

# **Conservación de la materia orgánica de la tierra en el bosque nativo, su pérdida debida al desmonte y la agricultura y su efecto sobre el cambio climático**

## **Introducción**

### **Suelos y cambio climático**

Existe una influencia de la MO del suelo que trasciende lo local y es su relación con el cambio climático global.

El incremento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera (32% desde 1850 hasta nuestros días), junto al de otros gases, estaría produciendo el así llamado “efecto invernadero”, es decir un incremento en la temperatura media de la atmósfera terrestre (Intergovernmental Panel on Climate Change). El hecho de que los años 1997 y 1998 han sido los dos más calientes desde que existen registros (Post et al 2001), unido a la verificación de incrementos en las precipitaciones en algunas regiones induce a pensar que ya se está detectando el cambio climático.

La mineralización de la MO del suelo produce CO<sub>2</sub> y debido a que la MO del suelo es el reservorio de C terrestre más importante, su disminución o incremento pueden contribuir a disminuir o aumentar el tenor de CO<sub>2</sub> atmosférico y por lo tanto afectar el cambio climático global. En el cambio de uso de la tierra y en la deforestación de selvas tropicales, la MO del suelo está actuando como fuente de CO<sub>2</sub> atmosférico. Sin embargo también su potencial como sumidero es muy importante ya que se estima que en los próximos 50-100 años pueden acumularse entre 40 y 80 Pg (peta gramo: 10<sup>15</sup>g) de C en las tierras agrícolas (Intergovernmental Panel on Climate Change). El uso y manejo del suelo induce ganancias o pérdidas de MO y esto repercute sobre la “salud” de todo el planeta.

Los cambios de uso y manejo de la tierra, como la conversión de bosques y pastizales en parcelas agrícolas, traen a menudo aparejados pérdidas substanciales de materia orgánica del suelo (Hevia et al, 2003). El estudio de la evolución de la materia orgánica requiere en principio de su medición periódica a partir, si es posible, de la situación natural en bosques (la cual se asume que expresa la condición de equilibrio), siguiendo por distintos estadios de la condición agrícola hasta alcanzar un nuevo equilibrio. Cuando esta situación no está disponible se puede *distribuir espacialmente* el avance del tiempo tomando simultáneamente muestras en suelos que hayan sido incorporados al cultivo en años sucesivos. Esta opción, es la que se utilizó en el presente trabajo ya que no se disponía de datos temporales.

El principal componente de la materia orgánica (MO) es el carbono (C). Por lo tanto, midiendo el contenido total de C orgánico del suelo (COT), calculamos el contenido de MO. Además, el C compone la molécula de CO<sub>2</sub>, cuyo incremento en la atmósfera es el principal responsable del efecto invernadero y el cambio climático.

### **La estructura del suelo**

Se puede definir a la estructura como el tamaño, la forma y el ordenamiento (arreglo) de las partículas en el suelo. Al mismo tiempo definiendo estructura queda definida la porosidad del suelo. Es decir diámetro, longitud, continuidad y conectividad de los poros. Estos son fundamentales en el movimiento del agua y el aire en el suelo y representan el lugar donde se desarrolla la actividad biológica: crecimiento radicular, de hifas de hongos, de colonias bacterianas, etc. La estructura no es estática sino que se modifica con los procesos de humedecimiento y desecación, con el propio crecimiento de las raíces. La actividad biológica tiene que ver con la estabilización y también con la desestabilización de la estructura, y es responsable de las transformaciones que sufre la MO del suelo.

La estructura y la porosidad del suelo son dos caras de la misma moneda.

## **Los mecanismos de la protección física**

El efecto de la MO sobre la estructura del suelo ha sido probada y considerada en numerosos trabajos. La recíproca también. Es decir la agregación del suelo, la porosidad resultante, y otros factores, determinan la “protección física” de la MO, condicionando su dinámica.

Se considera que en los suelos de la región central de Córdoba se ha producido una caída substancial en los niveles de materia orgánica del suelo debido a la remoción del bosque nativo y a la introducción de la actividad agrícola.. La distribución vertical del COT es diferente en el bosque nativo y en suelos cultivados. La materia orgánica y la estructura evolucionan en forma paralela. La pérdida de materia orgánica debe reflejarse en una pérdida de estructura y porosidad.

Los objetivos del presente trabajo son:

- Caracterizar la degradación de la materia orgánica debida al cambio de uso de la tierra, desde la vegetación natural a 80 años de cultivo.
- Estimar el efecto sobre el cambio climático global que ha generado el desmonte en la región.

## **Resultados y discusion**

El COT decrece con el tiempo que pasa desde el desmonte. Esto se verifica en la sumatoria de la profundidad 0-40 cm (Figura 1) y claramente en la primera profundidad (Fig 2).

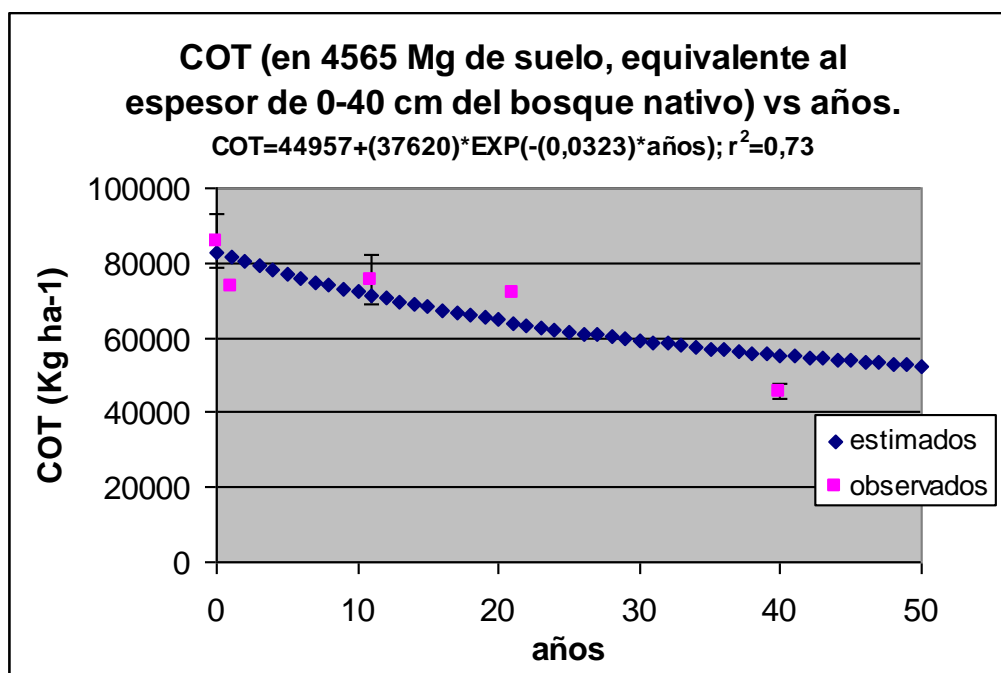


Figura 1. Evolución del COT (kg/ha), en una masa equivalente a 40 cm de bosque nativo, con el paso de los años desde el desmonte y función ajustada.

Se ajustaron las funciones exponenciales decrecientes de las figuras con el programa Statistica. Para el cálculo se le asignó el valor de la constante aditiva. Este fue tomado del valor promedio encontrado en los suelos de la Estación Experimental INTA Manfredi para cada profundidad considerada. Se adoptó ese criterio porque los suelos de Manfredi tienen una historia agrícola mucho mayor que los de la cronosecuencia y puede suponerse que se ha alcanzado un nuevo estado de equilibrio.

Las ecuaciones ajustadas están significando que el COT alcanza al cabo de  $n$  años a un nuevo valor (la constante aditiva). Estamos considerando la tasa de cambio y no la constante de mineralización.

La mayor disminución se produce en la primera profundidad, 67 %, en las otras las variaciones son menos importantes: 36, 24 y 26 % (La tabla 1 muestra los porcentajes remanentes y no las pérdidas).

Para intentar explicar las causas de una declinación tan importante podemos referirnos al balance de C en el suelo. De una manera simplificada podemos establecer que el COT del suelo es el resultado de aportes de C al sistema menos las salidas de C desde el mismo. Respecto a los aportes una

simple observación de un bosque nativo (BN) y de un cultivo en la zona estudiada permite ver la magnitud de las diferencias en biomasa. El BN posee tres estratos y se presenta como una masa relativamente compacta de 6-10 m de altura y la cobertura del suelo es completa en todo el año. Mientras que el cultivo cubre solo el estrato herbáceo, durante una parte del año. No se ha podido cuantificar la producción anual de biomasa en BN. Sin embargo puede estimarse un aporte de hojarasca de 2500 kg de C por ha y por año, para un BN de una zona subtropical semiárida (elaborado en base a datos de Gallardo Lancho, 1998). Si bien esa entrada de C es comparable a la de un cultivo de maíz, se supone que la media de C incorporado luego del desmonte, ha sido mucho menor, ya que se han pastoreado los rastrojos, y la mayor parte de los cultivos que se sembraron aportan menos C que el maíz. O sea los aportes de C al suelo luego del desmonte fueron inferiores a los del BN.

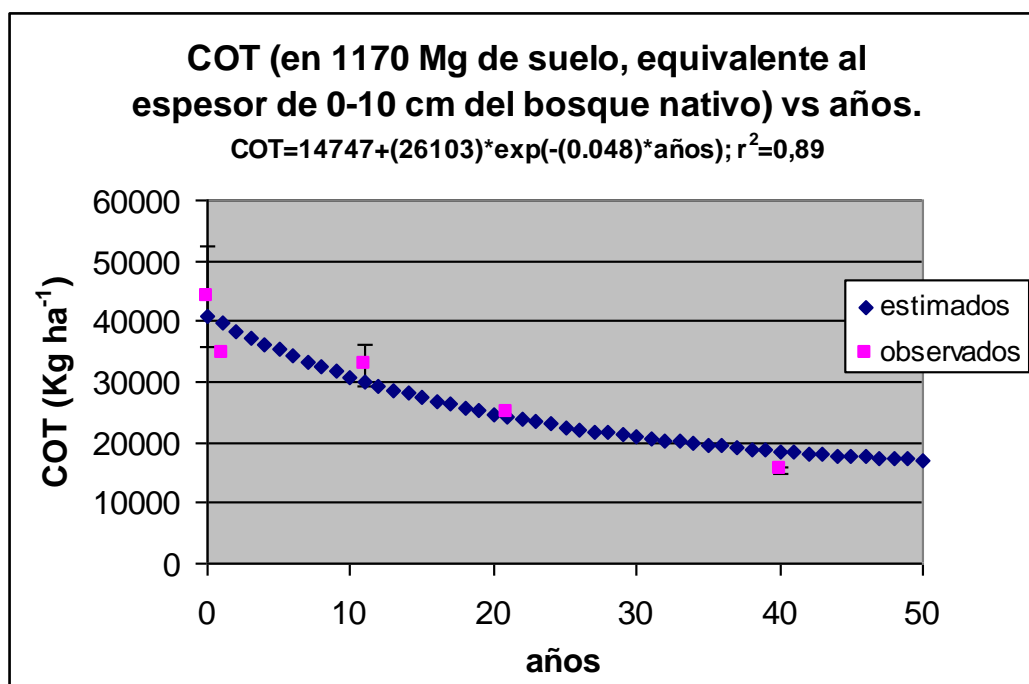


Figura 2. Evolución del COT (Kg/ha) en una masa de suelo equivalente al espesor 0-10 cm en el bosque nativo, con el paso de los años desde el desmonte y función ajustada.

El otro factor a considerar son las salidas del sistema. Las mayores pérdidas se dan como CO<sub>2</sub> producido por los microorganismos durante la descomposición y mineralización, de hecho las pérdidas son considerablemente superiores en las dos primeras profundidades (tabla .1). Estudios de cinética introdujeron el concepto de fracciones (pools) de la MO que están protegidos de la degradación bajo la vegetación natural y desprotegidos durante el cultivo. Son varias las causas que incrementan las tasas de descomposición cuando una tierra es incorporada al cultivo: 1) Cambio del clima del suelo. Un incremento de la temperatura produce un aumento de la actividad microbiana y consecuentemente de la mineralización. Casas y Mon (1988), trabajando con BN de la región Chaqueña semiárida, reportan diferencias en la temperatura del suelo superficial (tomada a 5 cm de profundidad) de 6°C, (alcanzando diferencias de 9°C) entre el BN y el terreno cultivado.

En las tierras cultivadas las entradas son menores y las salidas mayores (hasta la estabilización en un nuevo equilibrio). De allí el decrecimiento del COT. Se considera que las condiciones de humedad y elevadas temperaturas del verano en la región, favorecen una intensa actividad microbiana cuando se elimina la protección del BN y se pierde la "protección física". Como resultado de lo cual los tenores de COT en la región resultan inferiores al de otras zonas menos cálidas. Esto resulta coherente con lo encontrado por Alvarez y Lavado (1998), en suelos de la región chaco-pampeana.

Paralelamente a la disminución se produce una redistribución del C, ya que la segunda profundidad recibe aportes del horizonte superior debido a la inversión del suelo. Por ese motivo el haber trabajado considerando una profundidad superior a la de las labranzas (40 cm), asegura que los cambios no son debidos solamente a una redistribución mecánica

Tabla 1. Contenidos de C, desvío estándar y porcentaje de la misma fracción en el bosque nativo. Datos correspondientes al bosque nativo y a los suelos de Manfredi,

Prof. cm	<b>C orgánico total (COT)</b>		
	Kg/ha	desvío e.	% BN
	<b>Bosque Nativo (BN)</b>		
0-10	43620	8168	
10-20	20012	714	
20-30	13016	1654	
30-40	8502	583	
0-40	85150	7168	
	<b>Nuevo equilibrio, suelos de Manfredi (en masa de suelo igual a la del BN)</b>		
0-10	14747	2119	33
10-20	12541	800	62
20-30	10158	1159	78
30-40	7512	858	88
0-40	44957	3754	52

Se considera al suelo de BN la situación original y a los suelos de Manfredi como representativos de un nuevo equilibrio luego de un proceso degradativo. Esta degradación se manifiesta por la disminución de la cantidad absoluta del C.

### **Distribución vertical del COT**

Es conocido que labrar la tierra produce una homogeneización del contenido de COT con la profundidad, y la disminución en el primer horizonte debe atribuirse en parte a esa mezcla. Sin embargo puede observarse que existe una disminución del COT en todas las profundidades, en superficie es muy importante y a los 40 cm es ínfima

Se considera que la distribución vertical más homogénea en el caso de los suelos cultivados es también un síntoma de degradación. En la figura 8 se puede observar la distribución vertical del COT en las dos situaciones contrastantes.

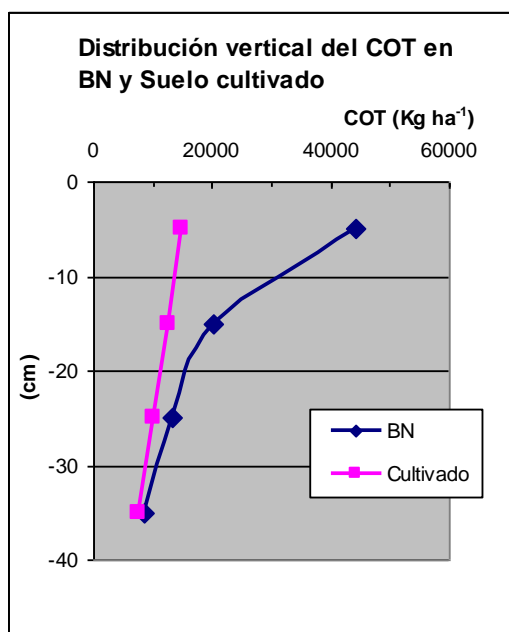


Figura 3. Distribución vertical del COT en BN y suelos cultivados por mucho tiempo.

### Emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en el paso de BN a cultivos

La diferencia entre el COT en BN y en los suelos de Manfredi es de 40.193 Kg/ha, (tabla.1). El espesor de suelo considerado 0-40 cm (en el BN), es el que tiene mayor contenido de COT, por lo que se considera que es una buena aproximación a la cantidad máxima de C perdido. Por otro lado se puede observar que en el estrato 30-40 cm todavía hay pérdidas (tabla 3.3), lo que induce a pensar que más abajo también habrá, aunque sean cada vez menores. Esta segunda consideración permite deducir que tenemos una buena aproximación a la mínima cantidad de C perdido.

El destino del C perdido es la atmósfera, en forma de CO<sub>2</sub>, producido por la respiración de los microorganismos o por combustión directa cuando se usa el fuego en alguna etapa del desmonte. Se considera que otras vías de pérdida son despreciables: la pequeña proporción de C soluble que pudiera migrar en profundidad, en su mayor parte quedaría a profundidades desde las cuales podría ser descompuesto como CO<sub>2</sub>. Esta suposición se basa en mediciones de la humedad del suelo llevadas a cabo sistemáticamente en la



región hasta 2,80 m de profundidad (Ateca et al, 2001) que demuestran que la mayor parte del movimiento del agua se produce en los primeros 100 cm.

De acuerdo a las consideraciones anteriores es posible afirmar que se han emitido no menos de 40.000 Kg de C desde el suelo de cada hectárea desmontada.

En los departamentos Colón, Santa María, Rio Primero, Rio Segundo, y Tercero Arriba hay 1.193.000 ha con suelos similares a los del ensayo (INTA y Agencia Córdoba, 2003). Es una zona con tradición agrícola y se estima que solo el 20% conserva el bosque nativo por lo que más de 900.000 ha están dedicadas a la agricultura y ganadería desde hace varias décadas, o sea corresponderían a las características de los suelos estudiados bajo un nuevo equilibrio. Por lo que se estima que se han emitido 36.000.000 de tn de C, en la forma de CO<sub>2</sub>. Lo que equivale al 0,24% del total mundial histórico, emitido desde suelos de pradera (IPCC, 1996).

## **Conclusiones**

El paso desde bosque nativo a cultivos produce una importante pérdida de COT del suelo, aproximadamente la mitad cuando se alcanza la nueva situación de equilibrio, implicando un importante aporte de CO<sub>2</sub> a la atmósfera e incrementando en efecto invernadero.

## **Bibliografía**

Apezteguia H.P. 2005. Dinámica de la materia orgánica de los suelos de la Region Semiárida Central de Córdoba (Argentina). Tesis Doctoral Universidad Nacional de Córdoba.148 pp.

Ateca, M.R, Sereno R. y H.P. Apezteguía.. 2001. "Zonificación de una superficie cultivada con soja según aspectos fenométricos y consumo de agua del suelo" Revista Brasileira de Agrometeorología. vol. 9 n. 1

Hevia G.G., D.E. Buschiazzo, E.N. Hepper, A.M. Urioste, E.L. Antón. 2003. Organic matter in size fractions of soils of the semiarid Argentina. Effects of climate, soil texture and management. Geoderma 116 (3-4): 265-277.

IPCC, International Panel on Climate Change

Post W.M., R.C. Izaurralde, L.K. Mann, N. Bliss. 2001. Monitoring and verifying changes of organic carbon pools. In Rosemberg N.J. and R.C. Izaurralde. Eds. Storing carbon in agricultural soils: a multi-purpose environmental strategy. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands. P 73-100.