

PROGRAMA EFECTOS DE LOS CONTAMINANTES:

Ciclo de carbono a nivel de ecosistema. Flujos de CO₂ y H₂O en ecosistemas mediterráneos y los ecosistemas como sumideros de carbono

Estudio de la dinámica del balance de carbono en ecosistemas mediterráneos en base a la observación sistemática de los intercambios (flujos) de CO₂ y H₂O mediante métodos micro-meteorológicos (eddy covariance).

Se estudian particularmente las interacciones entre ciclo de carbono y ciclo del agua, con el fin de conocer la sensibilidad y la vulnerabilidad del balance de carbono, y por lo tanto de la productividad, de los ecosistemas mediterráneos al cambio climático, en particular a los cambios en las temperaturas y en el régimen y cuantía de las precipitaciones.



Estaciones de medidas de flujos de CO₂ y H₂O operadas por la Fundación CEAM. (<http://ceamflux.com>)

Observación sistemática de flujos de carbono y vapor de agua

Una actividad central del grupo en 2014 consistió a seguir operando en continuo las cuatros estaciones de medida en continuo de flujos de CO₂ y H₂O a nivel de ecosistemas. Dichas estaciones se encuentran ubicadas en zonas representativas de distintos tipos de ecosistemas mediterráneos: un matorral (Cortes de Pallas, Valencia), un arrozal (Sueca, Valencia), una dehesa de encinas (Majadas del Tietar, Cáceres) y un pastizal de alta montaña (Vall d'Alinya, Lleida).

Todas estas estaciones se operan siguiendo los estándares de las redes de internacionales de flujos (FLUXNET, CARBOEUROPE) y contribuyen a la base de datos europea de torres de flujos (<http://gaia.agraria.unitus.it>), los acrónimos de las estaciones siendo ES-CPa, ES-ES2, ES-LMa, ES-VDA.

El proyecto CARBOREDII, coordinado por el CEAM, pretende consolidar y mejorar una red de monitorización de flujos por eddy covariance con el fin de responder a la pregunta genérica siguiente: “¿Cuál es la magnitud y variación del balance de carbono en ecosistemas mediterráneos diversos, y cómo se ve afectada por factores climáticos y procesos locales como las emisiones abióticas y el fuego?”

Proyectos relacionados

- *CARBOREDII (CGL2010-22193-C04-01). Red de Monitorización de los Flujos de Carbono en Ecosistemas Mediterráneos Españoles- Cuantificación y Estudio de los Procesos. 2011 - 2013. Plan Nacional de I+D+i. Ministerio de Ciencia e Innovación. Este proyecto se ha prorrogado durante el primer semestre de 2014.*

Integración en redes internacionales

De especial importancia es la integración de la infraestructura de las torres de flujos en redes europeas y mundiales de torres de flujos. Eso permite (1) que las medidas se toman con metodologías y protocolos de referencia, se procesan de forma estandarizada y se integran en bases de datos internacionales para su optima difusión y uso, (2) permitir a las estaciones del CEAM mantenerse a un nivel puntero en termino de desarrollo tecnológico e integrar nuevas metodologías para la observación sistemática, en particular medidas ópticas que permiten sinergias con el campo de la teledetección. En este aspecto, el CEAM ha desarrollado en 2014 las siguientes actividades:

- El CEAM ha seguido contribuyendo a la implementación de la infraestructura pan-europea integrada de observación sistemática ICOS (*Integrated Carbon Observing System*, www.icos-infrastructure.eu) que está en la hoja de ruta ESFRI (“*European*

Strategy For Research Infrastructures”) y clasificada de “alta prioridad” por España por parte del MICIIN en 2010, a través de su participación al proyecto “ICOS-INWIRE” “*ICOS improved sensors, network and interoperability for GMES*” (FP7, GA-313169, www.icos-inwire.lsce.ipsl.fr/), cuyo objetivo estratégico es aumentar las capacidades de la red ICOS, armonizando las medidas de GEIs, las metodologías de proceso de datos, y su interoperabilidad, con el fin de satisfacer los requisitos de los usuarios operacionales del proyecto “*Global Monitoring for Environment and Security*” (GMES), una iniciativa conjunta de la Agencia Espacial Europea y de la Unión Europea, para dotar a Europa de una capacidad operacional y autónoma de observación de la Tierra. En 2014, el CEAM contribuyó utilizando la estación de flujo de Majadas del Tietar como estación piloto para nuevas herramientas de proceso y de control de calidad de datos en tiempo real, y como estación de test para un nuevo sistema autónomo de medidas de flujo desarrollado por la universidad de Ámsterdam (VUA), que ha sido operado en paralelo con la estación de flujos del CEAM entre mayo y septiembre de 2014.



Estación experimental de Majadas del Tietar (Cáceres). Instrumentación autónoma de la Universidad de Amsterdam (VUA) para medidas de precipitación, de temperatura y humedad del suelo y flujo de calor en el suelo, alimentada por sistema solar y controlado por radio (izquierda). Sistema de medidas de flujos de carbono y vapor de agua por “Eddy covariance” de la VUA funcionando en paralelo con un sistema de referencia operado por el CEAM a 15m de altura.

Además, el grupo participó en el proyecto del plan nacional FLUXPEC, coordinado por el CCHS-CSIC. Los objetivos principales son la integración efectiva de medidas hiper-espectrales, térmicas, de LIDAR y de eddy covariance para el monitoreo de flujos de vapor de agua y de carbono a distintas escalas temporales y espaciales. Se investigan las relaciones entre información espectral, parámetros biofísicos y flujos de carbono utilizando modelos empíricos y modelos basados en procesos físicos. Este proyecto pretende integrar sus actividades en las redes internacionales que enlazan medidas espectrales y de flujos a nivel de ecosistemas, con medidas de teledetección (aeroportadas o por satélites), como SpecNet y Eurospec (acción COST ES0903).



Estación experimental de Majadas del Tietar (Cáceres). Instrumentación para medidas de radiación y de flujos de carbono y vapor de agua.

Proyectos relacionados

- *ICOS-INWIRE (GA nº 313169, FP7: THEME SPA.2012.1.3-01). "ICOS improved sensors, network and interoperability for GMES". 2013-2105. Proyecto financiado por la Comisión Europea.*
- *FLUXPEC "Monitoring changes in water and carbon flux from remote and proximal sensing in a Mediterranean "dehesa" ecosystem. 2013-2015. proyecto financiado por el MINECO (Plan nacional de I+D)*

Monitoreo de flujos de carbono y vapor de agua en ecosistemas adehesados

Una actividad muy importante en 2014 consistió en el inicio de una colaboración con el grupo de investigación "*Biosphere-Atmosphere Interactions and Experimentation*" del Max Plank Institute for Biogeochemistry (MPI-BGC).

Este proyecto genéricamente titulado "*Monitoring Carbon and Water fluxes in Dehesa Ecosystems*" tiene como objetivo principal el estudio del efecto de la disponibilidad de nutrientes (Nitrógeno y Fosforo) sobre la productividad y el balance de carbono de los ecosistemas adehesados, así como el estudio de las contribuciones y las interacciones entre la capa arbórea y la capa herbácea en termino de flujos de carbono y de agua, y su vulnerabilidad al cambio climático.

Durante 2014 se inició la primera fase del proyecto que consistió en la implementación de 2 nuevas estaciones de medidas de flujos por "*eddy covariance*" (torres de flujos) en la misma zona (Dehesa Boyal de Majadas del Tietar) donde se ubica la torre de flujos operada por el CEAM desde 2003. Las 2 nuevas torres se han construido a una distancia de aproximadamente 800m al norte y al sur de la torre histórica, para que las zonas de influencia ("*footprint*") de las distintas torres no se solapen.



Estación experimental de Majadas del Tietar (Cáceres). Nuevas torres de flujos de carbono y vapor de agua implementadas en Marzo de 2014 en la dehesa boyal de Majadas del Tietar. Torre "Sur" (izquierda) y Torre "Norte" (derecha).

Estas 2 nuevas torres se operaran durante un año (hasta marzo 2015) en paralelo para verificar que los flujos medidos en las 3 zonas de influencia ("footprint") son similares. En el invierno 2015 se procederá a la fertilización de los "footprints" de las 2 nuevas torres sobre una extensión de 18 ha. Una torre se fertilizara con nitrógeno y la otra con fósforo + nitrógeno. Entonces está previsto un seguimiento de la respuesta del ecosistema gracias a las 3 torres de flujos sobre un periodo de 4 años (2015-2018)

Además, se instaló en Junio de 2014 otra estación de medidas de flujos por "eddy covariance" a una altura de 1.8 m en la zona de la torre principal para poder separar la contribución de la capa herbácea a los flujos de CO₂ y H₂O del ecosistema. Esta estación se mantendrá hasta septiembre 2015 para cubrir un ciclo anual hidrológico completo en la dehesa (de verano a verano).

Proyectos relacionados

- "Monitoring Carbon and Water fluxes in Dehesa Ecosystems" (MANIP + SMANIE) 2014-2018. Proyecto financiado por el Max Planck Institute for Biogeochemistry.

Calidad del aire en ecosistemas naturales y sistemas agropecuarios y evaluación de los efectos de los contaminantes atmosféricos sobre la vegetación

Investigación sobre los efectos de los contaminantes atmosféricos sobre la vegetación

Esta línea tiene como objetivo la evaluación de los impactos de los contaminantes atmosféricos en importantes en los ecosistemas naturales (en especial bosques) y cultivos de la Comunidad Valenciana y nacionales, dentro de un marco de iniciativas a nivel Europeo. El contaminante más relevante y sobre el que se centran la mayoría de los estudios es el ozono. Las principales actividades dentro de esta línea son las siguientes:

- Estudio de los niveles de contaminantes y sus impactos en bosques. El Dr. Vicent Calatayud, es co-Chairman del Expert Panel on Ambient Air Quality del UN/ECE International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests (ICP Forests). En el año 2014 se han continuado con la evaluación de los resultados de este programa a nivel europeo.
- Estudio de los impactos del ozono en las plantas en condiciones controladas. La Fundación CEAM dispone de unas instalaciones punteras (Cámaras de Techo Descubierta, en inglés Open Top Chambers, OTCs) en las que las plantas pueden ser sometidas a concentraciones elevadas de ozono y así estudiar los efectos de este contaminante, que entre otros efectos altera fotosíntesis y reduce la biomasa y productividad de las plantas. Los resultados son relevantes a la hora de establecer los niveles críticos de protección a la vegetación en el marco de la UN/ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) y para el desarrollo modelos que evalúen los riesgos (risk assessment) de los contaminantes para la vegetación a nivel europeo. En estos experimentos se incluyen también otros factores que interaccionan con el ozono como son el aporte de N y la disponibilidad de agua. El estudio de los efectos del ozono sobre cultivos, a veces utilizando plantas bioindicadoras, se ajustan a los objetivos y metodologías establecidas por el UN/ECE International Cooperative Programme on Effects of Air Pollution on Natural Vegetation and Crops (ICP Vegetation), programa con el que también se colabora. En el año 2014 se han publicados los resultados de un estudio en el que se proponen los niveles críticos de ozono para la protección de los cultivos mediterráneos. También se ha realizado un estudio en las OTCs sobre los efectos del ozono en cultivos de hoja (espinacas, lechugas y acelgas) en interacción con diferentes niveles de fertilización con nitrógeno, en el marco de un

subcontrato con el CIEMAT, con la finalidad de establecer los niveles críticos para este tipo de cultivos tanto en base a exposición como a flujos de ozono.

- En 2014, el Dr. Vicent Calatayud ha realizado una estancia en el Research Center for Eco-Environmental Sciences (Pekín, China), gracias a una beca para investigadores de la Academia de Ciencias China (The Chinese Academy of Sciences Visiting Professorship for Senior International Scientists) y al proyecto Europeo AMIS. En 2014 se han publicado los resultados de un estudio que demuestra que los impactos del ozono en Pekín se presentan en 28 especies diferentes y que están ampliamente distribuidos. Por otra parte, se han llevado a cabo estudios sobre la sensibilidad al ozono de diversas especies leñosas con diferentes tipos de hojas para averiguar los mecanismos de respuesta de diferentes tipos de plantas a estos contaminantes. También se ha colaborado en experimentos para estudiar los impactos del ozono sobre diferentes variedades de judías y chopos.
- También en 2014 se publicaron los resultados sobre los impactos de la deposición atmosférica de nitrógeno en la diversidad de los líquenes epífitos en los bosques de Europa. Se propuso una carga crítica para la protección de los bosques (Giordani et al. 2014. Forest Ecology and Management 311, 29–40).

Proyectos relacionados

- *DESESTRES-PROMETEO. 2014-2017. Desarrollo de estrategias de respuesta al cambio global en condiciones mediterráneas - DESESTRES Vulnerabilidad de la Cuenca Mediterránea al Cambio Global. Estrategias de respuesta: Adaptación, Mitigación y Restauración (FEEDBACKS). Proyecto financiado por la Generalitat Valenciana.*
- *Subcontrato con el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas – CIEMAT dentro del proyecto NEREA. Desarrollo experimental en la instalación de Cámaras de Techo Descubierta (Open Top Chambers) del CEAM.*
- *Fate and Impact Atmospheric Pollutants (AMIS). 2012-2015. Marie Curie Actions, Internacional Research Staff Exchange Scheme.*

Estudios aplicados sobre medidas de los niveles de contaminantes atmosféricos y sus efectos

La parte de transferencia tecnológica de la línea comprende diversas actividades orientadas al mercado. Para medir los contaminantes se utiliza principalmente la técnica de dosimetría pasiva; estos dosímetros han sido desarrollados por la Fundación CEAM. Los resultados obtenidos permiten estudiar patrones temporales y espaciales,

identificar zonas de riesgo y evaluar si hay excedencias de los niveles y cargas críticas establecidas para la protección de la vegetación, contribuyendo también a la validación de modelos.

En 2014, esta línea de trabajo se concreta en las siguientes actividades:

- Seguimiento mensual de los niveles de O₃, SO₂, NH₃ y NO₂ en 14 parcelas de la Red Europea de Seguimiento de Bosques (Nivel II).
- Estudio de las emisiones de NH₃ procedentes de purines sometidos a diferentes tratamientos.
- Medidas de concentraciones de ozono y los impactos sobre la vegetación en la ciudad de Teruel y su periferia.
- Suministro de dosímetros para la empresa Novotec

Proyectos relacionados

- *TECMENA_NIVEL II (2014 - 2017): Seguimiento de la Red de Nivel II en el nuevo esquema: trabajos de laboratorio - deposición y solución del suelo y suministro y analítica de dosímetros pasivos de contaminantes.*
- *TRAGSATEC-MTD (2014-2015): Trabajos de ejecución de la encomienda para la caracterización medioambiental de la ganadería española, a nivel de consultoría externa especialista para la realización de ensayos de evaluación de mejoras técnicas disponibles*
- *Ayuntamiento de Teruel (2013-2015). Control de la respuesta de la vegetación ante la contaminación por ozono en el ámbito del proyecto LIFE 11 ENV/ES/515. LIFE-ARCILLAS OZONO*
- *Novotec (2014). Suministro de dosímetros a Novotec Consultores, S.A.*

Reuniones de coordinación

- Combined meeting of the Expert Panels Ambient Air Quality, Biodiversity and Ground Vegetation, Crown Condition and Damage Causes, Forest Growth, and Meteorology and Phenology. Eberswalde, Alemania. 3-6 Marzo 2014
- International Conference on Ozone and Plants. Pekín, China. 18-21 Mayo 2014.
- 2nd ICP Forests Science Conference. Atenas, Grecia. 26-28 Mayo 2014.
- Jornadas sobre Calidad del Aire en Espacios Naturales. Zaragoza, España. 26-27 Junio 2014.