Esta falta de información local en ALC es aún más relevante desde la firma del acuerdo de Paris sobre el cambio climático (COP21), donde los países se han comprometido a realizar esfuerzos voluntarios para limitar el incremento de la temperatura

global por debajo de los 2°C. El secuestro de carbono en COS es virtualmente la única opción disponible para disminuir las emisiones netas de GEI del sector agropecuario en ALC, que permitiría hacerlo manteniendo, o incluso aumentado, la productividad. Resulta entonces fundamental conocer cuál es el potencial de secuestro de carbono en COS de diferentes cambios en el uso y manejo de la tierra, generando información local que permita a cada país evolucionar hacia reportes de inventarios de COS en sistema basados en ésta (IPCC TIER2).

Antecedentes

La adopción de prácticas que permitan realizar el potencial de secuestro de carbono del suelo en América Latina y el Caribe y su documentación de manera fehaciente requiere de un esfuerzo coordinado entre diferentes actores locales. Por un lado, la comunidad científica local debe proveer información que avale el efecto de cambios en el uso de la tierra y su manejo en términos de secuestro de carbono, y por otro, los decisores políticos con capacidad de establecer políticas públicas a nivel local que habiliten la adopción de estas prácticas como medidas de mitigación y adaptación. Además, para que los productores de ALC que desarrollan sus actividades agropecuarias en una economía no subsidiada prioricen la implementación de prácticas de manejo que incrementen el stock de carbono del suelo, es fundamental que exista un beneficio económico.

En este marco, se realizó el fondo semilla "Plataforma de Intensificación Sostenible Agropecuaria 2030/2050, basada en estrategias innovadoras de secuestro de carbono en América Latina y el Caribe", con el objetivo de crear una plataforma multiagencia de intensificación de los sistemas productivos agropecuarios basados en estrategias innovadoras de secuestro de carbono.

Desafío

Se abordó el desafío de consensuar prioridades en un continente diverso, fortaleciendo lazos y estableciendo puntos de interés común para la integración regional en una cooperación técnica que sea de utilidad práctica para las instituciones de base de políticas públicas e inserción internacional y productores agropecuarios de países de ALC, que llevan adelante una agricultura no subsidiada.

Para la creación de esta plataforma regional, se organizó el taller de referencia donde se socializó la información clave, diagnósticos y trabajos previos realizados sobre secuestro de carbono en el suelo en sistemas agropecuarios en el ámbito internacional, regional y nacional. Se considero especialmente el reporte de emisiones de gases de efecto invernadero y secuestro de carbono de los países participantes, y las categorías prioritarias por su mayor afectación al resultado de cada país.

Se formuló sobre esta base una propuesta de proyecto consensuado de gran alcance para abordar las principales limitantes y tratar de captar las oportunidades de mercado en relación con estrategias innovadoras de secuestro de carbono para los principales sistemas que conforman la agricultura de ALC.

Los temas y experiencias claves en los países de ALC que constituyen la plataforma para el desarrollo de esta cooperación técnica, y los temas interés identificados por cada país e institución en un esfuerzo conjunto en el presente taller, así como temas trasversales relacionados a cuestiones tecnológicas, organizacionales e institucionales en ALC, se detallan en las siguientes páginas.

Equipo de Trabajo

En este taller participaron en forma presencial 14 personas de siete países: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay, Nueva Zelanda. La instancia reunió participantes de las instituciones: INTA-Argentina, MAGYP-Argentina, Embrapa, INIA-Chile, AGROSAVIA, CATIE, MGAP-Uruguay, INIA-Uruguay, FAgro-UdelaR, Landcare Research; además de dos participantes de España de la Universidad Politécnica de Madrid, e INIA-España, y de la Secretaría Técnica de FONTAGRO que se conectaron de forma remota mediante un sistema de videoconferencia

La lista de participantes consiguió reunir tanto investigadores locales en la temática de carbono orgánico del suelo, con conocimiento sobre la base experimental y capacidades locales en el tema, como representantes de institucionales de países de ALC con profundo conocimiento sobre la metodología utilizada en el reporte gases de efecto invernadero y stocks carbono orgánico del suelo en sus respectivos inventarios nacionales. Las biografías de los participantes se encuentran al final de esta publicación.

Participantes del taller “Estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe”, realizado en INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay del 27 al 29 de agosto de 2019.

Metodología del taller

La metodología del taller consistió en sesiones de ponencias alternadas con otras de trabajo grupal donde los representantes de las instituciones y países participantes socializaron los puntos clave para sus países en el reporte de inventario de emisiones gases de efecto invernadero y secuestro de carbono, las capacidades nacionales y limitantes detectadas para cada país desde la información y recursos disponibles hasta la infraestructura requerida.

Una vez discutido el estado del arte focalizando en los inventarios de stock de carbono orgánico del suelo, y las correspondientes categorías de uso de la tierra más relevantes, se revisó la disponibilidad de plataformas de investigación de largo plazo y las capacidades existentes en infraestructura y recursos humanos en cada país. Las sesiones de trabajo se enfocaron entonces en desarrollar los puntos de sinergia y optimización de recursos que tendría una propuesta técnica de colaboración entre países que brinde los mejores resultados para la región en cuanto a la generación y difusión de información sobre intensificación sostenible de sistemas agropecuarios basados en secuestro de carbono. Finalmente, se abordaron aspectos metodológicos.

Durante los tres días del taller, se elaboró así un plan de trabajo ajustado a la necesidades regionales y específicas de los países participantes en una propuesta de cooperación técnica. Este plan contempla la visión conjunta de investigadores en el área de secuestro de carbono y representantes de políticas públicas locales, para el desarrollo de las herramientas que afecten a los usos de la tierra y su manejo más relevantes en la región.

Al finalizar el taller, se acordaron los siguientes pasos para consolidar esta propuesta de cooperación técnica que brindará herramientas para la cuantificación y el reporte de las oportunidades locales más relevantes para el secuestro de carbono en el suelo en sistemas agropecuarios de América Latina y el Caribe.

Lista de participantes

Nombre	Institución – país	Contacto
Fernando A. Lattanzi	INIA – Uruguay	flattanzi@inia.org.uy
Walter Oyhantçabal	MGAP – Uruguay	WOyhantcabal@mgap.gub.uy
Nicolás Costa	MGAP – Uruguay	ncosta@mgap.gub.uy
María Virginia Pravia	INIA – Uruguay	vpravia@inia.org.uy
Gervasio Piñeiro	FAUBA – Argentina, FAgro UdelaR - Uruguay	pineiro@agro.uba.ar
Andres Said	MAGYP – Argentina	asaid@magyp.gob.ar
Marcelo Beltrán	INTA – Argentina	beltran.marcelo@inta.gob.ar
Francisco Salazar	INIA – Chile	fsalazar@inia.cl
Francisco Casasola	INTA – Costa Rica	fcasasol@catie.ac.cr
Miguel Arango	Agrosavia – Colombia	marangoa@agrosavia.co
Luis Chaves	Agrosavia – Colombia	lchavez@agrosavia.co

Robert Boddery	Embrapa – Brasil	robert.boddey@embrapa.br
Stephen McNeill	Landcare Research - Nueva Zelanda	mcneills@landcareresearch.co.nz
Matteo Poggio	Landcare Research - Nueva Zealandia	PoggioM@landcareresearch.co.nz

Agenda del taller

Dia 1: 27 de agosto de 2019

Hora	Asunto /Presentación	Responsable / Involucrado
10:30	Introducción y objetivo del taller; agenda y programa	Fernando Lattanzi
	Presentación de FONTAGRO y MPI NZ (GRA)	Ma. Eugenia Saini
11:30	Compromisos Nacionales de países de ALC respecto de los reservorios de carbono orgánico del suelo (SOC stocks)	Walter Oyhantçabal
12:30	El Sistema TIER de IPCC: Tablas de TIER 1 para estimar stock de carbono	Nicolás Costa
13:00	Almuerzo	
14:00	Tablas TIER 1/ TIER 2: estado actual en cada país	Andrés Said, F. Salazar, N. Costa, Francisco Casasola, Luis Chávez
	Café	
15:30	Discusión sobre publicación (Viglizzo *et al.* 2018)	Gervasio Piñeiro
17:00	SOC Stocks determination in New Zealand Hill Country	Stephen McNeill / Matteo Poggio
17:30	Informacion disponible y capacidades en cada país: - Experimentos largo plazo - Mapas nacionales de SOC stocks - Laboratorios - RRHH locales con expertise en muestreo de SOC stocks, GIS y geoestadística.	Marcelo Beltrán, Francisco Salazar, Virginia Pravia, Francisco Casasola, Luis Chávez/Miguel Arango, Robert Boddery Fernando Lattanzi (coord.)

Dia 2: 28 de agosto de 2019

Hora	Asunto /Presentación	Responsable / Involucrado
9:00	Informacion disponible y capacidades en cada país: - Experimentos largo plazo y sitios de muestreo apareados - Mapas nacionales de SOC stocks - Laboratorios locales - RRHH locales con expertise en muestreo de SOC stocks, GIS y geoestadística.	Walter Oyhantçabal, Andrés Said, Francisco Salazar, Virginia Pravia, Francisco Casasola, Luis Chávez
	Café	
11:30	Lista de productos	Fernando Lattanzi y Virginia Pravia (coord.)
13:00	Almuerzo	
14:00	Lista de actividades; tabla	Fernando Lattanzi y Virginia Pravia (coord.)
	Café	

17:00	Lista de actividades (cont.)	Fernando Lattanzi y Virginia Pravia (coord.)

Agenda del taller

Dia 3: 29 de agosto de 2019

Hora	Asunto /Presentación	Responsable / Involucrado
9:00	Elaboración del presupuesto del proyecto: - Costo personal y análisis de laboratorio - Presupuesto: datos de ELP - Presupuesto: datos para determinaciones de stocks de C de base	Fernando Lattanzi y Virginia Pravia (coord.)
	Café	
10:30	Presupuesto: -Desarrollo de capacidades -manejo del proyecto	Fernando Lattanzi y Virginia Pravia (coord.)
12:30	Asuntos pendientes antes de enviar el proyecto	todos
13:00	Almuerzo	
14:30	Involucramiento de responsables de reportar SOC stocks en Colombia y Costa Rica	Luis Chávez, Miguel Arango, Francisco Casasola
17:00	Discusión aspectos de diseño de muestreos de campo -geoestadística	Matteo Poggio, Stephen McNeill, Fernando Lattanzi, Virginia Pravia

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 Paris 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 aumentado, 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.

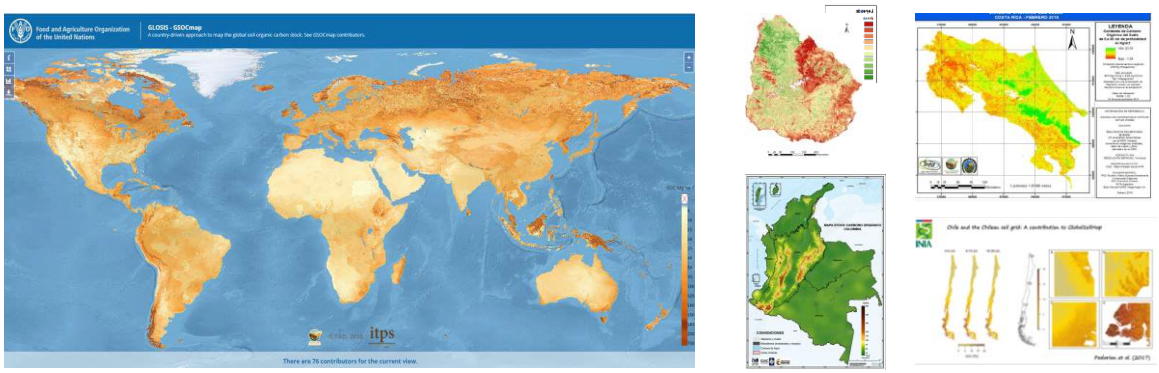


Figura 1. Captura de imagen sobre el mapa global de carbono del suelo generado en el marco de iniciativa Global Soil Organic Carbon map (GSOCmap) de FAO y el Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (ITPS) apoyada por la Alianza Mundial para el Suelo (GSP) (FAO and ITPS, 2018), y de las contribuciones 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	UFRGS	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 evalua el efecto de diferentes rotaciones de cultivos y pasturas sobre el contenido de carbono en el suelo. A la izquierda el experimento mas antiguo de la región, iniciado en 1963 en INIA La Estanzuela. A la derecha el experimeto 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 metodologías 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.

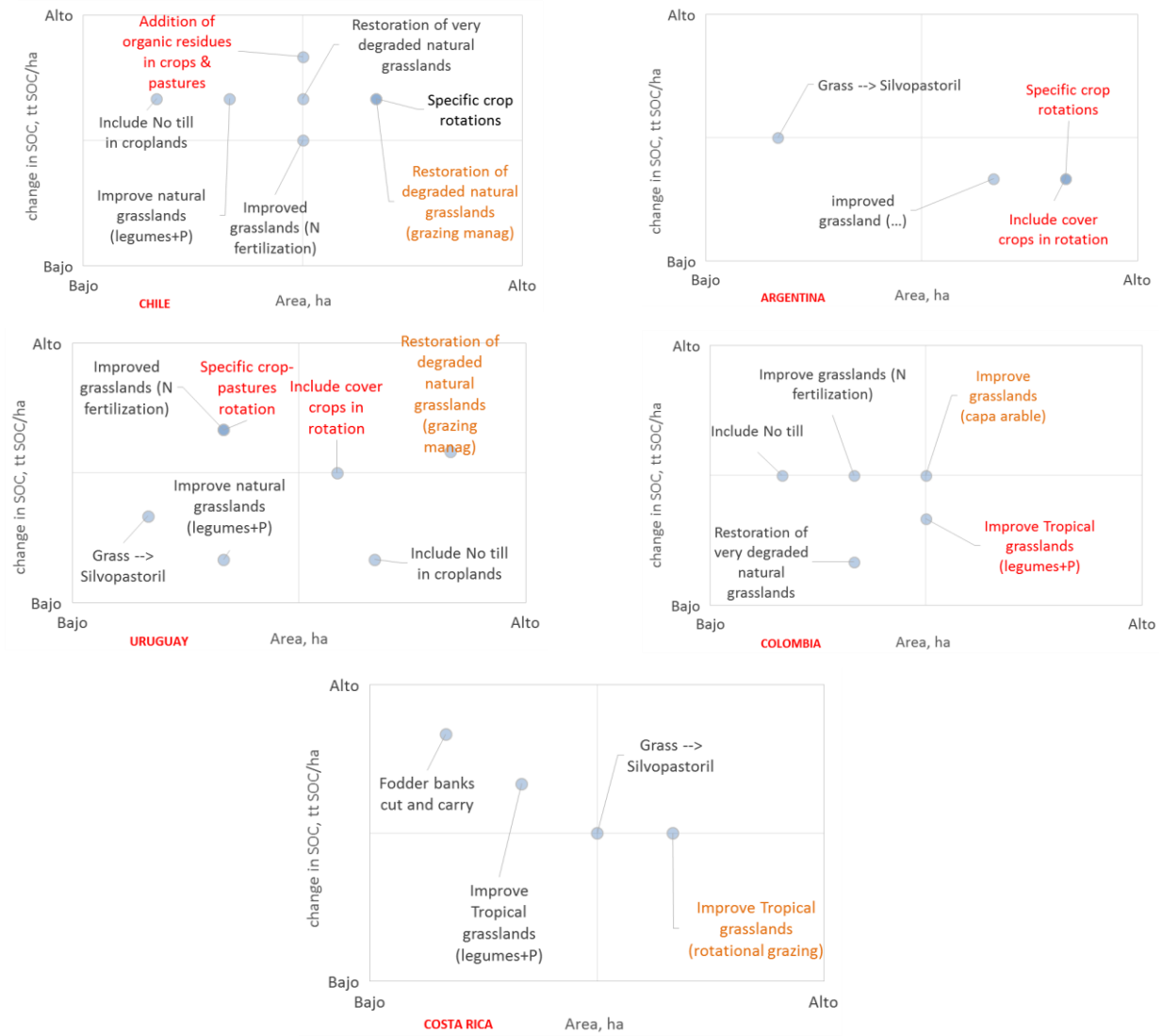


Figura 3. Análisis cualitativo de magnitud de diferentes cambios en uso o manejo de la tierra que representan una oportunidad de secuestro de COS en cinco países de ALC donde se desarrollará un proyecto consensuado sobre secuestro de carbono.

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.

Lecciones aprendidas

- La región de América Latina y el Caribe enfrenta desafíos para el reporte de sus existencias de carbono orgánico del suelo de acuerdo con una alta diversidad de condiciones agroclimáticas, de suelos y de sistemas productivos.

- Existe una necesidad común de realizar un reporte fehaciente del estado del recurso suelo y su potencial como sumidero de carbono frente a los compromisos internacionales en referencia al calentamiento global.

- Los esfuerzos locales por sumarse a iniciativas internacionales que contribuyen a realizar las determinaciones del stock de carbono a nivel país, aprender de metodologías que podría redundar en beneficios comunes a diferentes países de ALC han dado buenos resultados, integrando e incrementando capacidades locales.

- Existe una base experimental muy valiosa, enfocada en sistemas productivos en la región que podrían a nivel local aportar información para varios países, sumando a los esfuerzos y capacidades locales otras iniciativas internacionales que permitan apuntalar estos estudios de carácter local.

- A nivel internacional, hay alternativas metodológicas que permitirían potenciar el uso de estos recursos locales en beneficio de la región.

Conclusiones

- Existe una oportunidad de integración a nivel local en los cinco países de ALC miembros de FONTAGRO que participaron del taller de integrarse en una propuesta común que genere información valiosa para el posicionamiento de la región a nivel global a partir de las oportunidades de secuestro de carbono en el suelo en sistemas agropecuarios.

- La integración de las capacidades de investigación locales que garantizan el acceso a las plataformas locales de experimentos de largo plazo, y con el conocimiento necesario desde el terreno sobre sitios para muestreos que permitan la experimentación en fincas permitiría levantar las principales limitantes sobre la falta de información local para los principales usos y manejos del suelo relevantes para las existencias de COS en países de ALC.

- Para esto se requiere de una cooperación técnica que contemple el desarrollo de las capacidades locales con la integración de tecnologías innovadoras, que asistan a los actores locales en la determinación cuantitativa de las principales oportunidades para el secuestro de carbono en ALC, y permita a los países de ALC realizar un reporte realista de las existencias de carbono orgánico en base a factores locales.

Referencias

Chenu et al. "Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations." Soil and Tillage Research 188 (2019): 41-52.

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

IPCC. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Volume 4 Agriculture, forestry and other land use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (available at: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html)

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.

Lal 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304, 1623-1627.

Lal 2016. Beyond COP21: potential and challenges of the "4 per thousand" initiative. Journal of Soil and Water Conservation 71, 20A-25A

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

Pacala y Socolow 2004. Stabilization wedges: Solving the climate problem for the next 50 years with current technologies. Science 305, 5686

Schipanski, et al. 2014. A framework for evaluating ecosystem services provided by cover crops in agroecosystems. Agricultural Systems 125, 12-22.

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.

Resúmenes de las Presentaciones

Reporte de los cambios en los stocks de carbono orgánico del suelo en los inventarios de gases de efecto invernadero

Walter Oyhantçabal / Felipe García / Nicolás Costa- US&CC – OPYPA - MGAP

La presentación mostró los elementos conceptuales y metodologias para la estimación de los flujos de C del IPCC. Se puntualizó sobre las múltiples fuentes de gases de efecto invernadero en el sector AFOLU, de acuerdo con los diversos procesos afectan flujos de gases de efecto inverandero, así como los reservorios de C y flujos que se consideran en el inventario. De acuerdo con el IPCC, se consideran 6 grandes categorías de uso de la tierra, como aproximación a las emisiones y secuestros, lo que muestra la importancia de representación consistente de tierras con diferentes opciones de enfoque metodológico. Se explicaron los diferentes enfoques metodológicos incluyendo ejemplos de las diferentes opciones, específicamente, mostrando los detalles metodológicos para el caso de los inventarios de Uruguay.

La presentación mostró los elementos conceptuales y metodologias para la estimación de los flujos de C del IPCC

Estimación de COS en los inventarios de GEI de Uruguay: una mejora imprescindible

Walter Oyhantçabal / Felipe García / Nicolás Costa- US&CC – OPYPA - MGAP

La presentación detalla más específicamente el cálculo de la estimacion de carbono orgánico del suelo para el caso de Uruguay, y muestra un ejercicio de estimación del potencial técnico de secuestro de C en suelos con pastizales en el país.

Expectativas de Uruguay para el Proyecto con FONTAGRO

Walter Oyhantçabal / Felipe García / Nicolás Costa- US&CC – OPYPA - MGAP

La presentación resume las áreas priorizadas desde los inventarios de Uruguay para una cooperación técnica, que se centran en trabajar con foco en COS en pastizales que permanecen como pastizales y en conversiones de pastizales a otros usos (cultivos, plantaciones) para reducir incertidumbres en las estimaciones.

Aproximación al stock de carbono en el suelo y sus cambios según el uso y manejo de la tierra: Experimentos de Largo Plazo y otras fuentes de información en Uruguay

Virginia Pravia – INIA Uruguay

La presentación sintetizó las fuentes de información disponibles a nivel nacional para aproximar el almacenaje de carbono en el suelo y sus cambios de acuerdo con el uso de la tierra y su manejo, tomando como base los resultados de un taller nacional realizado en el último año donde se reunieron los actores más relevantes en el país. La información resume presentaciones realizadas por participantes del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP), Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (FAgro-UdelaR) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).

Uruguay cuenta con una aproximación al stock de carbono orgánico del suelo en un mapa a nivel país. Para los principales usos de la tierra: pastoril, forestal, y agrícola, existen varias fuentes de información nacional que permiten el estudio de los cambios en el stock de carbono.

Uruguay cuenta con una aproximación al stock de carbono orgánico del suelo en un mapa a nivel país realizado por la unidad de Estudios Básicos de Suelos de la Dirección Nacional de Recursos Naturales del MGAP, elaborado en base a cartografía existente (información histórica con varias fechas). Este trabajo a escala nacional, que se continúa actualizado con nueva información de base, se encuentra en el marco de la iniciativa Global Soil Organic Carbon map (GSOCmap) de FAO, la Alianza Mundial para el Suelo (GSP) y el Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo (ITPS).

Para los principales usos de la tierra: pastoril, forestal, y agrícola, existen varias fuentes de información nacional que permiten el estudio de los cambios en el stock de carbono debido al cambio en el uso y manejo de la tierra en estudios que se llevan adelante en FAgro-UdelaR y en el INIA. Experimentos de rotaciones de largo plazo que integran pasturas y cultivos (más de 20 años y hasta 55 años para el más antiguo), y otros usos de la tierra (horti-frutícola); así como estudios de largo plazo en el sistema forestal y situaciones de campo de uso pastoril contrastantes en el largo plazo permiten comparaciones con el rigor cientifico necesario para determinar posibles cambios en el stock de carbono debido al uso y manejo de la tierra a nivel local. El reporte de los potenciales cambios de en el stock de carbono de acuerdo con los términos planteados a nivel internacional implican el desafío de consolidar esta información de base y complementarla con nuevos estudios y mayores capacidades que permitan el escalamiento de esta información de acuerdo con uso y manejo de la tierra a nivel nacional.

Emisiones de gases de efecto invernadero y secuestro de carbono en Argentina

Andrés Said

Argentina presentó el estado de situación del reporte de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero para el inventario de gases de efecto invernadero en lo que respecta a la sección de carbono en el suelo. Al momento, Argentina incluye en sus reportes el cálculo utilizando la metodología nivel 1 de las Directrices IPCC 2006, es decir que los valores utilizados corresponden a valores por defecto obtenidos de las mismas. La primera sección se enfocó la información correspondiente a los datos de actividad de Argentina en lo que respecta a los usos del suelo y su evolución desde 1990. Al respecto, se hizo hincapié en la importancia de contar con información confiable y actualizable periódicamente para poder mejorar los inventarios. Posteriormente, se presentó la metodología de cálculo del inventario del país, incluyendo los valores de SOC (Carbono Orgánico del Suelo) de referencia y los factores de conversión utilizados. Estos valores dependen del tipo de suelo, el clima, el uso del suelo (por ejemplo cultivo, pastizal), y el tipo de manejo. Finalmente, Argentina manifestó la necesidad de mejorar los inventarios a nivel 2 especialmente en el tema de carbono en el suelo dado que hay medidas de mitigación de interés del país (rotación de cultivos y cultivos cobertura) que en la actualidad la metodología del inventario no permite capitalizar la captura del sistema.

Al momento, Argentina incluye en sus reportes el cálculo de carbono orgánico en el suelo utilizando la metodología nivel 1 de las Directrices IPCC 2006, manifestando la necesidad de mejorar los inventarios a nivel 2.

Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, sector Agricultura y Ganadería

Francisco Salazar y Marta Alfaro, INIA Chile

Se entregaron antecedentes generales del Inventario de Gases de Efecto Invernadero en Chile, comentando sobre la metodología de cálculo con especial énfasis al tema suelo y su relación con carbono orgánico.

Avances en el contenido de carbono orgánico de suelos en Chile

Francisco Salazar, INIA Chile

Se entregaron antecedentes de los avances en el tema en Chile en relación al Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero. Se señalaron las distintas iniciativas realizadas, las capacidades de para investigación y desarrollo. Se destacó el trabajo realizado y publicado recientemente de mapas de carbono orgánico de suelos y la investigación en contenidos de carbono en suelos agrícolas desde la Zona Centro a la Zona Sur de Chile, que evaluó además distintos manejos. Junto con ello se presentó las capacidades técnicas y de equipos para estudios de medición de emisiones de metano y otros gases en suelo realizada por INIA Chile.

Se destacó el trabajo realizado y publicado recientemente de mapas de carbono orgánico de suelos y la investigación en contenidos de carbono en suelos agrícolas desde la Zona Centro a la Zona Sur de Chile, que evaluó además distintos manejos.

Se señaló la necesidad que el proyecto a presentar considere las distintas iniciativas a nivel nacional e internacional, en especial el trabajo de la iniciativa 'GlobalSoilMap'.

Reportes de emisiones y remociones de CO2, carbono orgánico del suelo, y capacidades en Costa Rica

Francisco Casasola – INTA Costa Rica

Actualmente en Costa Rica se utiliza la modalidad TIER 1 el IPCC para estimar y reportar sus emisiones y remociones de dióxido de carbono. Si bien existe información para usar TIER 2, la representatividad de los datos debería mejorar antes de que el país utilice definitivamente el TIER 2 en las estimaciones reportadas para el país con factores locales.

Para que los reportes a nivel país sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y remociones de dióxido de carbono en Costa Rica se puedan reportar con factores locales en el sistema TIER 2 del IPCC, hace falta mejorar la representatividad de la información local.

En Costa Rica se cuenta con fincas piloto, experimentos y sitios de muestreo en un rango de sistemas pastoriles y silvo-pastoriles, como base de diversos proyectos que atienden el stock de carbono orgánico del suelo. Por otro lado, se ceunta con un sistema nacional de monitoreo de la cobertura del suelo y uso de la tierra y ecosistemas; y con un mapa nacional de carbono de las existencias de carbono orgánico del suelo que se continúa actualizando. Existen capacidades de laboratorio y muestreo de campo en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico de Investigacion y Enseñanza. En varias instituciones educativas y de investigación existen capacidades en el manejo de información geográfica, sin embargo, es necesario fortalecer als capcidades en geoestadística.

Monitoreo de secuestro de carbono en pasturas de la Altillanura Colombiana

Miguel Arango - AGROSAVIA

La ganadería en Colombia, especialmente en la región de la Orinoquia, se caracteriza por una limitada adopción tecnológica que genera bajos índices de productividad y por consiguiente un deterioro del recurso suelo. Dentro de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA, se han generado tecnologías para incrementar la productividad del sector ganadero, entre las cuales está el mejoramiento de la fertilidad y funciones hídricas

El carbono del suelo ha sido una variable de monitoreo inmersa dentro de los indicadores de sostenibilidad para los sistemas de Altillanura Colombiana.

del suelo mediante la incorporación de enmiendas y rotación con cultivos transitorios. Dentro de las variables evaluadas, el carbono del suelo ha sido una variable de monitoreo inmersa dentro de los indicadores de sostenibilidad del sistema.

Condiciones del Suelo para una Agricultura Sostenible con Mitigación de Impacto Ambiental en Colombia

Luis Fernando Chávez Oliveros - AGROSAVIA

La utilización de la Siembra Directa (SD) constituye una herramienta adecuada en la búsqueda de la agricultura sostenible. Este sistema presenta grandes beneficios agronómicos como mejoras en los atributos físicos, químicos y biológicos del suelo, desde el punto de vista económico presenta ventajas como el menor consumo de combustibles fósiles, menor desgaste de maquinaria y menor jornada de trabajo. Sin embargo, los beneficios ambientales son poco difundidos. Entre ellos está el secuestro de Carbono (C), la reducción de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), mejoras en la calidad del agua, disminución del uso de productos químicos y control de la erosión entre otros.

Prácticas de manejo como la siembra directa y la rotación de cultivos con permanencia de residuos en la superficie del suelo contribuyen a la construcción de la capa arable en suelos de Colombia y presentan potencial para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero a través del aumento del carbono orgánico del suelo.

Las prácticas agrícolas y el cambio climático están muy correlacionadas, destacándose entre las prácticas la mecanización del suelo y la quema de residuos vegetales, las cuales afectan la composición de la atmosfera al transformar la materia orgánica (MO) y consecuentemente liberar grandes cantidades de dióxido de carbono (CO2). Este es el principal gas causante del efecto invernadero cuya concentración ha aumentado de 280 ppmv a 387 ppmv desde finales del siglo XIX a la fecha.

La SD presenta potencial para mitigar las emisiones de GEI, una vez que la rotación de cultivos y la permanencia de los residuos de cultivos en la superficie del suelo proporcionan la descomposición gradual del material orgánico que, asociado a la fracción mineral, favorece el aumento del C en el suelo. El potencial de mitigación depende de las condiciones climáticas, como temperatura y humedad, del tipo de suelo y de la mineralogía.

Land Use Change and its Impact on Soil Carbon Stocks: Priorities and Strategies for Research in Brazil

Robert Boddery, Embrapa

The commitments of "NAMA"s made by the Brazilian Government to the Copenhagen COP in 2009 and the "NDC"s at the Paris COP (2015) are heavily dependent on reductions in deforestation and the recovery of degraded pastures. Tropical Brazil has approximately 90 million hectares (Mha) of Brachiaria pasture and more than half of this area is regarded as degraded (cattle live weight gains of less than 50 kg ha^{-1} yr^{-1}). The commitments add up to 30 Mha of pasture to be recuperated and 9 Mha to be converted to integrated crop/livestock systems. Logically this proposed and on-going land-use change will have a very large positive impact on soil C stocks. Hence, long term or chronosequence studies are required to determine the final steady-state C stocks of the soil below the different options for recovery of degraded pastures. In the presentation I list seven on-going long-term experiments which fit into this category and some have more than 20 years of existence and have been sampled. However, not all soil samples are yet analyzed and only a few of the results have been published. I discuss the methods we use including ^{13}C-natural abundance to distinguish soil C derived from C_3 (native vegetation) and C_4 (grass). Fine grinding for accurate analysis for C, N and their respective isotope abundances of small (<20 mg) soil samples is essential and I present the design details of our "home made" rolling mill which is ideal for this purpose.

Long term or chronosequence studies are required to determine the final steady-state C stocks of the soil below the reduction in deforestation and the recovery of degraded pastures committed by the governments (COP 2009 and 2015). A list of experiments which fit into this category have been sampled in Brazil with potential for further analysis and data publication.

New Zealand Soil Carbon Monitoring and Measurement

Stephen McNeill, Matteo Poggio – Landcare Research New Zealand

We describe the soil organic carbon stocks (SOCS) change measurement system (SoilCMS) that has been developed in New Zealand for use in reporting annual emissions inventory to the UNFCCC. The SoilCMS uses a simplified land use classification of New Zealand, developed from remote sensing satellite imagery, as well as soil point data from over 2000 points in the country. This data is then used to fit a statistical model that estimates the change in soil carbon stock as a result of a change in land use between two arbitrary dates. The change that is estimated is the change that is assumed to be observed over at least a 20-year period; time periods less than this can be accommodated by interpolation.

A statistical model is developed that estimates the change in soil carbon stock as a result of a change in land use between two arbitrary dates

We also describe several recent projects where the objective is to monitor changes in SOCS over time in a single land use class. These monitoring efforts involve hill country (land with a topographic slope over 15 degrees and less than 1000 meters altitude), various lowland classes with lower slopes (e.g. grasslands, cropland, horticulture), and individual farms.

Finally, we review several recent developments in the rapid and cost-effective analysis of SOCS field-gathered samples using near- and mid-infra-red spectroscopy.

Imágenes del taller

Imágenes del desarrollo del taller “Estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe”, realizado en INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay del 27 al 29 de agosto de 2019.

Participantes del taller “Estrategias innovadoras de secuestro de carbono en sistemas de ganadería sostenible de América Latina y el Caribe”, realizado en INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay del 27 al 29 de agosto de 2019.

Biografías de los participantes

ANDRÉS SAID

Asesor técnico en cambio climático y medio ambiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Licenciado en Ciencias del Ambiente (UBA), Maestría en Gestión Ambiental (Universidad Maimónides). Es profesor de las materias de Estadística y Modelos de Simulación en la Facultad de Agronomía (UBA). Participa en la elaboración del plan de cambio climático del sector agroindustrial en el marco del Gabinete Nacional de Cambio Climático; en el cálculo y monitoreo de las emisiones de gases de efecto invernadero del sector agrícola-ganadero a nivel nacional, y en el seguimiento de las negociaciones internacionales, en particular de la convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Se ha desempeñado como Analista en Medio Ambiente en el Departamento de Ecología y Ciencias del Ambiente de la Universidad Maimónides.

MARCELO JAVIER BELTRÁN

Ingeniero Agrónomo, egresado de la Universidad de Buenos Aires en 2007. Estudiante de Doctorado del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional de Sur. Tema: Efecto de los cultivos de cobertura sobre el ciclado de nutrientes en el suelo y la dinámica de la materia orgánica.

Actualmente se desempeña como investigadora en el Instituto de Suelos del INTA. Colabora como consultor de idiomas en la Revista Ciencia del Suelo. Es docente de la cátedra de Edafología y de la cátedra de Manejo y Conservación de Suelos de la Universidad Nacional de San Antonio de Areco. Ha participado como docente en materias de Fisiología vegetal y Edafología de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Morón. Ha publicado 2 capítulos de libro, editado un libro sobre biorremediación de suelos, 8 artículos en revistas con referato, 20 presentaciones en congresos científicos y diversos artículos de difusión. Ha dirigido y co-dirigido (continuando en la actualidad) tesis de grado. Ha sido también consultor de tesis de posgrado.

Ha participado de numerosos proyectos de investigación, muchos de ellos relacionados a la temática de fertilidad y manejo de suelos. Actualmente es responsable del convenio de vinculación técnica INTA-SEGEMAR para el estudio de minerales en la agricultura, es representante del INTA ante la Global Research Alliance en el grupo de manejo de cultivos agrícolas y representante del INTA como asesor sobre dinámica del carbono y fertilidad de los

suelos y cambio climático ante la Secretaría de Ambiente y la Secretaria de Agroindustria de la Nación.

GERVASIO PIÑEIRO

El Dr. Gervasio Piñeiro es Ingeniero Agrónomo y Dr. en Ciencias Agropecuarias. De nacionalidad Argentina y Uruguaya, es Investigador Independiente del CONICET y Profesor Adjunto de la UBA, y Profesor grado 5, investigador ANII nivel 2. Pertenece a las instituciones: Laboratorio de Análisis regional y teledetección. Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires, Argentina (IFEVA-CONICET), y en el Departamento de Sistemas Ambientales, Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, en Uruguay. Correo electrónico: pineiro@agro.uba.ar

Sus áreas de especialidad son: Biogeoquímica, ciencia del suelo, ecología, isótopos estables, servicios ecosistémicos, uso de la tierra, ciclo de nutrientes, deposición atmosférica.

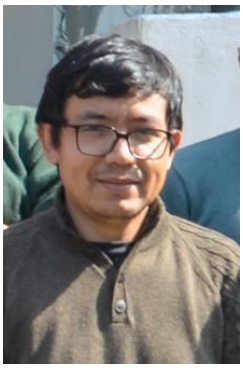
El objetivo de mis investigaciones: Analizar la influencia de las actividades humanas sobre la prestación de servicios ecosistémicos, con especial énfasis en la biogeoquímica. Evaluamos los ciclos de C, N y agua mediante experimentos de campo, analizando su distribución en los ecosistemas y sus flujos a través de diferentes enfoques, incluyendo técnicas de teledetección, uso de trazadores isotópicos y modelos de simulación.

Áreas de interés: efectos de pastoreo sobre los ciclos biogeoquímicos, formación y estabilización del carbono orgánico del suelo en la agricultura, depósito atmosférico y dinámica de nutrientes en la atmósfera, cultivos de servicios/cobertura y rotaciones de cultivos, oferta de servicios ecosistémicos.

FRANCISCO SALAZAR SPERBERG

El Dr. Francisco Salazar Sperberg es ingeniero agrónomo de la Universidad de La Frontera, Chile y tiene un Doctorado de la Universidad de Reading, en el Reino Unido. Es investigador del grupo de Sustentabilidad y Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue (INIA Remehue). Fue Director bi-Regional y Sub-Director del Centro de Investigación INIA Remehue, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile. El Dr. Salazar ha sido además parte del directorio de diferentes consorcios de ciencia y tecnología en Chile. Actualmente es miembro del directorio del consorcio lechero que reúne a los actores en la cadena de la leche en Chile.

Ha liderado y participado en proyectos de investigación y desarrollo nacional e internacional, especializándose en el manejo de efluentes de lecherías, residuos orgánicos (e.g. lodos), pérdidas de nutrientes, gases con efecto invernadero y huella de carbono y agua en sistemas Agropecuarios. Ha publicado más de 30 artículos en revistas científicas, sobre 160 publicaciones en congresos y 60 publicaciones divulgativas, destacando el primer Manual de Manejo y Utilización de Purines de Lecherías de Chile. Es miembro de redes científicas internacionales en el manejo y utilización de residuos orgánicos en agricultura, tales como RAMIRAN (Europa) y ManureSouth (cono Sur de América) y editor asociado de Waste Management in Agroecosystems, revista de la editorial Frontiers. Es miembro del equipo técnico encargado de estimar las emisiones de Agricultura y Ganadería del Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Chile.



MIGUEL ARANGO

El Dr. Miguel Arango es Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira con maestría en la Universidad de Puerto Rico y doctorado en la Universidad del estado de Kansas, USA. Su especialidad es suelos con énfasis en ciencias ambientales. Desarrolla temas de investigación relacionados con cambio climático (gases de efecto invernadero y captura de carbono), modelamiento de ciclos biogeoquímicos (Nitrógeno y Carbono) y agricultura de precisión y conservación. Actualmente es investigador PhD en suelos de la Corporación Colombiana de Investigacion Agropecuaria AGROSAVIA.

LUIS FERNANDO CHÁVEZ OLIVEROS

El Dr. Luis Fernando Chávez Oliveros es Biólogo y Ph.D. en Ciencias del Suelo, especialista en Manejo y Conservación del Suelo, Rehabilitación de Tierras y Siembra Directa. Graduado en Biología por la Pontificia Universidad Javeriana (Colombia), es Especialista en Siembra Directa por la Universidad de Basilia (Brasil), Maestría en Ciencias del Suelo por la Universidad Federal de Santa María (Brasil) y Doctorado en Ciencias del Suelo en la Universidad Federal de Rio Grande do Sul (Brasil).

Es investigador de la Corporación Colombiana de Investigacion Agropecuaria (AGROSAVIA) desde 2016, despeñándose en el area de manejo y conservación de suelo, mitigación de GEI y cambio climático; con experiencia principalmente en los siguientes temas: rehabilitación de tierras por minería a cielo abierto, siembra directa, biodinámica de la materia orgánica del suelo, desarrollo de proyectos de investigacion en Sistemas de Producción del Sector Rural: Agrosilvopastoriles y Silvopastoriles, mitigación y emisión de gases de

efecto invernadero (GEI) en agroecosistemas tropicales y subtropicales, física de suelos (construcción de capa arable), ecofisiología y fitomejoramietno de plantas forrajeras.

Anteriormente, se desempeñó como líder de Programa de Rehabilitación de Tierras (manejo físico, químico y biológico del suelo) en Carbones Cerrejón Limited (CERREJÓN) (2012-2016), y en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) como asistente de Investigación en física de suelos (1994-2006), en el area de cambio climático (2004-2006), ecofisología de sabanas tropicales (1992-1994)y genética de forrajeras tropicales (1989-1992).

FRANCISCO CASASOLA COTO

M.Sc. en Agroforestería Tropical del CATIE. Él ha venido desarrollando proyectos que promueven la intensificación sostenible de la ganadería en América Latina y el Caribe.

Posee experiencia en investigación en temas relacionados a la dinámica de carbono en suelos y en biomasa aérea en sistemas silvopastoriles, y en temas de capacitación por medio de metodologías de enseñanza participativa como las Escuelas de Campo (ECA) y en el desarrollo de actividades dirigidas al diseño e implementación de sistemas de producción ganaderos y agroforestales con características de producción rentables, menos dependientes de insumos externos y resilientes al cambio climático. El M Sc. Casasola, cuenta con publicaciones en temas relacionados a la producción ganadera sostenible.

FERNANDO A. LATTANZI

El Dr. Fernando Lattanzi es Ingeniero agrónomo (1996) y Magíster en Producción Animal (1998, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina; Doctorado en Ciencias Agrarias (2004), de la Universidad Técnica de Múnich, Alemania. Fue becario del British Council (2001, The Macaulay Institute, Escocia). Trabajó como Profesor Adjunto e Investigador de la Universidad Técnica de Múnich, Alemania. Es investigador Nivel 1 del Sistema Nacional de Investigadores de la Agencia Nacional de Investigacion e Innovación (ANII, Uruguay). Desde 2015 es Director del Programa de Investigación en Pasturas y Forrajes de Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA Uruguay), cuya investigación se centra en el desarrollo de tecnologías para la producción en sistemas forrajeros, incluyendo el desarrollo de nuevos cultivares y herramientas de manejo para el soporte de las decisiones de productores, asesores técnicos y creadores de políticas públicas.

El trabajo de Fernando se ha centrado en la fisiología, ecología, agronomía de plantas forrajeras. Ha publicado más de 30 artículos y varios capítulos de libro (Scopus) sobre (i) dinámica de carbono y nitrógeno almacenado en plantas, y su movilización como posteriores sustratos para el crecimiento y respiración, (ii) diagnóstico de deficiencia de nitrógeno en cultivos forrajeros, (iii) el efecto de múltiples simbiosis -hongos micorríticos, endófitos, bacterias fijadoras de nitrógeno- en la performance de pasturas, y más recientemente (iv) el rol de la temperatura y manejo como determinantes de la persistencia de especies forrajeras templadas, y el balance entre especies C3 (invernales) y C4 (estivales). Es docente de cursos de posgrado de ecofisiología vegetal de especies forrajeras, y revisa entre 2 y 3 articulos científicos por año (Publons), y supervisa 2 estudiantes de doctorado y 3 estudiantes de maestría.

MARIA VIRGINIA PRAVIA NIN

Virginia Pravia es Ingeniera Agrónoma (2004) y Magister en Ciencias Agrarias de la opción Ciencias del Suelo (2009) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (UdelaR, Uruguay), y PhD en Agronomía (2017) de la Universidad de Pennsylvania State, Estados Unidos. Es investigadora del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, Uruguay), en los Programas de Investigación en Pasturas y Forrajes, y Producción y Sustentabilidad Ambiental, desde 2006. Integra el Sistema Nacional de Investigadores de la Agencia Nacional de Investigación en Innovación (ANII, Uruguay), y forma parte del Colegio de Posgrados de la UdelaR.

En los últimos años, su investigación se ha enfocado en el rol de las pasturas en la sostenibilidad de los sistemas que integran cultivos y pasturas a través de estudios en el ciclo del carbono y nitrógeno en relación al concepto de la saturación de carbono y eficiencia de retención de carbono en el suelo. Sus trabajos integran modelos de simulación de agroecosistemas, técnicas de laboratorio con isótopos estables y experimentos de campo en el largo plazo. Ha participado activamente en iniciativas internacionales en pos de investigación para la evaluación, adaptación y mitigación de los efectos cambio climático en el marco de la iniciativa Agricultural Modeling Intercomparison and Improvement Project (AgMIP) desde su posición vinculada a la Universidad de Pennsylvania State, y luego en 2014 y 2015 como representante de Uruguay en la Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases (GRA), coordinando la formación de la Grassland Research Network en el Livestock Research Group.

WALTER OYHANTÇABAL

El Ingeniero Agrónomo, M.Sc. en Ciencias Ambientales Walter Oyhantçabal es el Coordinador de la Unidad de Sostenibilidad y Cambio Climático en el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) de Uruguay.

Sus principales actividades son:

- Delegado del MGAP de Uruguay en el Consejo de la Alianza Global de Investigación en Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura y en la Agenda Global de la Ganadería Sostenible.
- Miembro del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC): Autor Líder en el Cuarto Reporte de Evaluación del Clima de 2007 (Capítulo Forestación) y en el refinamiento de las guías de 2006 para inventarios de GEI (Producción Animal).
- Revisor Líder de Inventarios de Gases de Efecto Invernaderos de Países Anexo I a la CMNUCC, especializado en el sector Uso de la Tierra y Forestación.
- Revisor de inventarios en el sector AFOLU de la RED Latinoamericana de Inventarios.
- Coordinador del Grupo Técnico sobre Cambio Climático del Consejo Agropecuario del Sur CAS (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile Paraguay y Uruguay).

NICOLÁS COSTA

Nicolás Costa es Ingeniero Agrónomo, egresado de la Universidad de la República (UdelaR, Uruguay), actualmente cursando una maestría académica en ciencias agrarias en Facultad de Agronomía (UdelaR). Forma parte de la Unidad de cambio climático y sustentabilidad agropecuaria del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Realiza las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Agricultura, cambio de uso del suelo y silvicultura (AFOLU) del inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero y colabora con la construcción del sistema doméstico de Medición, Reporte y Verificación para el seguimiento de las metas establecidas por Uruguay en la Contribución Nacional Determinada ante el Acuerdo de París. Se ha desempeñado como docente en el departamento de producción animal y pasturas de la Facultad de Agronomía y colaborado en proyectos de investigación relacionados a pasturas y ganadería vacuna.

ROBERT MICHAEL BODDEY

Born: Birmingham, England, UK, 1948. Graduated (BSc) in metallurgy, Imperial College, London) in 1969. Further BSc at Leeds University (UK) in Agricultural Chemistry (1972-1975). University of the West Indies, St Augustine, Trinidad and Tobago, PhD "Biological nitrogen fixation associated with the wetland rice crop". Started work with Dra Johanna Döbereiner at the Embrapa Soil Biology unit (now known as Embrapa Agrobiologia), Seropédica, Rio de Janeiro State. Remained there until today, being contracted permanently by Embrapa in 1986. Brazilian wife (1985) and two sons. Brazilian citizen in 2007.

Developed and refined different methods (both with the stable isotope ^{15}N and also non-isotopic methods) to quantify biological nitrogen fixation associated with forage grasses, sugarcane and rice as well as all types of legumes. Recently evaluation of the sustainability of different agro-ecosystems (e.g. soybean-based crop rotations under direct drill or conventional tillage, sugar cane) using long term experiments, stable isotopes (^{13}C and ^{15}N) and nutrient cycling studies. Much of the work is now on carbon "sequestration" and N_2O emissions from various agroecosystems. Major projects now on the impact of the introduction of forage legumes, as opposed to N fertilizer applications, on greenhouse gas emissions in tropical pastures. He has published over 170 papers in refereed journals, and a further 120 or so full-length articles in Conference proceedings or as Book Chapters. Awarded "Embrapa Researcher of the Year" in 2010.

Citation indices:

Scopus: Total citations 6308, 137 Papers, Factor 'H' 45;

Web of Science: Total citations 5675, 156 Papers, Factor 'H':43

MATTEO POGGIO

Quantitative soil scientist with expertise in alternative methods of soil analysis from sensors, in laboratory and in the field, such as soil spectroscopy. I implement multivariate and machine learning techniques to analyze collected data. With high resolution and cost-effective methods of soil analysis, I'm involved in the generation of digital soil maps that can be used as input in nutrient soil models for management or as base for policy.

As part of the team that develops the spectral database for New Zealand soil properties, I contributed to measure the soil organic carbon stocks for the hill country in New Zealand with newly designed sensing platform and I participated in the drafting of the soil organic carbon monitoring approach at farm scale for robust and consistent carbon stock assessment.

STEPHEN MCNEILL

Stephen has a B.E (Hons) and PhD in Electrical and Electronic Engineering from the University of Canterbury (New Zealand), as well as GDipSci(Mathematics) and MApplStat degrees from Massey University (New Zealand). He joined the New Zealand Department of Scientific and Industrial Research (DSIR) in 1985, and was transferred to Landcare Research New Zealand in 1992. He has worked in New Zealand, Canada, and Australia. He has 39 years working experience in remote sensing, and 13 years as a soil statistical modeller. In soil modelling he has contributed to the ongoing development of New Zealand's soil carbon inventory system, and has developed models for various properties of soil, especially carbon, the soil-water response, heavy metal elements, and their change over time. He has a particular interest in spatial sampling design and spatial-temporal models of soil properties.