



# Presentación de los reportes nacionales de carbono orgánico del suelo en plantaciones forestales y los usos del suelo asociados

## Algunas particularidades encontradas en la región pampeana

Javier Gyenge

Gabriel Gatica

María Elena Fernández

Investigadores CONICET INTA, Agencia de Extensión Rural Tandil Instituto para la Innovación Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (INTA Balcarce-CONICET)

Gracias al accionar conjunto de técnicos pertenecientes a diversas instituciones nacionales se construyeron dos reportes en donde se analizó la capacidad de los sistemas forestales de almacenar carbono orgánico en los suelos (COS) en todas las regiones forestales del país. Se determinaron las diferencias con otros sistemas agropecuarios y el efecto de los principales factores ambientales, tanto climáticos como los relacionados con diversos aspectos silvícolas, que influyen sobre la dinámica de COS.

Las forestaciones con especies de rápido crecimiento se visualizan como una potente herramienta para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por su capacidad de almacenar carbono en biomasa y en el suelo. Al contrario de la biomasa, no se contaba con información sistematizada que permita analizar la magnitud y variaciones del carbono orgánico almacenado en suelos (COS) forestales a nivel nacional y regional. A partir del año 2020, en pleno transcurso de la pandemia, se comenzaron a generar actividades tendientes a llevar adelante un estudio que permitiera estimar la magnitud del carbono orgánico del suelo (COS) en plantaciones forestales a nivel nacional. Así, para cumplir con este objetivo inédito para el país, se unieron esfuerzos entre el Programa Nacional Forestal del INTA y la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial (DNDFI) del entonces Ministerio de Agricultura de la Nación para llevar adelante un muestreo de suelos de forestaciones y de otros usos del suelo en las principales regiones forestales del país. Estas muestras fueron acondicionadas y

enviadas para su análisis al Laboratorio de Servicios Analíticos de Suelos, Plantas y Ambiente (LABSPA, CERZOS CONICET UNS) en donde se determinó la concentración de carbono por el método de combustión seca (LECO). El protocolo de muestreo se basó en la toma de muestras de suelos en situaciones similares de paisaje que comprendiese una forestación con especie de rápido crecimiento, un uso alternativo de producción primaria y un sistema con bajo nivel de impacto antrópico que fue considerado como línea base. Sumado a ello se recabó información a partir de publicaciones científicas que reunían las condiciones necesarias como para ser incorporadas en el informe. Con esa masa de resultados se generaron dos reportes nacionales teniendo en cuenta la ubicación o distribución de cada uno de esos puntos en el país (Figura 1). En uno de los reportes mencionados, titulado “Estimación de las reservas de carbono orgánico del suelo con plantacio-

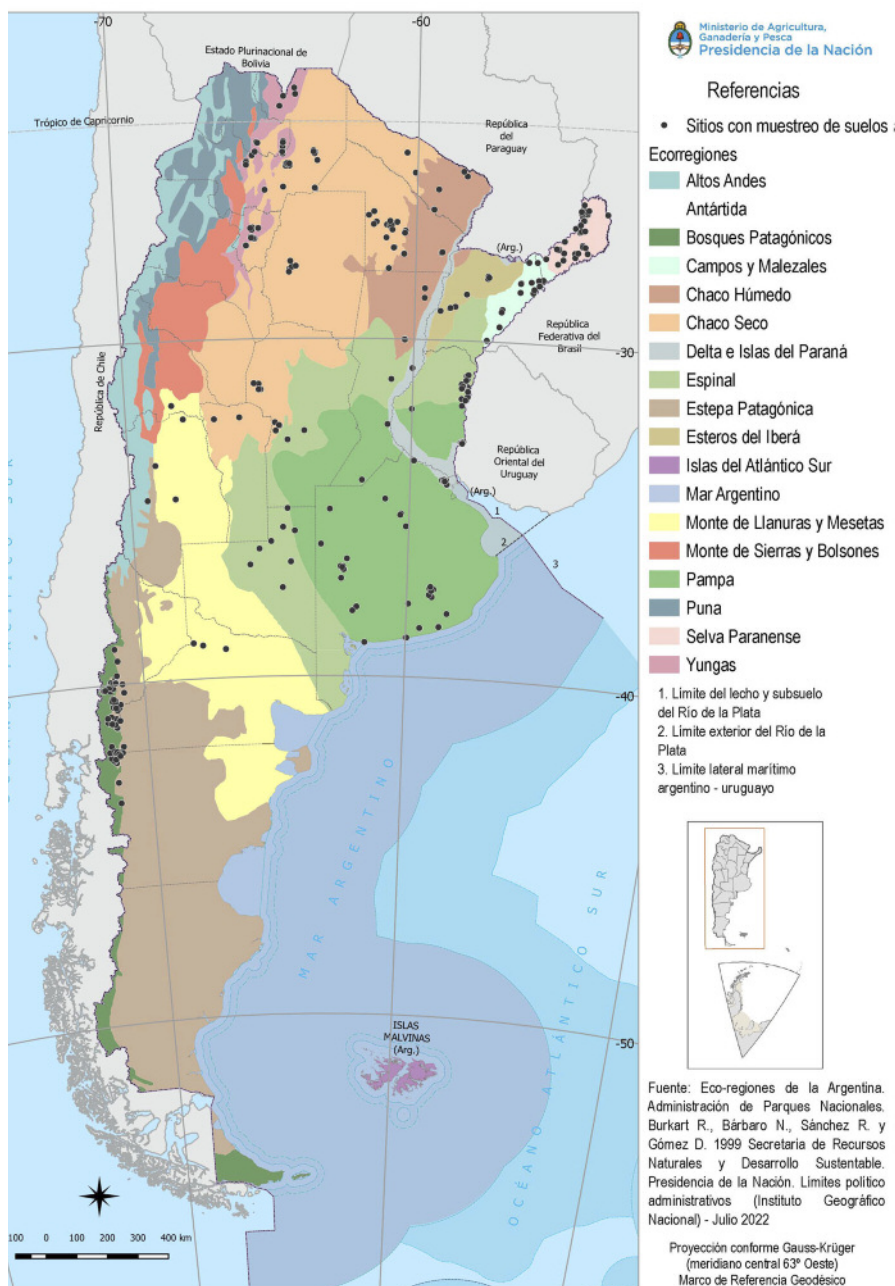
nes forestales y otros usos de la tierra, en distintas regiones de Argentina”, se analizó el cambio de COS de acuerdo al uso del suelo (plantaciones forestales versus otros usos del suelo) y del efecto de algunos factores climáticos y edáficos. Para lograr todo esto, agrupó geográficamente la información de acuerdo a la ecorregión y cuenca forestal. Para el segundo reporte titulado “Inventario de las reservas de carbono orgánico del suelo de plantaciones forestales de Argentina”, se utilizaron los datos de COS almacenado en los suelos para estimar la cantidad de carbono almacenado en cada provincia según las superficies plantadas por cada especie, tendiente a generar estadísticas provinciales sobre este servicio ambiental. Estos reportes estuvieron conceptualizados por un grupo de técnicos conformados por miembros del CONICET, INTA, UNLP y DNDFI, pudiéndose descargar libremente de la página oficial de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial:

<https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/desarrollo-foresto-industrial/silvicultura/reserva-carbono-organico-suelo.php>



¿Qué elementos contienen estos reportes nacionales? La Figura 1 nos muestra la distribución de los sitios a lo largo del país en relación con las distintas ecorregiones, demostrando que, en mayor o menor grado, se cubrieron las principales regiones forestales. En total se recabaron 859 datos individuales de COS a partir de 352 datos obtenidos por el relevamiento de campo y 507 de la bibliografía. Estos datos se distribuyeron en tres categorías: I) línea base o referencia conformada por pastizales o bosques en donde se verificaba un bajo nivel de impacto antrópico, II) plantación forestal y, III) usos alternativos conformado por los cultivos más comunes en la región. A la vez, se generó una división dentro de cada categoría teniendo en cuenta el tipo de cobertura vegetal (bosque, pastizal, cultivo anual, pasturas, cultivo leñoso, entre otras) y en particular para las forestaciones, los géneros, especies y/o variedades presentes en cada región.

¿Qué información relacionada con el COS podemos extraer para nuestra región pampeana? Con relación a la producción primaria, la región pampeana se caracteriza por su actividad agrícola-ganadera, teniendo la actividad forestal una baja incidencia productiva en términos relativos. No es el caso de la actividad industrial, fuertemente desarrollada en el AMBA, sino la concentrada en la producción primaria de madera. En general, las forestaciones se encuentran establecidas en ambientes limitantes para la producción agrícola, y en muchos casos, en situaciones marginales para la producción de especies forrajeras. Sin pretender realizar una revisión bibliográfica, es posible mencionar que algunos estudios regionales muestran un gradiente del contenido de carbono orgánico en el sentido este – oeste de nuestra región, mostrando los mayores valores hacia la costa del océano atlántico (Sainz Rozas et al. 2011). Este mismo trabajo también indica que se ha perdido una considerable cantidad de C en suelos sometidos a la agricultura, sobre todo en el oeste y norte de la región pampeana, situación que pone sobre la mesa la necesidad de innovar nuestros sistemas productivos para revertir esta situación. En particular para las forestaciones, se ha descrito que la capacidad de alma-



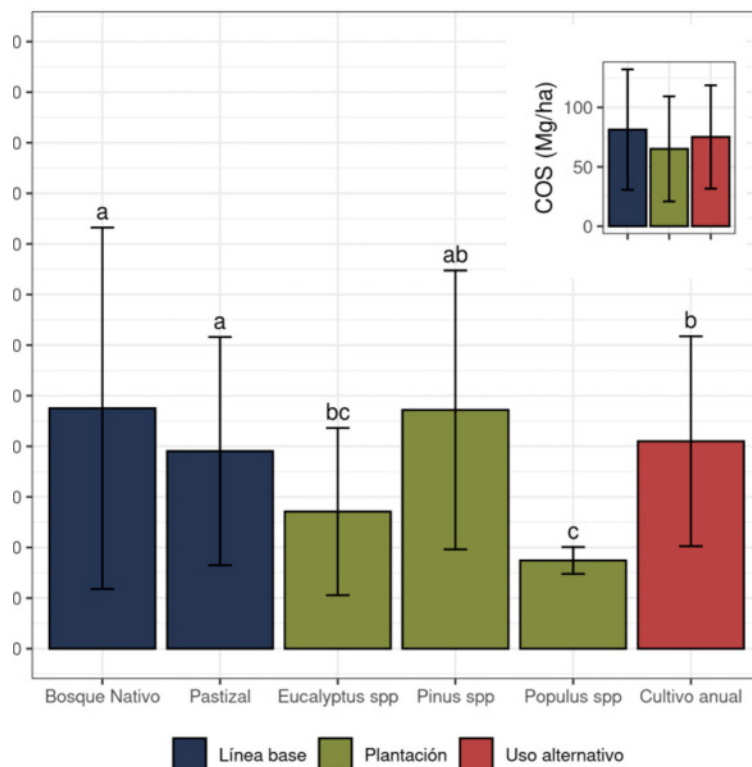
**Figura 1** | Mapa de la República Argentina en donde se muestran las distintas ecorregiones del país y los sitios en donde se recabó información sobre el contenido de carbono orgánico en los primeros 30 cm. de suelos en sistemas forestales y otros usos (puntos negros). Mapa realizado por la DNDFI, Argentina.

cenar COS en plantaciones con eucaliptos depende del balance hídrico (siendo mayor esta capacidad hacia la parte más árida que se corresponde con el oeste de nuestra región) y de la edad de la forestación (el COS aumenta con la edad; Berthong et al. 2012). Más allá de la respuesta a gradientes ambientales, el COS en forestaciones fue mayor al de los otros

usos de la tierra, presentando la siguiente ordenación de mayor a menor: suelos forestales, sitios no cultivados, pasturas, cultivos y sitios anegados (Berthong et al. 2013). Los resultados del análisis del informe nacional son congruentes con estos antecedentes, pudiendo mencionar además que el COS de los suelos forestados con pinos fueron similares

a los de la línea base, mientras que los suelos forestados con eucaliptos y álamos mostraron valores de COS más similares a los cultivos anuales (Figura 2).

En cuanto a los factores ambientales que se relacionan a los patrones encontrados, aunque con un bajo nivel de asociación, se encontró que los niveles de COS incrementan con el aumento en los niveles de precipitación del mes más seco y con el contenido de arcilla del suelo; mientras que disminuye con el aumento de la temperatura media anual y la del trimestre más cálido del año. En el caso de las plantaciones forestales con eucaliptos se describe una relación positiva del COS con la edad. Un aspecto interesante a resaltar es que el COS de las forestaciones con pino muestra con la edad de la plantación una relación neutra en situaciones con altos contenidos de COS o levemente positiva en sitios pobres en COS (es decir, con una menor pendiente que la detallada para los eucaliptos). Este aspecto también se observó en otras regiones del país y se asocia con la relación del contenido de C y N de la broza u hojarasca en sinergia con el sistema de bajas intervenciones silvícolas, que genera ambientes que no favorecen a la degradación del material vegetal senescente. En este sentido, en España se describe una relación lineal y negativa entre el COS y la cobertura arbórea (por ej. menor COS a mayores niveles de cobertura forestal) demostrando que hay posibilidades



**Figura 2** | Carbono orgánico almacenado en los primeros 30cm de suelo (COS) en los tres usos de suelo promedio considerados (Línea base, plantaciones forestales, usos alternativos; inserto en la figura) y las distintas clases consideradas para cada uso del suelo para la región pampeana. *Datos extraídos del Reporte Nacional.*

de desarrollar normas de manejo que compatibilicen la producción con la capacidad de brindar, al menos, este servicio ambiental. Es importante resaltar que para el desarrollo de los reportes se centró el análisis en plan-

taciones forestales con destino a la producción de madera en forma exclusiva, es decir, los sistemas agroforestales y silvopastoriles no fueron tomados en cuenta en este primer análisis.

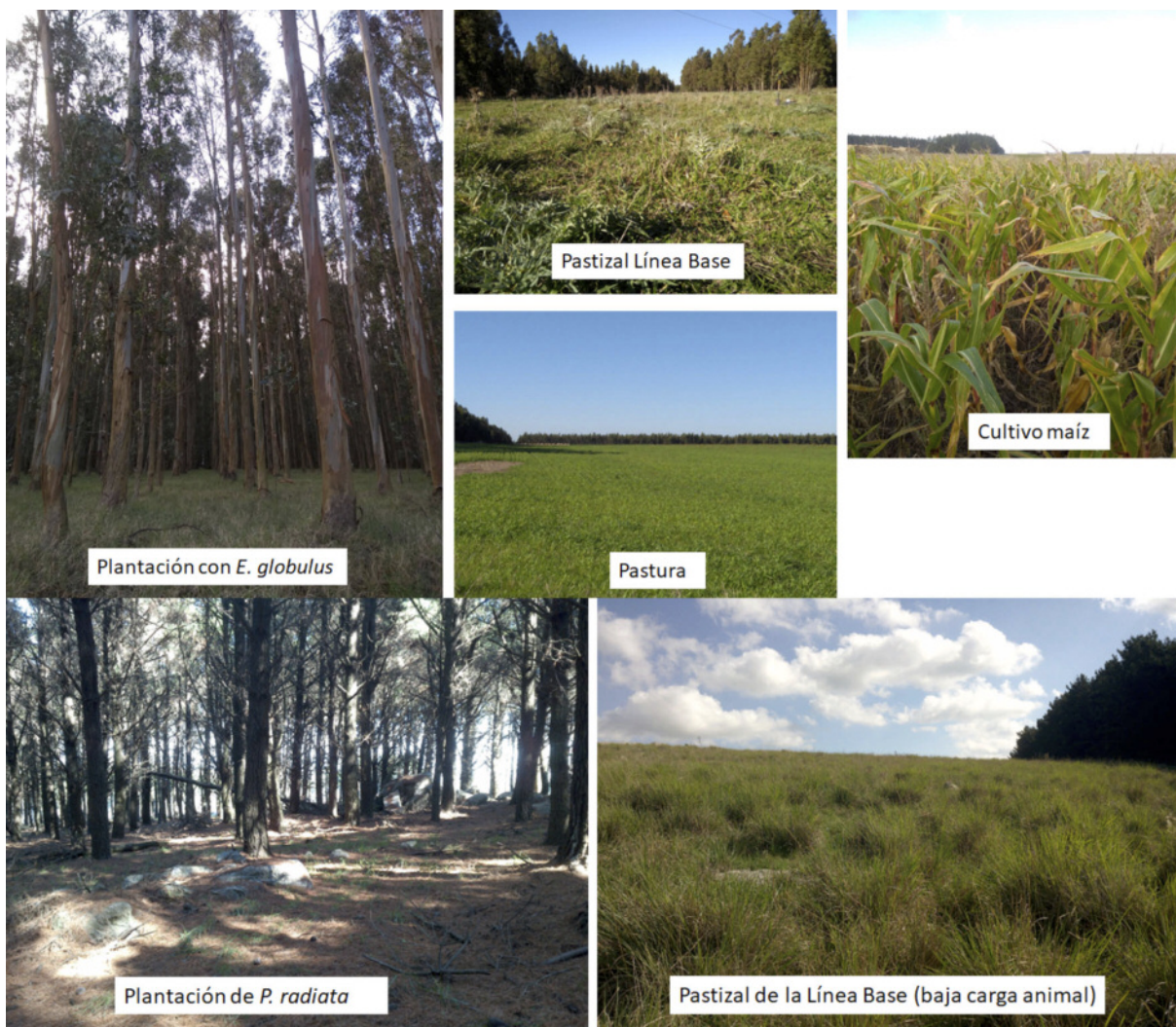


Plantación de *P. radiata*



Pastizal de la Línea Base (baja carga animal)

Plantación de *Pinus radiata* y un pastizal de la línea base situadas en las sierras del partido de Tandil, Buenos Aires (créditos: J. Gyenge, IPADS).



Plantación de *Eucalyptus globulus*, un pastizal de la línea base (baja carga animal) y dos usos alternativos del suelo (pastura y cultivo de maíz) situadas en el partido de Necochea, Buenos Aires (créditos: D. Domínguez Daguer, DNDFI MAGyP).

¿Cómo podemos pensar las forestaciones de la región pampeana en relación con los sistemas tradicionales de producción primaria? Es importante resaltar el concepto de que las plantaciones forestales de rápido crecimiento actuales están destinadas a producir madera para alimentar distintas industrias, desde la papelera o de construcción de paneles hasta aquellas que producen bienes que necesiten madera aserrada (muebles, estructuras para viviendas, etc.). En este marco, la fijación de COS es un elemento a tener en cuenta a la hora de estimar su capacidad de mitigación de GEI, pero claramente éste no constituye el objetivo primario de las mismas. En éstas, el manejo silvícola no se ha destinado a maximizar el servicio ambiental sino a la producción de biomasa aérea. Lo mismo

sucede con cualquier cultivo en donde se busca producir granos o forraje. En el caso de nuestro territorio, se podría plantear otro objetivo no relacionado con la producción de madera sino con el fin de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero teniendo en cuenta la cantidad de C equivalente almacenado en biomasa y el suelo y también, aportando al bienestar animal. Así, se podría aportar a la generación de sistemas productivos compatibles y asociados a los sistemas agrícola-ganaderos. En este marco, los sistemas silvopastoriles, cortinas forestales y montes de reparo y energéticos emergen como buenas herramientas de mitigación para las que debemos desarrollar protocolos o normas de manejo sustentables que maximicen los servicios ambientales que prestan.

A manera de cierre y retomando la información provista en los reportes, la provincia de Buenos Aires contaría con un total estimado de 2400 Gg de COS almacenados en los primeros 30 cm de suelos forestados. De manera desagregada, en promedio, el COS almacenado en suelos forestados con eucaliptos sería de 69 Mg /ha, mientras que en los pinares se estimó un valor promedio de 118 Mg /ha. Este reporte nacional, además de resumir información necesaria para la formulación de proyectos y hacer los cálculos de emisiones de GEI, significa un punto de partida para futuras investigaciones que permitan estimar con mayor precisión tanto las reservas de carbono orgánico como las variables que permiten estimar su variación.

