

7.2. Intercambios de CO₂ y vapor de agua a escala de ecosistema

Sánchez-Cañete, E. P.¹; Serrano-Ortiz, P.¹; Oyonarte, C.²; Domingo, F.³ y Kowalski, A.S.¹

¹ Instituto Interuniversitario de Investigación del Sistema Tierra en Andalucía, Universidad de Granada ² Universidad de Almería ³ Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Resumen

La monitorización de los intercambios de CO₂ y vapor de agua contribuye a comprender el funcionamiento del ecosistema a distintas escalas temporales. Los resultados obtenidos en un gradiente altitudinal/bioclimático muestran la relevancia de los factores bioclimáticos en el balance de ambos, y señalan la utilidad del seguimiento a largo plazo de los intercambios de CO₂ y vapor de agua como indicador del funcionamiento de los ecosistemas. En concreto, este estudio proporciona información sobre cómo los ecosistemas mediterráneos responderían al cambio climático. Por otro lado, se aporta información relevante que permite optimizar la actuación antropogénica tras un incendio para favorecer la regeneración del ecosistema.

> Objetivos y metodología

Los intercambios de CO₂ proporcionan información del ecosistema sobre su comportamiento como fuente o sumidero de CO₂, permitiendo discriminar distintos periodos fenológicos. En la época de crecimiento, el ecosistema asimila más CO₂ del que emite, debido principalmente al mayor desarrollo vegetativo. Sin embargo, hay otros periodos en los que predominan las emisiones de CO₂, debido fundamentalmente a la senescencia de la vegetación junto con un aumento de los procesos de degradación de la materia orgánica y un menor contenido de agua en el suelo, favoreciendo la ventilación del CO₂ acumulado en sus poros [6,7].

Las variaciones en los periodos de asimilación y emisión de CO₂ que se observan en los distintos

ecosistemas, están influenciados por factores bióticos, como la vegetación y microorganismos; abióticos, como temperatura y contenido de agua en el suelo fundamentalmente; y antropogénicos, destacando las perturbaciones originadas por los incendios. Por tanto, ecosistemas situados en diferentes pisos bioclimáticos, con unas condiciones determinadas de tipo de vegetación, suelo, temperatura media y precipitación, se comportarán de manera diferente mostrando distintos periodos de fijación y emisión.

En este trabajo, el objetivo es cuantificar y caracterizar el intercambio de CO₂ y vapor de agua en los ecosistemas mediterráneos. Para ello se estudian ecosistemas en un gradiente

altitudinal con condiciones bioclimáticas (precipitación y temperatura) diferenciadas (Figura 1). Igualmente, para estudiar el efecto de los tratamientos post-incendio, se analizan los intercambios de CO₂ y evapotranspiración en dos parcelas de un ecosistema incendiado, una de ellas sometida a procesos de extracción de la madera quemada y otra de ellas no intervenida. Estos estudios se realizaron utilizando torres *Eddy Covariance* capaces de registrar la asimilación o emisión de CO₂ por el ecosistema y su evapotranspiración [8].

> Resultados

Balance de carbono en diferentes condiciones bioclimáticas.

Los resultados obtenidos en los tres ecosistemas de estudio para el año hidrológico 2007/2008 nos muestran un incremento del periodo de asimilación con la altitud (Figura 2), que lleva asociado un incremento neto de

asimilación de carbono (Figura 3). El ecosistema más árido, piso termomediterráneo situado en el Parque Natural Cabo Gata-Níjar, se comportó como una fuente de CO₂ emitiendo más CO₂ por respiración y ventilación del suelo que el fijado anualmente por las plantas. A medida que aumenta la precipitación, y a pesar del descenso de temperatura, el balance cambia.

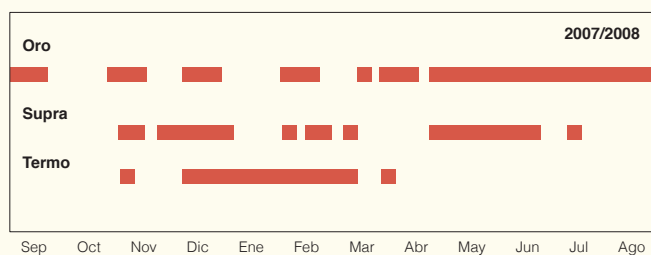
El ecosistema del piso supramediterráneo situado en la Sierra de Gádor se comporta prácticamente de forma neutra, emitiendo un poco más de lo fijado, mientras que el ecosistema del piso oromediterráneo situado en el Parque Nacional de Sierra Nevada se comportó como un sumidero de CO₂.

Figura 1



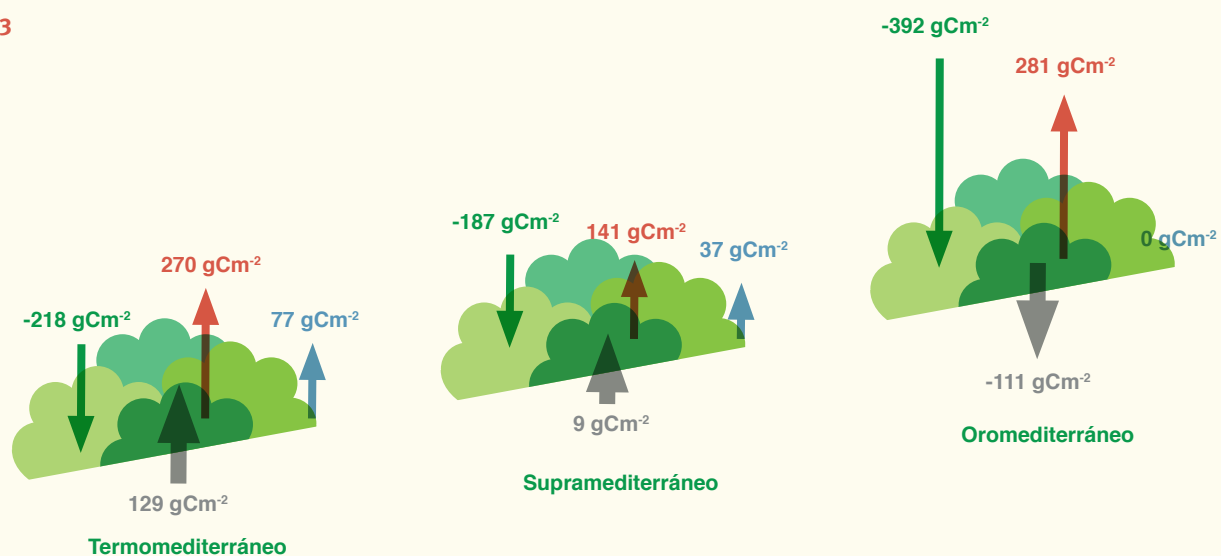
Imágenes de los tres sitios de estudio considerados en este trabajo. De izquierda a derecha: Piso termomediterráneo (Parque Natural Cabo de Gata-Níjar). Piso supramediterráneo (Sierra de Gádor). Piso oromediterráneo (Parque Nacional de Sierra Nevada).

Figura 2



Periodos de asimilación de tres ecosistemas de matorral mediterráneo ubicados en los pisos bioclimáticos termo- supra- y oromediterráneo. Estos periodos de asimilación se definieron como semanas con un balance neto de asimilación de carbono.

Figura 3



Carbono asimilado por fotosíntesis (flecha verde), emitido por respiración (flecha roja) o por procesos de ventilación del suelo (flecha azul) e intercambio neto total (flecha gris) en el año hidrológico 2007/2008 por tres ecosistemas de matorral mediterráneo ubicados en los pisos bioclimáticos termo- supra- y oromediterráneo. El signo negativo del intercambio neto total denota fijación de carbono por el ecosistema.

Efecto de los tratamientos post-incendio en el balance de carbono

Los distintos manejos de la madera quemada tras un incendio repercuten de manera directa en los balances de CO₂ y agua en el ecosistema. En la zona afectada por el incendio de 2005

en la Loma de Lanjarón, dentro del Parque Nacional de Sierra Nevada, se establecieron dos parcelas con distinto manejo de la madera quemada. Una llamada “No intervención”, donde no se actuó tras el incendio y los árboles quemados permanecieron en pie, y otra llamada “Extracción” donde se retiraron los troncos y

se astillaron las ramas. Tres años después del incendio, “Extracción” se comportó como una fuente de CO₂ mientras que “No intervención” actuó como un sumidero registrándose en ésta una mayor tasa de evapotranspiración debido a una mayor regeneración vegetal (Figura 4).

> Discusión y conclusiones

Los ecosistemas mediterráneos muestran una gran variabilidad en el intercambio neto anual de carbono, comportándose como fuentes de aproximadamente 120 gCm⁻² (termomediterráneo) hasta sumideros de igual magnitud (oromediterráneo). El ecosistema ubicado en el piso termomediterráneo muestra una continua estación de crecimiento durante el invierno, cuando la disponibilidad de agua y las temperaturas permiten una asimilación neta de carbono. Durante el resto del año, ante la falta de agua y las altas temperaturas, se activan los mecanismos adaptativos de las plantas como el cierre estomático provocando una disminución de la asimilación, no recuperándose la fotosíntesis durante los esporádicos eventos de precipitación, como sí ocurre en otros ecosistemas. En el ecosistema supramediterráneo, un incremento en la precipitación y descenso de temperaturas, se traduce en periodos discontinuos de crecimiento que se extienden a casi todo el año, salvo los meses de verano más cálidos y secos y parte de los meses más fríos. En el ecosistema oromediterráneo la asimilación ocurre durante casi todo el año salvo algunos meses en los que el suelo se encuentra cubierto por nieve. Este aumento de los periodos de crecimiento y asimilación neta de carbono con la altitud, podría estar relacionado con un comportamiento distinto de los procesos de fotosíntesis y respiración frente a la temperatura. Aunque un descenso de la temperatura causa una pérdida en la eficiencia fotosintética, éste limita aún más los procesos de respiración del suelo y por lo tanto, incluso en periodos más fríos, con baja actividad biológica, la asimilación de carbono predomina [9].

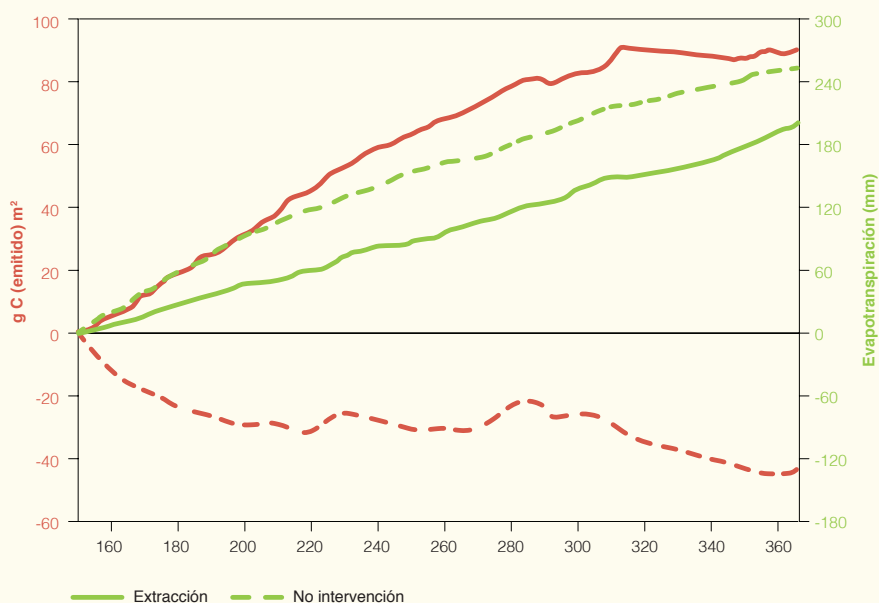
Finalmente, en cuanto a los tratamientos post-incendio, seis principales argumentos podrían justificar la asimilación neta de carbono en la

parcela incendiada no intervenida frente a la emisión neta de carbono en la parcela “Extracción” tres años después del incendio [10]:

- 1) Mejora de la fertilidad del suelo. La madera quemada de los árboles y restos leñosos representan una enorme reserva de nutrientes que si se deja *in situ* se incorporará progresivamente al suelo.
- 2) Mejora de las condiciones microclimáticas. El efecto de los árboles quemados y las ramas modifican la micrometeorología facilitando la regeneración de las plantas.

- 3) La retirada de madera afecta negativamente a la regeneración. La saca de madera produce un daño en el banco de semillas y brotes reduciendo con ello la densidad de plantas.
- 4) Reducción de la herbivoría por presencia de ramas y troncos.
- 5) Reducción de la erosión, minimizando la escorrentía.
- 6) Atracción de semillas dispersadas por aves.

Figura 4



Gráfica acumulada de la cantidad de carbono emitido a la atmósfera (gCm⁻²) y evapotranspiración (mm) en los tratamientos post-incendio de “No intervención” y “Extracción” desde junio hasta Diciembre de 2009.