

# El carbono que cuenta

Dra. Christine Jones

Fundadora Amazing Carbon

<http://www.amazingcarbon.com>

A no ser que ocurra una colisión cataclísmica de un asteroide o una erupción de un volcán de importantes efectos destructivos sobre la Tierra, la fina capa de roca erosionada a la cual llamamos suelo tendrá que alimentar 50% más de gente antes de que este planeta envejezca mucho más. Este problema no ha pasado desapercibido. Hombres y mujeres instruidos se han reunido, se han escrito libros y se han convocado conferencias. ¿De qué se ha hablado? ¿De cómo formar una nueva capa arable del suelo? No. De todo menos de eso.

El conocimiento colectivo que tiene la especie humana sobre casi cada materia desde partículas subatómicas hasta galaxias distantes es extraordinario, sin embargo sabemos muy poco sobre el suelo. ¿Es demasiado cotidiano, este mundo bajo nuestros pies? ¿Este elemento de la vida que nos sustenta?

La incapacidad para reconocer/ observar/ medir/ aprender como formar capa arable de suelo fértil rápidamente podría emerger como una de las grandes omisiones de la civilización moderna. Muchas de las evaluaciones y análisis de suelos no se realizan más allá de la capa de los 10 a 15 cm superiores y se limitan a evaluar el estado de un número pequeño de elementos, principalmente fósforo (P) y nitrógeno (N). Enfocarse demasiado en estos elementos ha enmascarado las innumerables interacciones microbianas que normalmente tienen lugar en el suelo, las cuales son necesarias para la captura de carbono, paso previo a la formación de capa arable de suelo fértil.



**Fig1.** En esta comparación, el material parental, pendiente, aspecto, lluvia y explotación agrícola son los mismos. Inicialmente, el nivel de carbono en el suelo en ambos potreros era el mismo.

**Izquierda:** perfil del suelo de 0 a 50 cm de un potrero en el que la cubierta ha sido activamente manejada (cultivada y pastoreada) para incrementar la actividad fotosintética.

**Derecha:** perfil del suelo de 0 a 50 cm de un potrero adyacente manejado de forma convencional (a 10m de la valla) cuyo ganado ha sido manejado con pastoreo continuo y tiene una larga historia de aplicación de fosfatos.

#### Notas:

1. Los niveles de carbono en los 0-10 cm superiores son muy similares. El carbono de esta superficie es resultado de la descomposición de materia orgánica (hojas, raíces, estiércol, etc.) que forma carbono lábil inestable de cadena corta.

2. El carbono por debajo de 30cm en el perfil de la izquierda ha sido fijado mediante la vía del carbono líquido y ha sido rápidamente incorporado a la fracción húmica (no lábil) del suelo. El carbono de cadena larga, no lábil es muy estable.

**Fotografía:** Christine Jones.

**Propiedad:** "Winona", operada por Colin y Nick Seis

## El manejo de la tierra y el carbono del suelo

El perfil del suelo de la derecha se formó bajo pastoreo convencional, cultivos intermitentes y manejo de fertilización estándar. El perfil del suelo de la izquierda muestra 50cm de suelo bien estructurado, fértil, con una capa arable rica en carbono que se ha formado como resultado de la activación de la “vía de captura” mediante el cultivo en pastos y prácticas de manejo de ganado diseñadas para maximizar la capacidad fotosintética. Hace 30 años que no se aplican superfosfatos en este potrero. En los últimos 10 años el suelo de la izquierda ha fijado 164 t/ha de CO<sub>2</sub> (44.7 tC/ha). La tasa de captura durante los dos últimos años (2008 – 2010) ha sido de 33 toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea por año (9 tC/ha/año).

A causa del aumento en los niveles de carbono en el suelo y del consecuente incremento en la fertilidad del suelo, el potrero de la izquierda puede mantener el doble de ganado que el potrero de la derecha.

Los niveles de nutrientes, minerales y oligoelementos tanto totales como disponibles para las plantas se han incrementado drásticamente en el suelo de la izquierda, gracias a la solubilización de la fracción mineral por parte de los microbios, activados por el incremento en los niveles de carbono líquido. En este círculo virtuoso, la captura de carbono aumenta la mineralización que, a su vez, incrementa la humificación.

Como resultado, la tasa de polimerización también se ha incrementado, provocando que el 78% del nuevo carbono fijado sea lábil. Las sustancias húmicas de cadena larga, con alto peso molecular y estables, formadas a través de la vía de captura de la asociación planta-microbio, no pueden “desaparecer en una sequía”. En efecto, el humus ahora presente en el perfil del potrero de la izquierda, se ha formado durante un periodo de 13 años en el que las precipitaciones han estado por debajo de la media de esta región, el este de Australia.

Una de las causas más importantes de la disfunción de suelos, como se ilustra en el perfil de suelo del potrero de la derecha en la figura 1, es la eliminación de la cobertura de plantas perennes para cultivar y/o una reducción de la capacidad fotosintética de los pastos debido a un manejo inadecuado del pastoreo. Durante la era posterior a la guerra, se han estado aplicando gran variedad fertilizantes químicos en los suelos en un intento de enmascarar la reducida funcionalidad de los suelos, pero este enfoque solo ha acelerado el proceso de pérdida de carbono en el suelo, particularmente en las partes profundas. La degradación de la estructura del suelo ha tenido efectos negativos y ha comprometido las funciones del paisaje, particularmente en relación al almacenamiento y movimiento del agua, pérdida de biodiversidad y una señalada reducción en los niveles de minerales en plantas y animales y un aumento en la incidencia de enfermedades metabólicas. Esto ya no servirá.

Australia no es el único país en el cual los subsuelos – y por consiguiente la función del paisaje – se han deteriorado como resultado de un manejo inadecuado del terreno y el uso de fertilizantes. En Nueva Zelanda, un país bendecido con vastas extensiones de capa arable fértil por naturaleza, hay pérdidas de carbono en las profundidades en pastos altamente fertilizados, debido a la inhibición de la vía de captura. Hasta la fecha, prácticas alternativas de manejo han sido rechazadas o ignoradas por el *establishment* científico en este país.

Es importante observar que las rápidas mejoras en la fertilidad del suelo y sus funciones registrados en el perfil del suelo del potrero de la izquierda en la Fig.1 dependen del incremento de la capacidad fotosintética que se da cuando se aplican técnicas de manejo de cultivos y pastoreo.

### **No es cualquier carbono - ni en cualquier lugar**

Los 0-10 cm de la superficie del suelo, generalmente contienen los niveles más altos de carbono lábil de cadenas cortas, que indican que se renueva rápidamente. Reconociendo la importancia de este carbono “activo” para la salud de la red trófica del suelo, no es en la superficie donde buscaríamos almacenar de forma segura el CO<sub>2</sub> atmosférico. Cuanto más profundo en el perfil del suelo se capture el carbono y cuanto más humificado esté, mejor.

Durante los últimos 10 años, la cantidad de carbono no lábil de cadena larga (i.e. la fracción húmica) en el potrero de la izquierda se ha duplicado en la capa de 10-20cm, triplicado entre 20 y 30cm y cuadruplicado entre 30 y 40cm de profundidad. En los próximos años, se espera que la captura más rápida de carbono estable en este perfil del suelo en particular tendrá lugar en la capa de 40 a 50cm de profundidad, y más tarde, en la capa de 50 a 60cm. Es decir, con el tiempo, la capa arable fértil rica en carbono se continuará formando hacia la profundidad del subsuelo.

El carbono capturado en profundidad alivia los problemas que puedan surgir en la capa arable, incrementa la productividad agrícola, mejora la función hidrológica y aumenta la densidad mineral en las plantas, animales y personas.

El Protocolo de Kyoto, el cual sólo se centra en el carbono capturado en la capa de 0 a 30cm, obvia la “captura significativa” en la porción de 30 a 60cm del perfil del suelo.

### **Formando una nueva capa arable**

La formación de capa arable fértil puede ser impresionantemente rápida una vez se dan las condiciones biológicas adecuadas y la vía de captura/ mineralización/ humificación se ha activado. Los bucles de retroalimentación positiva hacen que la vía del carbono líquido esté en movimiento continuo. Casi puedes ver como se está formando la nueva capa arable.

La energía del sol, capturada en la fotosíntesis y canalizada desde la parte sobre el nivel del suelo hasta la parte por debajo como carbono líquido a través de las raíces de las plantas, alimenta los microbios que solubilizan la fracción mineral del suelo. Una porción de los minerales recién liberados facilita la rápida humificación en capas profundas del suelo, mientras que los minerales restantes son retornados a las hojas, facilitando una elevada tasa de fotosíntesis y un aumento en los niveles de producción de carbono líquido, el cual puede ser canalizado hacia el suelo, facilitando la disolución de aún más minerales.

Los niveles de minerales extraíbles con ácido del perfil del suelo del potrero de la izquierda son mayores que en la parcela de la derecha en las siguientes proporciones, calcio 177%, magnesio 38%, potasio 46%, azufre 54%, fósforo 51%, zinc 86%, hierro 22%, cobre 102%, boro 56%, molibdeno 51%, cobalto 79% y selenio 17%.

Los niveles de nutrientes solubles en agua de las plantas se han incrementado en proporciones similares.

### **¿De dónde vienen los “nuevos” minerales?**

Los análisis estándar de suelos aportan muy poca información sobre el suelo en conjunto y los minerales potencialmente disponibles para las plantas. Muchos reportes de laboratorios enumeran los nutrientes “disponibles para las plantas” (es decir, nutrientes que no requieren intermediarios microbianos para acceder a las plantas) y, si hace falta, minerales extraíbles con ácido (engañosamente calificados como “totales”).

En relación al fósforo, por ejemplo, los niveles “disponibles para las plantas” normalmente son calculados usando los métodos Olsem Colwell, Bray 1, Bray 2, Mehlich 3 o Morgan P. Estos test aportan información sobre las reservas relativamente pequeñas de fósforo (P) inorgánico del suelo. Cuando se da una cifra referente al Fósforo Total, se refiere solamente a la cantidad de fósforo extraíble con ácido, no al fósforo “total” que realmente existe en el suelo.

Para determinar la composición de la fracción mineral insoluble, resistente a los ácidos, que puede suponer el 96-98% de la masa total del suelo, y que contiene muchos más minerales de los que se muestran en un análisis convencional, se utilizan técnicas como la fluorescencia con rayos X.

Otras técnicas, como la fluorescencia de rayos-X (XRF en inglés) son las encargadas de determinar la composición de la fracción mineral insoluble y resistente al ácido, la cual comprende el 96-98% de la masa del suelo y contiene muchos más minerales que los que los análisis de suelo estándares muestran.

De hecho, la capa superior de 1m del suelo contiene miles de toneladas de minerales por hectárea. Hay unos grupos funcionales específicos de microbios de suelo que tienen acceso a esa fracción mineral, mientras que otros son capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, siempre que reciban carbono líquido de las plantas.

Estos nuevos minerales a los que los microbios tienen acceso, particularmente hierro y aluminio, más el nitrógeno recientemente fijado (48% más de Nitrógeno Total en el perfil del suelo de la izquierda), facilitan la rápida humificación del carbono lábil. Sin embargo, no habrá el carbono líquido necesario para impulsar el proceso si se analizan altos niveles de fertilizantes de fósforo y nitrógeno que inhiben la formación de asociaciones entre la plantas y los microbios.

Los modelos “clásicos” de dinámica de carbono de suelos, basados en los datos recopilados de pastos manejados con pastoreo continuo y fertilizados convencionalmente y/o del suelo que se encuentra debajo de cultivos anuales fertilizados convencionalmente, donde la asociación planta-microbio es disfuncional, no incluyen la adquisición de nutrientes de la fracción mineral bruta ni de la fijación de nitrógeno asociativa. Por lo tanto, no consiguen explicar la rápida formación de capa arable en profundidad. El asunto es que el *establishment* científico se aferra a estos modelos obsoletos, infiriendo que los datos de la vida real son intrascendentes. Los análisis que se llevan a cabo fuera de la ciencia como institución generalmente son catalogados de “anecdóticos” y en la mayor parte ignorados.

## Haciendo del mundo un lugar mejor

Cuando los pastos, los diversos cultivos de cobertura y los cultivos sembrados en praderas se manejan de forma que utilizan los regalos gratuitos de la naturaleza –luz solar, aire y microbios del suelo- para rápidamente formar nueva capa arable fértil y rica en carbono, el proceso es inmensamente beneficioso, no solo para el agricultor y ganadero, sino también para comunidades rurales en todo el planeta.

El propietario Colin Seis no tiene ninguna intención de volver a las prácticas de manejo anteriores, pues ahora puede criar el doble de vacas que antes por una fracción del costo anterior. Sin embargo, si el manejo de la tierra cambiara por alguna razón inesperada, los altos niveles de humus (carbono no lábil) presentes ahora en su suelo, se mantendrían por un tiempo considerablemente más largo que la vida media del carbono en los árboles.

Además de reducir los niveles de dióxido de carbono atmosférico, la activación de la vía de captura de carbono en el suelo da lugar a la liberación de nutrientes de la fracción de minerales teóricamente insolubles, que comprende la mayor proporción con diferencia (96-98%) de la masa del suelo. Este incremento en la disponibilidad de minerales mejora la salud de los pastos, cultivos, el ganado y la gente que consume los productos agrícolas. Todo el mundo se beneficia cuando los alimentos son más nutritivos.

La disponibilidad mineral la determina la tasa de flujo de carbono desde las plantas más que el carbono almacenado en el suelo. La “clave” para el manejo de los minerales es un manejo adecuado de la cobertura vegetal. Cuando la vía de captura planta-suelo se ha activado, es posible alimentar a más gente con menos tierras.

## Pasar a la acción en el asunto del carbono del suelo

Los que insisten en mantener que el carbono del suelo tiene un “costo” y/o desaparece en situación de sequía y/o requiere aplicaciones de caros fertilizantes y/o va en detrimento de la producción – harían mejor en “explicarse, por favor”. La realidad en una finca agrícola es que cuando se ha activado la vía de captura de carbono no lábil, lo contrario es cierto.

¿Hasta cuándo la comunidad agrícola deberá sufrir los mitos, confusiones y modelos engañosos presentados por la gente actualmente encargada de resolver el problema del declive del carbono del suelo, su menguante fertilidad y pérdida de funciones del suelo?

¿Van los políticos a mostrar cierta iniciativa, buscar la verdad y actuar al respecto?

### **Resumen de datos de la Finca “Winona”**

**2000-2010:** 164 toneladas CO<sub>2</sub> fijadas por hectárea (44,7 tC/ha)

**2008-2010:** Tasa de captura 33 toneladas CO<sub>2</sub> por hectárea por año (9 tC/ha/año)

**Permanencia:** 78% del carbono fijado recientemente está en la fracción no lábil (húmica) del suelo – y esto hace que sea muy estable.

**Localización:** Los mayores incrementos en carbono del suelo se han producido en la profundidad, superando restricciones del subsuelo. El carbono del suelo no lábil se ha duplicado en la capa de 10-20cm, triplicado en la de 20-30cm y cuadruplicado de 30-40cm.

**Nitrógeno:** 2t/ha extra (incremento del 48%) en el N Total, que no sería posible si

las bacterias asociativas fijadoras de N no tuvieran el apoyo de la vía del carbono líquido.

**Minerales:** Se han producido los siguientes incrementos en minerales del suelo- calcio 177%, magnesio 38%, potasio 46%, azufre 57%, fósforo 53%, zinc 86%, hierro 22%, cobre 102%, boro 56%, molibdeno 51%, cobalto 79% y selenio 17%

**Beneficios económicos:** Con un precio de 20\$ por tonelada y asumiendo el pago por el carbono no lábil (estable) únicamente, el valor de fijar 33 tCO<sub>2</sub>/ha/año sería de 660\$ x 78% = 516\$ /ha/año.

Poner precio al carbono no lábil del suelo supondría un incentivo a los agricultores progresistas para restaurar nuestros preciosos suelos agrícolas.