

Secuestro de carbono en suelos, **opción real para la mitigación**



Marcelo Panichini P.
Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Dr.
Investigador INIA Quilamapu



Carlos Ovalle M.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Coordinador Programa Nacional de Sustentabilidad INIA



El secuestro de carbono en el suelo es la remoción del carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis de las plantas y su almacenamiento como forma de materia orgánica estable y de larga vida en el suelo. Para ello, se requieren cambios en las prácticas agrícolas tradicionales, para aportar más materia orgánica, que ésta sea más estable, y/o que retarde su descomposición.

La evidencia científica advierte que tenemos unos cinco años por delante para evitar el peligroso cambio climático, que se generaría si la temperatura global promedio aumenta más de 2°C sobre los niveles preindustriales. Chile será una de las regiones más afectadas si superamos dicha barrera. Así, las proyecciones regionales indican que es probable que suba la frecuencia e intensidad de los incendios forestales (lo ocurrido en el verano de 2017, con más de 600.000 hectáreas quemadas, confirma dichas proyecciones), que disminuyan las precipitaciones (excepto en la zona austral), y se produzca un aumento de la incidencia de la sequía y de las temperaturas extremas.

En este contexto, la agricultura juega un papel fundamental, pero dual; ya que no sólo es responsable de una parte importante de las emisiones de Gases con Efecto Invernadero a la atmósfera (50% del metano y 70% del óxido nitroso), sino que también puede contribuir a su mitigación, a través del secuestro del carbono atmosférico y su retención como carbono orgánico de los suelos (COS). Una segunda razón es porque la capacidad de producir alimentos para nuestra población y de exportar en un contexto de

cambio climático, dependerá fundamentalmente de nuestra capacidad de mantener o incrementar la productividad primaria de los suelos. El manejo sostenible de éstos, incorporando prácticas agronómicas que preserven o incrementen el contenido de materia orgánica, es esencial para la adaptación al cambio climático y, por ende, para la viabilidad de la agricultura chilena.

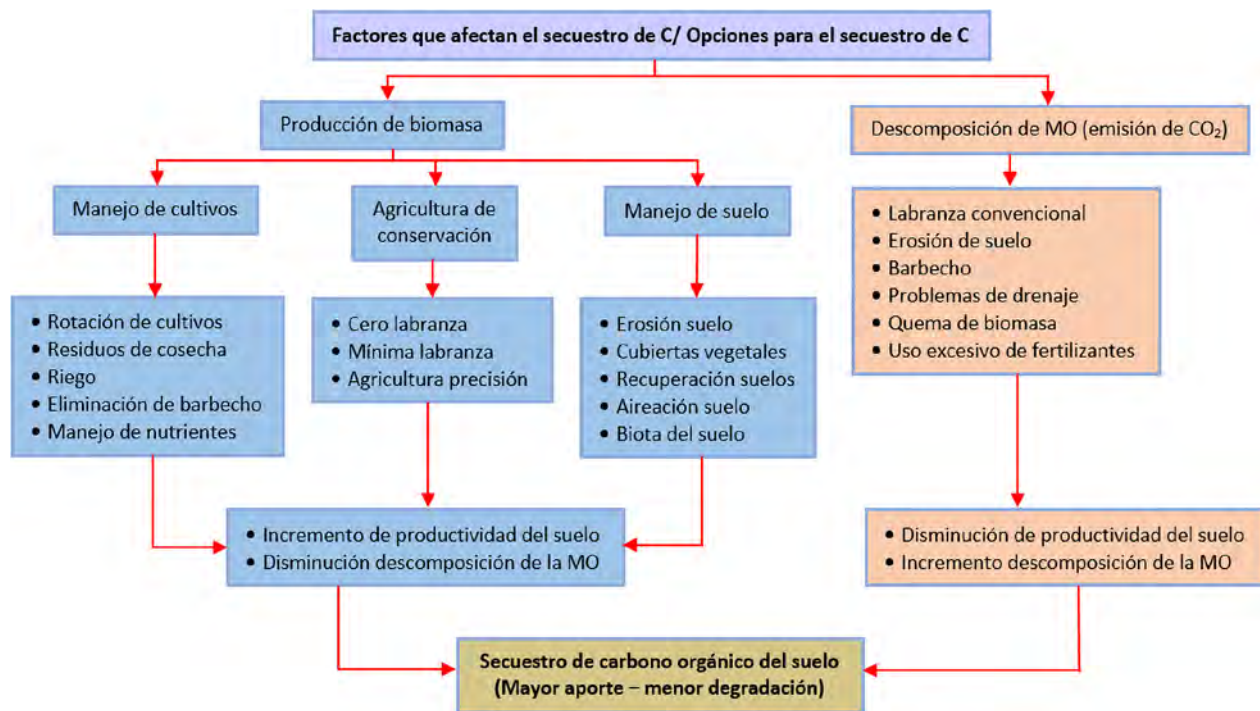
En el año 2007, los 195 países que adhieren a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), entre ellos Chile, deciden aportar a la reducción global de emisiones de GEI, a través del desarrollo e implementación de Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMAs, por su sigla en inglés). En este contexto, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y la Universidad de Concepción, en respuesta a un requerimiento del Ministerio de Agricultura, a través del Servicio Agrícola y Ganadero y del Ministerio de Medio Ambiente, con financiamiento de INNOVA CORFO, ejecutan el proyecto “Una NAMA agrícola para Chile, mediante el manejo sustentable de los suelos” (2014-2017), que identificó los usos del suelo y las prácticas de manejo que los agricultores pueden aplicar,

para aumentar el almacenamiento de carbono orgánico del suelo y mejorar la producción en un escenario de clima cambiante.

Factores que influyen el secuestro de carbono en el suelo

Pese a los innumerables beneficios que supone la materia orgánica (MO) en los suelos, incrementar su contenido no es nada fácil. Requiere tiempo, prácticas agronómicas apropiadas y permanencia de éstas en el mediano y largo plazo. La permanencia del carbono en el suelo depende en gran medida del balance entre los aportes y las pérdidas por descomposición, sin embargo, hay factores que desempeñan un rol fundamental en la estabilización, como por ejemplo, la mineralogía, los factores climáticos, la labranza, el cambio de uso del suelo y la tasa de incorporación (**FIGURA 1**).

Entre los factores climáticos se señala que la temperatura y la precipitación tienen un efecto directo sobre la acumulación de carbono (C). Sin embargo, los factores edáficos jugarían un papel aún más importante. Dado que nuestro país cuenta con distintos tipos de suelos y climas, es



➤ **Figura 1.** Factores que afectan el secuestro de carbono en el suelo (adaptado de Lal, 2003; Marek y Lal, 2003, complementado por Chowdhury y col. 2011).

importante hacer esta diferenciación. La fracción de arcilla tiene un rol preponderante en la estabilización y acumulación de C, no obstante, no es determinante para todos los tipos de suelos del país.

Al respecto hay que diferenciar entre la estabilización de la materia orgánica en suelos volcánicos y no volcánicos. En suelos de origen volcánico, la mayor cantidad de C se encuentra formando complejos entre el aluminio y el hierro unido al humus. Este reservorio constituye la fracción mayoritaria en los horizontes superficiales, cuando el suministro de materia orgánica es abundante. Generalmente, este tipo de suelos se caracteriza por presentar pH ligeramente ácido y baja densidad aparente, lo que junto a las condiciones climáticas, permiten que la tasa de descomposición de los compuestos orgánicos sea más lenta, otorgando un mayor tiempo de residencia del C en el suelo. Por otro lado, los suelos no volcánicos, principalmente de la zona central y

centro-norte del país, protegen el C generando uniones con la arcilla y el limo, lo que unido a la menor cobertura vegetal y condiciones climáticas, favorece una mayor tasa de descomposición y, por ende, un menor tiempo de residencia del C en el suelo. Esta heterogeneidad en climas y suelos es la que se pudo constatar en los resultados reportados en la NAMA Agrícola, evidenciando cómo los usos y manejos del suelo juegan un rol fundamental en la protección y acumulación de la materia orgánica (FIGURA 2).

También es un hecho muy bien reportado en Chile y el mundo que la conversión de ecosistemas naturales a sistemas agrícolas ha disminuido el carbono orgánico del suelo (COS), aumentando las concentraciones de CO₂ en el ambiente. Por tanto, la aplicación de medidas para disminuir las emisiones debe orientarse a mantener prácticas que promuevan la protección del suelo y aumenten los niveles de materia orgánica (FIGURA 1). La adopción de prácticas

de manejo como la cero labranza, el establecimiento de praderas permanentes, la incorporación de materia orgánica estabilizada (compost), la supresión de las quemas agrícolas, entre otras, promueven la mantención y acumulación del COS. Esto se sustenta en la incorporación de materia orgánica y en la menor tasa de descomposición que se obtiene al disminuir la perturbación del suelo. De esta forma, se puede maximizar la acumulación de carbono. Sin embargo, los resultados varían de acuerdo a la zona agroecológica, tipo de suelo, sistema de cultivo, manejo de residuos y clima imperante.

Los resultados del proyecto "Desarrollo de una NAMA agrícola para Chile", reflejan la variabilidad en los contenidos de C en algunos sistemas productivos del país. Bajos niveles de COS (1,4–4%) se observan en suelos sedimentarios, graníticos y aluviales de las regiones de O'Higgins al norte. Niveles intermedios (4–8%) se aprecian en suelos rojo arcillosos de la región del Maule, y niveles altos

(8-12%) se encuentran en suelos de cenizas volcánicas recientes desde la región del Ñuble hacia el sur (FIGURA 2). En la medida que se avanza al sur del país, se observa un menor impacto de las prácticas agronómicas sobre los contenidos de C. Lo anterior se explica en gran medida por los altos contenidos de C que poseen estos suelos, lo que implica que cualquier cambio en el uso y manejo no reflejará un cambio significativo en el corto plazo.

Secuestro de carbono en praderas

Los sistemas de manejo de praderas analizados en el proyecto, incluyeron en la zona mediterránea praderas mejoradas con siembra de leguminosas anuales (tréboles subterráneos, hualputra) y gramíneas (falaris, ballica anual), y fertilización fosfatada. En el sur, en zonas de clima templado, las praderas estaban conformadas por trébol blanco y ballica perenne. Los resultados revelaron una diferencia marcada entre suelos volcánicos (trumaos) del sur y no-volcánicos de las regiones comprendidas entre O'Higgins y Biobío (FIGURA 3).

Incorporación de enmiendas orgánicas estabilizadas (compost)

De los suelos trumaos muestreados, la mitad de ellos registró aumentos significativos del COS con aplicación de compost (FIGURA 4). En suelos no-volcánicos (suelo granítico del secano interior de la región del Ñuble) los efectos fueron muy superiores a los trumaos, especialmente en aquellos sitios donde el compost se ha aplicado por largos períodos (CET de Yumbel).

Conclusiones

- No todas las prácticas evaluadas mostraron similar eficacia a la hora de secuestrar carbono. El establecimiento de praderas fue la

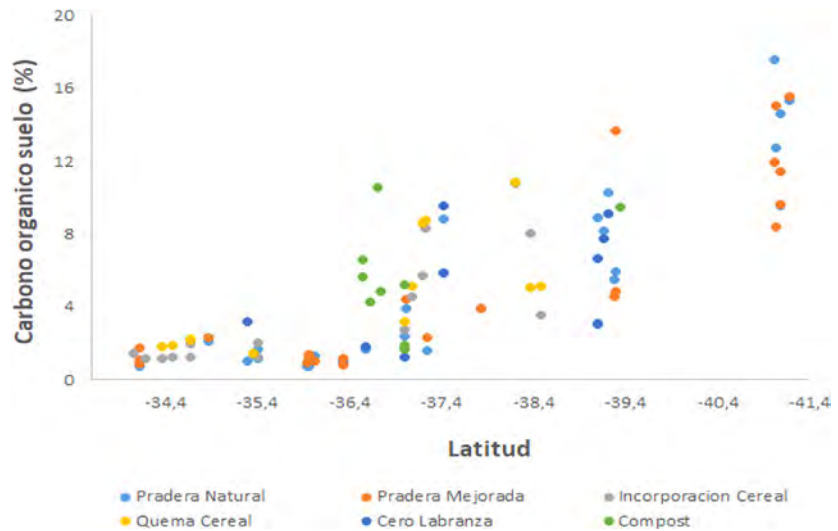


Figura 2. Variación en los contenidos de carbono orgánico del suelo con distintos usos y manejos agronómicos entre las regiones de O'Higgins y de Los Ríos (Wolff y col. 2019, proyecto Una NAMA agrícola para Chile).

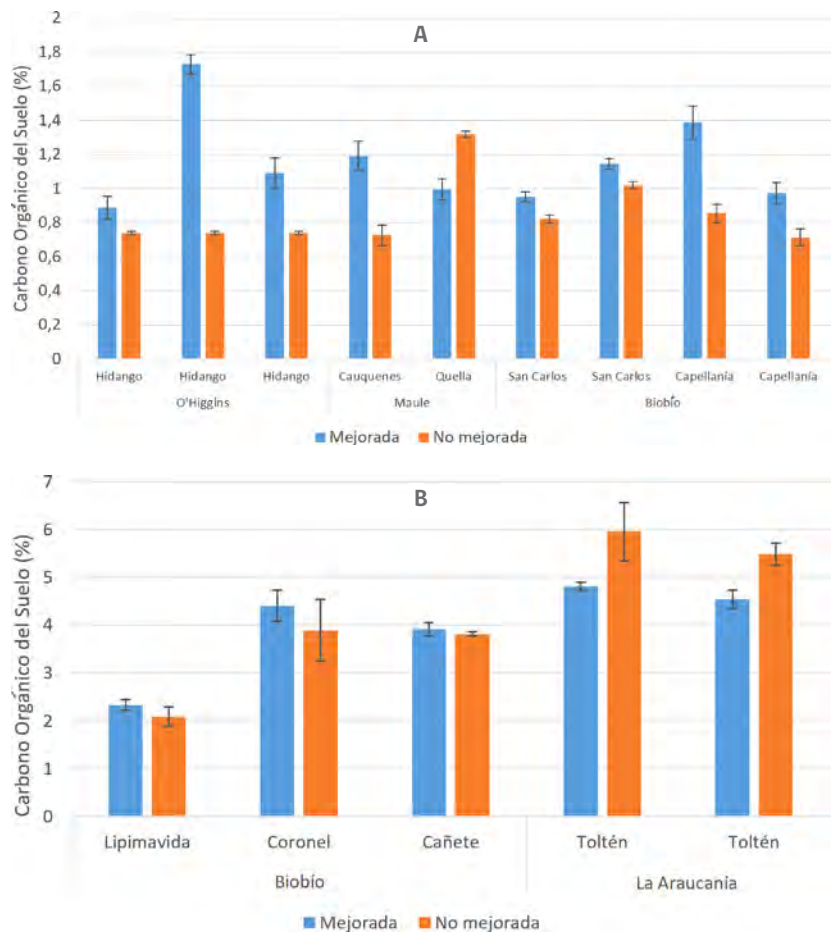


Figura 3. Contenido de carbono orgánico del suelo bajo pradera mejorada y no mejorada en suelos: A) no volcánicos de las regiones de O'Higgins, Maule y Biobío, y B) volcánicos de las regiones de Biobío y La Araucanía (Wolff y col. 2019).

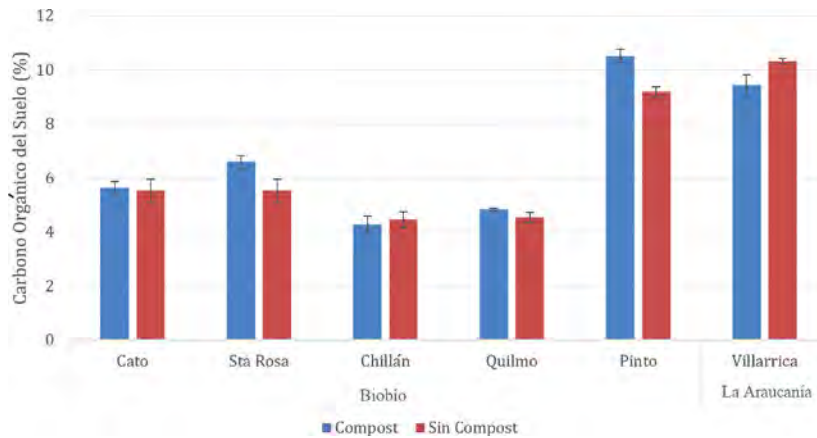


Figura 4. Contenido de carbono del suelo (%) en sitios con y sin aplicación de compost en suelos trumaos.

práctica de mayor impacto, sobre todo en los suelos del secano interior y de la costa de la zona de clima mediterráneo, y en suelos de secano del valle central, entre las regiones de Valparaíso y de La Araucanía.

- La aplicación de materia orgánica estabilizada (compost) fue la

segunda práctica de mayor impacto, sobre todo en suelos con bajo contenido de COS. La permanencia de la práctica es bastante segura en los agricultores orgánicos, pues la nutrición de sus cultivos depende en parte de ella. En cuanto a otros sistemas productivos, hay una



Secuestro de carbono mediante la incorporación de compost.

creciente toma de conciencia de la necesidad de incrementar la materia orgánica del suelo. En la práctica, muchos suelos podrían ser “recuperados” con aplicaciones de compost, con el co-beneficio de secuestro de COS.

- La incorporación de rastrojos de cereales, tal como se bonifica en Chile, no produjo una ganancia en carbono del suelo. En efecto, el impacto de la práctica en cereales no-maíz no fue importante. Sin embargo, hay varias consideraciones de tipo ambiental que ponen en tela de juicio las recomendaciones que impliquen la continuación de las quemas. Primero, la quema del rastrojo emite altas cantidades de CO₂ al ambiente. Con quema de residuos, considerando los rendimientos típicos chilenos, se emite el equivalente a 400 kg CO₂/ha/año en la quema de cereales, y 800 kg CO₂/ha/año con quema de rastrojos de maíz.
- La cero labranza permitió aumentar la cantidad de carbono del suelo sólo en aquellos sitios donde el sistema se había aplicado por más de 10 años y se había suprimido la quema de rastrojos.

En síntesis, el secuestro de carbono implica cambios permanentes en el manejo del suelo, lo que no se logra con bonificación de prácticas que sólo se aplican por un año y que no permiten garantizar que el secuestro de carbono sea sostenido en el tiempo. **TA**