



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

“Una oportunidad para el desarrollo sustentable”

Villa La Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de Octubre al 2 de Noviembre de 2018

ACTAS

 **INTA Ediciones**

Colección
INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN



IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles

"Una oportunidad para el desarrollo sustentable"

Villa la Angostura, Neuquén, Argentina, 31 de octubre al 2 de noviembre

Rusch, Verónica

Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles /
Verónica Rusch; Gonzalo Caballé; Santiago Varela, Juan Pablo Diez. - - 1ª ed.
San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA, 2018

749 p.

Libro digital

ISSN: 1667-4014

1. Ganadería. 2. Producción Forestal. 3. Sustentabilidad.
4. Ambiente. 5. Productor



Agradecemos a todos los revisores de trabajos, que entregaron su tiempo y sus conocimientos, para ayudar a los autores a presentar sus investigaciones y actividades de una mejor manera.

MIEMBROS DEL COMITÉ CIENTÍFICO

Gonzalo Caballé, Presidente Comité Científico

Dr. Gabriel Stecher	AUSMA, UNCo	Dr. Nahuel Pachas	University of Queensland, Australia
Dra. Pamela Quinteros	CIEFAP	Dra. Guillermina Dalla Salda	INTA, EEA Bariloche
Lic. Jaime Salinas	INFOR, Sede Patagonia, Chile	Dra. Ma Victoria Lantschner	INTA, EEA Bariloche
Dr. Javier Gyenge	INTA, EEA Balcarce	Dr. Alejandro Aparicio	INTA, EEA Bariloche
Dra. María Elena Fernández	INTA, EEA Balcarce	Lic. Leonardo Claps	INTA, EEA Bariloche
Dr. Pablo Laclau	INTA, EEA Bariloche	Dra. Paula Marchelli	INTA, EEA Bariloche
Ms. Karina Cancino	INTA, EEA Bariloche	Dr. Alejandro Martínez	INTA, EEA Bariloche
Ms. Santiago Varela	INTA, EEA Bariloche	Dr. Federico Letourneau	INTA, EEA Bariloche
Ms. Ma Belén Rossner	INTA, EEA Cerro Azul	Dr. Ignacio Gasparri	INTA, EEA Bariloche
Ms. Juan José Verdoljak	INTA, EEA Corrientes	Ms. Victoria Cremona	INTA, EEA Bariloche
Dr. Axel Von Muller	INTA, EEA Esquel	Dr. Marcos Easdale	INTA, EEA Bariloche
Ms. Sebastian Ormaechea	INTA, EEA Manfredi	Ing. Verónica Rusch	INTA, EEA Bariloche
Ms. Marcelo de León	INTA, EEA Manfredi; U.N.Cba.		
Ing. Luis Colcombet	INTA, EEA Montecarlo		
Ms. Hugo Fassola	INTA, EEA Montecarlo		
Dra. Natalia Aguilar	INTA EEA Sáenz Peña		
Dr. Pablo Peri	INTA, EEA Santa Cruz		
Dra. Verónica Gargaglione	INTA, EEA Santa Cruz		
Ms. Héctor Bahamonde	INTA, EEA Santa Cruz		
Dr. Carlos Kunst	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ing. Marcelo Navall	INTA, EEA Santiago del Estero		
Ms. Adriana Gómez	INTA, EEA Santiago del Estero		
Dr. Dardo López	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ing. Carlos Carranza	INTA, Est. Ftal. Villa Dolores		
Ms. Carlos Rossi	U.N. de Lomas de Zamora		
Dr. Tomás Schlichter	UBA, FAUBA		



SECUESTRO DE CARBONO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES TEMPLADOS DE ARGENTINA

CARBON SEQUESTRATION IN TEMPERATE SILVOPASTORAL SYSTEMS, ARGENTINA

(Springer International Publishing AG. 2017. F. Montagnini (ed.), Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty, Advances in Agroforestry)

Peri Pablo L., Natalia Banegas; Ignacio Gasparri; Carlos Carranza; Ma Belén Rossner; Guillermo Martínez Pastur; Laura Cavallero; Dardo R. López; Dante Loto; Pedro Fernández; Priscilla Powel; Marcela Ledesma; Raúl Pedraza; Ada Albanesi; Héctor Bahamonde; Roxana Ecclesia; Gervasio Piñeiro

El cambio climático global es uno de los principales problemas que enfrenta el mundo de hoy. Algunas manifestaciones de dicho cambio son el incremento de cerca de medio grado centígrado desde el siglo pasado, y cambios en los regímenes hídricos. La concentración de gases de efecto invernadero (GEI) como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) en la atmósfera, ha aumentado considerablemente, lo cual fortalece el efecto invernadero, con el consecuente sobrecalentamiento del planeta.

Se considera que los GEI podrían disminuir a través de dos procesos: reducción de emisiones antropogénicas de CO_2 , CH_4 y N_2O , o creación y/o mejoramiento de los sumideros de carbono en la biosfera.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) proveen de múltiples productos (e.g. alimentos, madera, forraje) y servicios (e.g. fertilidad de suelo, control de erosión, biodiversidad, protección de cuenca). A su vez, estos sistemas podrían contribuir ambientalmente con la mitigación del calentamiento global mediante la conservación, el secuestro y almacenamiento y la sustitución de carbono. Ello ha ocasionado un aumento en el interés de la comunidad científica por mejorar la comprensión en el secuestro de C en los SSP. Mencionado interés también se encuentra impulsado por el artículo 3.4 del Protocolo de Kyoto del Marco de las Naciones Unidas La Convención sobre el Cambio Climático (CMNUCC), que permite a los países considerar el secuestro como una contribución para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Teniendo como marco, el Protocolo de Kyoto (PK), las actividades de secuestro de carbono han sido apoyadas por los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) con enfoque en la forestación y reforestación, vistas como los medios más eficaces y fácilmente medibles para el secuestro de carbono en la biomasa encima del suelo y debajo de la superficie del mismo. De esta manera, los SSP podrían recibir pagos por ser mitigadores del calentamiento global y por otros servicios ambientales.

Argentina, como país en desarrollo y con aproximadamente el 0,6 % del total de las emisiones mundiales, no estaba obligada a cumplir las metas cuantitativas fijadas por el PK. Pese a ello ratificó el acuerdo, y en consecuencia, su condición de país adherente hace que deba comprometerse con la reducción de emisiones, o al menos, con su no incremento.



Dada la gran superficie destinada a producción ganadera en el país, y al compromiso asumido por el mismo, evaluar el potencial de contribución de los SSP a mitigar el cambio climático resulta de particular interés. Es destacable mencionar que el pago por servicios ambientales en los SPS puede ser un incentivo importante para contribuir y reforzar su adopción.

En este marco, los trabajos científicos que tiendan a estimaciones y determinaciones del almacenamiento de C en bosque nativo bajo diferentes prácticas de manejo, son requeridos para realizar un balance de C a nivel regional y nacional.

El secuestro de C en los agroecosistemas terrestres involucra la captura del CO₂ a través del proceso de fotosíntesis, y su conversión y almacenamiento en la biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica del suelo (MOS) y carbonatos (Fig. 1), constituyendo los mismos compartimentos relativamente estables

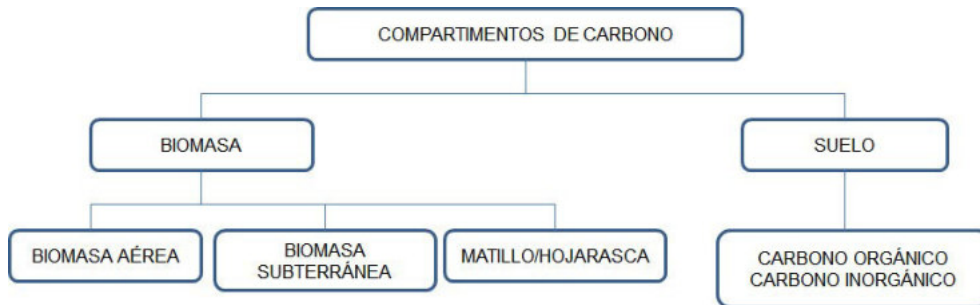


Figura 1. Esquema compartimentos de carbono

El monitoreo del secuestro de carbono a través de las estimaciones o determinaciones en los diferentes compartimentos es una herramienta fundamental en los proyectos de mitigación, estableciendo, en primera medida, una línea de base, que permita establecer y evaluar el cambio producido por la práctica de manejo.

Se considera que los SSP actualmente constituyen una modalidad de uso de la tierra ampliamente difundida en varias zonas del país, abarcando aproximadamente 34 millones de hectáreas.

Especialistas coinciden que existe una marcada tendencia en el avance de la ganadería sobre regiones originalmente ocupadas por bosque nativo, en especial la región Chaqueña y otras zonas en donde la actividad forestal constituye la base de la economía, como en Misiones, noroeste de Corrientes y el Delta bonaerense.

En este sentido los SSP presentan características particulares de acuerdo al tipo de formación forestal: nativa o exótica, a la región de que se trate y al estrato de productores que lo implemente, presentando ventajas comparativas a los sistemas ganaderos o forestales puros en el aspecto productivo, ambiental y social.



Es por ello que, generar información en modelos de sistemas silvopastoriles en las distintas regiones de Argentina, con sus oportunidades y problemáticas, constituye un objetivo de investigación y extensión.

Con ese propósito se reunió información generada por diferentes investigadores de distintas regiones del país: Chaco Semiárido, Mesopotamia y Patagonia, y de esta manera, comenzar a delinear el potencial de los SSP en el almacenamiento de C.

En el Chaco Semiárido, la zonificación del uso de bosques nativos (Ley 26.331) ha restringido 14 millones de hectáreas a usos que no modifiquen la cobertura boscosa. Surgen en el año 2015, consecuencia de un trabajo interdisciplinario llevado adelante por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable junto con el Ministerio de Agroindustria, zonas (Categoría II de la Ley 26.331) en las cuales es posible implementar Manejo de Bosque con Ganadería Integrada (MBGI), cuyo objetivo está asociado a un manejo sustentable del sistema, organizando las actividades productivas que se realizan en los bosques nativos, manteniendo la capacidad de los mismos para proveer de servicios al ambiente. Con esta finalidad, sólo una intervención menor está permitida, generalmente sobre el "matorral", logrando reducir el estrato arbustivo con un implemento mecánico (rolo), e implantando pasturas. Esta técnica es denominada "rolado de baja intensidad" (RBI), y se encuentra basado en una perturbación mecánica que mejora la productividad del sistema (al eliminar los matorrales, e incrementar la producción de las pasturas implantadas), preservando la biodiversas, las condiciones edáficas y la regeneración de los árboles.

En este marco para la región, se recopiló información generada a través de estimaciones y determinaciones en situaciones reales en diferentes alternativas productivas.

Si bien todavía no se encuentra disponible información sobre el almacenamiento de C en sistemas de Manejo de Bosques con Ganadería Integrada (MBGI), es posible inferir la potencialidad de esta práctica de intervención por medio información publicada.

Se realizaron estimaciones de la capacidad de secuestro de C en bosque nativo bajo diferentes intervenciones. Se plantearon tres situaciones en las cuales se evaluó la cantidad de C en árboles, arbustos, estrato herbáceo y suelo (hasta 30 cm de profundidad). Se obtuvo que el bosque de *Aspidosperma* quebracho blanco almacenó 67,6 Mg C ha⁻¹, mientras que en un sistema con *Aspidosperma* quebracho blanco el cual fue sometido a las prácticas planteadas por el MBGI almacenó 56,1 Mg C ha⁻¹, es decir 17% menos que el bosque nativo. Ello está relacionado con la menor densidad de árboles y arbustos.

En la misma región, se determinó el carbono orgánico de suelo (COS) a 100 cm de profundidad en un sistema pastoril con *Chloris gayana* y en un SSP con *Prosopis alba* y *Chloris gayana*, encontrándose valores 64,6 Mg C ha⁻¹ y 84,7 Mg C ha⁻¹, respectivamente. Se observó que del total de COS almacenado en SSP el 33% correspondió a la profundidad 0-20 cm, 39% a 20-50 cm y 28% a 50-100 cm. En el sistema pastoril puro, la distribución fue de 32, 36 y 32% para 0-20, 20-50 y 50-100 cm de profundidad, respectivamente.

En otro ensayo, se determinó el contenido de C almacenado en los diferentes compartimentos (biomasa y suelo) en sistemas pastoriles con *Chloris gayana* cv Finecut, bajo distintos manejos (P-NF: pastoreo directo, sin fertilización nitrogenada; PF: pastoreo directo y fertilización nitrogenada;



R-NF: confección de rollo, sin fertilización nitrogenada; RF: confección de rollo y fertilización nitrogenada) y en la vegetación nativa (VN). La cantidad de C almacenado se encontró relacionada con el ecosistema evaluado, como así también con el manejo implementando. Se obtuvieron valores de 168,3; 119,5; 116,5; 115,26 y 110,32 Mg C ha⁻¹ para VN, PF, P-NF, RF y R-NF, respectivamente. En NV, se observó que la biomasa aérea representó un compartimento importante, almacenando 32,6% del C total. En *Chloris gayana* cv Finecut, este compartimento varió en función del manejo, encontrándose valores de 2,9% para tratamientos pastoreados (PF y P-NF), y de 2,8-3,1% para aquellos de confección de rollo (RF y R-NF).

El C de la biomasa subterránea en la vegetación nativa representó 8,4%; mientras que en *Chloris gayana* cv Finecut la biomasa de raíces acumuló 4,9-5,2% del C total.

El carbono orgánico del suelo (COS) fue el compartimento que almacenó mayor cantidad de C en pasturas con respecto al Monte. En la vegetación nativa se registró que el C acumulado en suelo representó 58,9%, mientras que en la pastura se encontraron valores de 91-92% del C total.

Con el propósito, de evaluar el impacto regional de la implementación de SSP en el Chaco Semiárido, se simuló modificaciones en la estructura boscosa de diferentes sistemas silvopastoriles, utilizando para ello, información generada en parcelas de bosques nativos a lo largo de un gradiente de precipitaciones.

Se plantearon tres escenarios: T1- en el cual se implementó un manejo silvícola conservando árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) >20 cm; T2- se conservaron árboles con DAP >20 cm y 30% de individuos de DAP 10-15 cm (regeneración); T3- se simuló la remoción de todos los individuos de DAP <20 cm, y se cortó el 30% de individuos de DAP >20 cm para producción forestal. A su vez, las parcelas fueron diferenciadas en dos condiciones de acuerdo a la biomasa inicial: aquellas con <90 Mg ha⁻¹ se clasificaron como "pobres", mientras que cuando superaban ese valor se clasificaban como "buenas".

Se encontró que la condición inicial es un factor crítico para la sustentabilidad del sistema. En aquellos lugares, donde la condición inicial es buena, los productores tienen la oportunidad de mantener una buena estructura en sus SSP, conservando grandes cantidades de biomasa, y por ende C. Por el contrario, si la condición es pobre, las posibilidades de que los SSP presenten un número adecuado de árboles por hectárea son restringidas.

En estos escenarios, el contenido de C en biomasa decreció en relación a la decisión de manejo implementada desde 9% en T2 (condición inicial buena) a 47% en T3 (en condición inicial pobre).

En estas circunstancias, T2 emerge como una opción adecuada para conservar C (9 y 18% de pérdida de C en biomasa para buena y pobre condición inicial, respectivamente), sin embargo es poco factible de realizar en situaciones reales, con la tecnología disponible.

Una situación considerar en la región, es la regeneración de las especies en los SPS la cual requiere atención debido principalmente a la percepción de los productores como una problemática al impactar negativamente en la producción de forraje



En la Mesopotamia, se presentan datos de la dinámica de C en SPS, los cuales emergen como una alternativa promisoriosa para el almacenamiento de COS y producción de madera simultáneamente. Se observó que la plantación produce un descenso en el contenido de COS producto de los efectos de labranza realizados, pero que ello va acompañado de un incremento en el contenido de C en biomasa. Luego de cierto período de tiempo, los niveles de COS comienzan a incrementarse debido a un aumento en las entradas de C al sistema (mantillo, hojarasca, raíces). A su vez, la implantación de pasturas megatérmicas (C₄) contribuye a incrementar estos niveles, debido principalmente a la gran biomasa radicular.

Se reportan valores de COS de 56,56; 58,13 y 53,58 Mg ha⁻¹ a la profundidad de 0-20 cm para plantaciones, pasturas y SSP, respectivamente. A la profundidad 20-100 cm, los valores de COS fueron de 139,42; 135,52 y 136,51 Mg ha⁻¹ para plantaciones, pasturas y SSP, respectivamente.

En biomasa, se registraron diferencias entre plantaciones y SSP sólo cuando se comparan con plantaciones jóvenes, obteniéndose valores de 21,53 y 38,63 Mg C ha⁻¹, las cuales están asociadas a diferencias en la densidad de árboles y majeo silvícola en SSP. Entre plantaciones y SSP de 12 años, las diferencias fueron menores: 40.43 vs. 43.84 Mg of C ha⁻¹).

En la Patagonia, el total de C almacenado varió entre 108,4 a 182,2 Mg C ha⁻¹ para pastizales y bosques nativos, respectivamente. El C almacenado en SPS presentó un valor intermedio de 148,4 Mg C ha⁻¹, encontrándose el C distribuido de la siguiente manera: 85% en el suelo, 7% en biomasa radicular y 8% en biomasa aérea.

En el noroeste de la Patagonia, se estimó la cantidad de C en una plantación de Pino ponderosa con pastizales, encontrándose valores de 65 a 210 Mg C ha⁻¹ para áreas en un gradiente de precipitación de <600 y >1500 mm año⁻¹, respectivamente.

Durante algunos años, se fue generando información en SSP, sin embargo la cuantificación del rol de los mismos sobre la adaptación al cambio climático y a los mecanismos de mitigación (secuestro de carbono, emisión de gases de efecto invernadero, conservación de suelo) debe continuar desarrollándose. La implementación de los Mecanismos de Desarrollo Limpio dispuestos en el Protocolo de Kyoto permitirá ingresos adicionales a los productores al proporcionar el pago por almacenamiento de C en los SSP. El buen manejo de estos sistemas permitiría, por un lado, el incremento de C en suelo y biomasa, y por otro, el incremento de la producción ganadera, con los respectivos beneficios para la sociedad y el productor.