

Contrato de Administración sobre el Área Natural Protegida de la Reserva Nacional Tambopata y del Parque Nacional Bahuaja Sonene en el departamento de Madre de Dios

Torre AndesFlux PE-TNR

Torre de medición de flujo de gases de efecto invernadero en la Reserva Nacional Tambopata

“Conociendo y conservando nuestra biodiversidad”



AmeriFlux, red de torres que mide la evapotranspiración con el fin de afinar el balance hídrico y conocer los flujos de carbono a corto y largo plazo entre los ecosistemas terrestres y la atmósfera en las Américas, forma parte de FluxNet, una congregación de redes regionales de América, Europa, Asia, África y Australia. Por su parte, AndesFlux corresponde a la red de torres operada por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), a nivel nacional, que estudia los impactos ecohidrológicos sobre la Amazonía occidental.

La Torre de Flujos PE-TNR está ubicada en la Reserva Nacional de Tambopata y forma parte de AndesFlux, una red amazónica occidental de torres equipadas con sistemas eddy covariance (covarianza de flujos turbulentos), que cuentan con instrumentación conformada principalmente por analizadores de gases y anemómetro tridimensional de ultrasonido, que se complementa con sensores meteorológicos de temperatura, humedad, precipitación, radiación, etc. Todo este sistema es alimentado por energía fotovoltaica, provee datos en tiempo real y permite monitorear e investigar el intercambio de gases de efecto invernadero (carbono, agua y metano) entre el bosque y la atmósfera, así como el balance energético proveniente del sol y captado por el bosque para el proceso fotosintético.

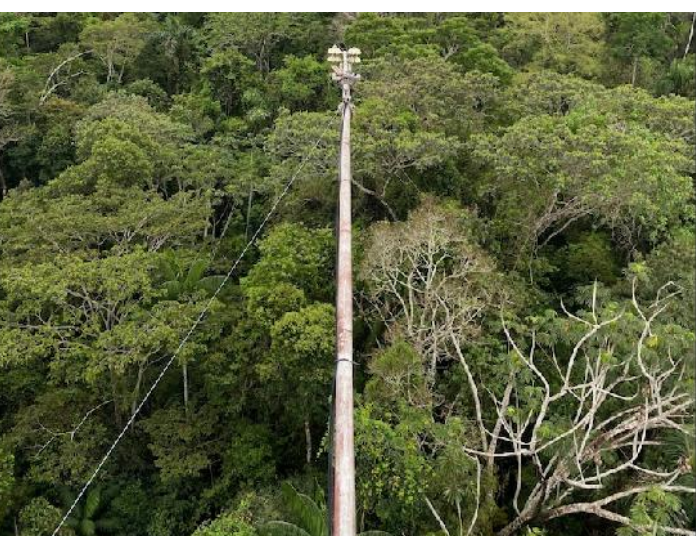
Los bosques tropicales: sumideros de carbono y reguladores de agua

Los bosques tropicales constituyen uno de los almacenes y sumideros de carbono más importantes de la biomasa terrestre debido a su capacidad para capturar carbono atmosférico (CO₂). Gracias a este proceso, los bosques cumplen un papel importante en el balance de ciclo de carbono y en la mitigación de los efectos del cambio climático. Además, son importantes en el ciclo hidrológico, ya que el agua interceptada por la vegetación se evapora y forma corrientes de aire cargadas de humedad, lo que ayuda a gobernar los patrones de viento y lluvia.

┌ Evaluando el carbono en bosques: ¿parcelas, torres, satélites?

Los bosques amazónicos occidentales presentan patrones climáticos, bióticos complejos y particulares debido a su cercanía a los Andes, condicionando su respuesta ante el cambio climático y la deforestación. Existen varios métodos para evaluar el flujo y balance de carbono entre el bosque y la atmósfera y ver su contribución como agente mitigador del efecto invernadero:

1. Métodos alométricos que consisten en realizar evaluaciones de la biomasa in situ en un área determinada (1ha).
2. Método de covarianza de flujos. Evaluación de flujos de carbono, metano y agua entre el bosque y la atmósfera mediante la información colectada por las torres de flujo.
3. Sensoramiento remoto. Evaluación que se realiza mediante drones, avionetas o satélites implementados con tecnología LIDAR u otras.



Metodología:

El método de eddy covariance es una técnica basada en mediciones atmosféricas de flujos verticales de aire, que permiten calcular las emisiones y consumo de gases entre el bosque y la atmósfera. Adicionalmente, estima el intercambio de carbono y otros gases de efecto invernadero, así como el balance energético de los ecosistemas terrestres y acuáticos.

En sus inicios, hace 40 años, este método fue utilizado en el campo de la micrometeorología. Hoy en día tiene múltiples aplicaciones incluida la agricultura y la investigación científica.

Para el estudio de los balances de carbono, agua y energía en los bosques tropicales occidentales, se han implementado torres de medición de flujos que cuentan con sensores que trabajan con alta y baja frecuencia. Los sensores de alta frecuencia generan 10 mediciones por segundo y están conformados por los analizadores de gases CO_2 , CH_4 y H_2O , y el anemómetro tridimensional de ultrasonido. Por su parte, los de baja frecuencia generan una medición por minuto y comprenden sensores meteorológicos como temperatura, humedad, precipitación, radiación de onda larga y corta, radiación fotosintéticamente activa, temperatura de suelo, etc.

Los datos generados por las torres son, posteriormente, procesados mediante el uso de softwares especializados, los cuales permiten el cálculo de variables importantes como el flujo neto de carbono, agua, energía, productividad primaria bruta, eficiencia hídrica, etc.

La Torre PE-TNR fue la primera infraestructura metálica instrumentada con fines de investigación del Perú (2015) y posee 54 metros de altura. Además, es la tercera en Sudamérica que realiza mediciones calibradas de CO_2 atmosférico como parte del proyecto OCO-2 (observatorio orbital de carbono) de la NASA.

Esta torre es resultado del trabajo colaborativo entre la Alianza Escocesa para la Geociencia, Medio Ambiente y Sociedad - SAGES (por sus siglas en inglés), la Universidad de Edimburgo, la ONG AIDER, la empresa Peruvian Safaris, el Servicio Nacional de Áreas Protegidas por el Estado (SERNANP) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP).

A nivel nacional, AndexFlux tiene cuatro torres, operadas por la PUCP, ubicadas en:

- PE-BRE, en la concesión para la conservación BREO (San Martín).
- PE-PAN, en la Estación Biológica y del Área de Conservación Privada Panguana (Huánuco).
- PE-AMG, en La Estación Biológica Los Amigos (Madre de Dios).
- PE-TNR, en la Reserva Nacional de Tambopata (Madre de Dios), que opera desde el 2015, y se ubica al lado oeste de la Amazonía, cercana a los Andes.



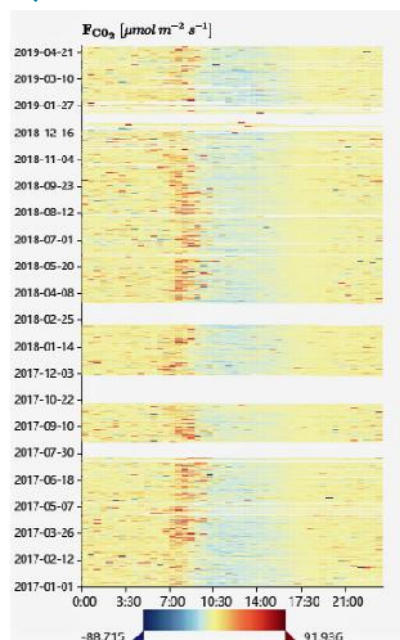
Resultados y conclusiones:

La Torre PE-TNR permite ver los flujos de CO_2 y H_2O a escala fina de tiempo. En ambas gráficas representadas en escala cromática de intensidades, se puede observar que el color azul corresponde a valores bajos o negativos; mientras que el color rojo, valores altos o positivos. En términos de flujos, los valores negativos indican que el bosque se comporta como un sumidero de carbono. Por su parte, los valores positivos precisan la emisión de gases:

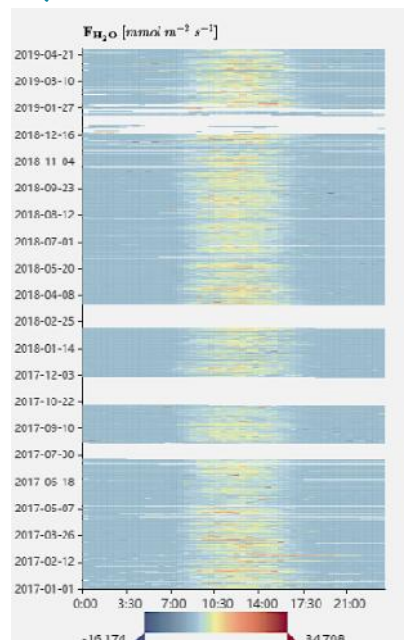
b) Respecto al H_2O , el comportamiento es opuesto, ya que, según el proceso fotosintético, mientras el CO_2 fluye de la atmósfera hacia dentro de la hoja, el H_2O se mueve de la hoja hacia la atmósfera. Este proceso es conocido como evapotranspiración. En la gráfica, observamos que entre las 6:00 y las 16:00 horas, el bosque alcanza sus máximos valores de evapotranspiración; es decir, de pérdida de agua a través de las hojas.

a) Podemos apreciar el comportamiento de los flujos de CO_2 a través de los ciclos circadianos en los años 2017, 2018 y 2019. El bosque ejerce su mayor capacidad de absorber CO_2 de la atmósfera entre las 6:00 y las 16:00 horas, lo cual se encuentra representado en colores azules.

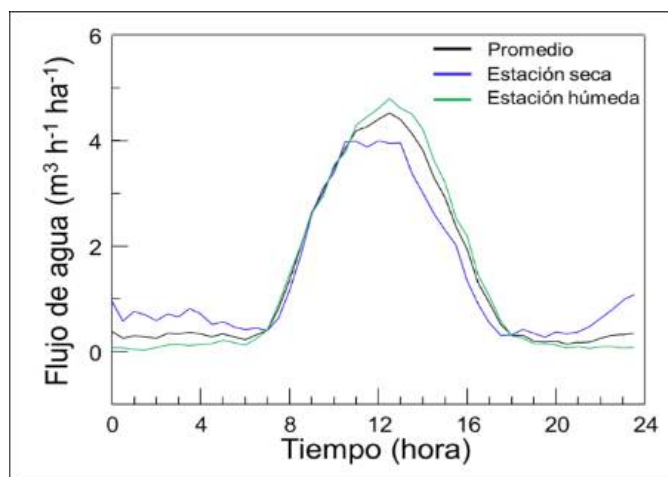
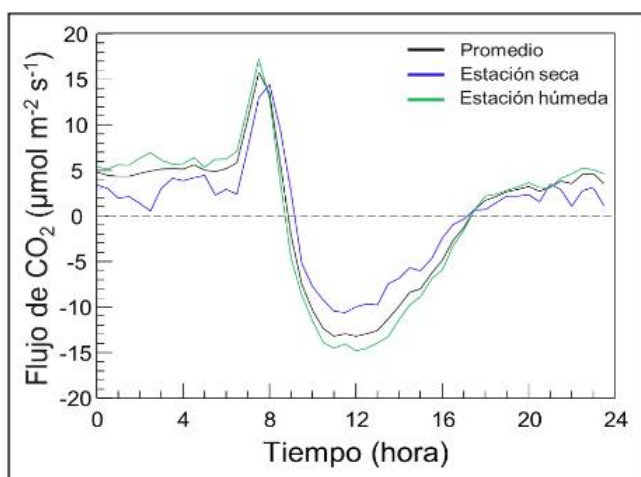
a)



b)



Flujos de carbono y agua en la torre de Tambopata (2018-2023)



Las estaciones de lluvias y secas también muestran patrones distintos de flujos:

a.) La estación húmeda o lluviosa (verde) alcanza valores más bajos en los flujos, lo que indica que es en esta época donde el bosque ejerce su mayor capacidad sumidero de CO₂.

b.) La evapotranspiración también llega a ser mayor en la estación lluviosa, momento en el que alcanza los valores más altos de flujo de H₂O, ya que una mayor fijación de CO₂ involucra mayor evapotranspiración o pérdida de H₂O.



Esta publicación fue elaborada por el Instituto de la Naturaleza, Tierra y Energía (INTE-PUCP) y producida por la Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER), como ejecutor del Contrato de Administración sobre el Área Natural Protegida de la Reserva Nacional Tambopata (RNTAM) y del Parque Nacional Bahuaja Sonene (PNBAS), en el departamento de Madre de Dios. Su objetivo es promocionar y difundir los resultados de los proyectos de investigación prioritarios que se realizan en ambas Áreas Naturales Protegidas (ANP), y de esta manera continuar apoyando el desarrollo de nuevos proyectos que contribuyan a la conservación y gestión de estas ANP.

Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral - AIDER

Oficina Central
Calle Las Camelias 174, Piso 6 San Isidro, Lima - Peru
(51) 5956644
lima@aider.com.pe
www.aider.com.pe

Sede Madre de Dios
Av. La Joya 167 Los Castaños -
Puerto Maldonado, Madre de Dios
(82) 571733 / 982982177
mdios@aider.com.pe

Fuente: Proyecto RAINFOR
Fotos: INTE-PUCP

Diseño: INTE-PUCP