

VARIABILIDAD INTERANUAL DE FLUJOS DE H₂O Y CO₂ EN UNA ESTEPA PATAGÓNICA MEDIANTE LA TÉCNICA COVARIANZAS TURBULENTAS.

**Burek Antonella¹, Sandra Buccì¹, Carbonell Silletta Luisina¹, Askenazi Javier¹;
Cavallaro Agustin¹; Goldstein Guillermo²; Cristiano Piedad²; Scholz Fabian¹.**
aburek@cenpat-conicet.gob.ar

¹*Grupo de Estudios Biofísicos y Ecofisiológicos, Instituto de Biociencias de la Patagonia (CENPAT-CONICET-UNPSJB), Facultad de Ciencias Naturales y Ciencias de la Salud, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.*

²*Laboratorio de Ecología Funcional, Departamento de Ecología Genética y Evolución, Instituto IEGEBA (CONICET-UBA), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.*

Palabras clave: ecosistemas semiáridos; covarianzas turbulentas; precipitación

1) INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas áridos y semiáridos abarcan el 85% de la Patagonia Argentina; sin embargo, la interacción entre la vegetación y la atmósfera ha sido escasamente estudiada. Se cuantificó la variabilidad estacional e interanual de la evapotranspiración (ET), el intercambio neto de carbono del ecosistema (NEE), la productividad primaria bruta (GPP) y la respiración del ecosistema (Reco) para tres años con diferente precipitación. Se evaluó la relación entre estos flujos de CO₂ y H₂O y el contenido volumétrico de agua en el suelo (CAS) y el índice de área foliar (IAF).

2) METODOLOGÍA

El área de estudio se localiza en el Campo Experimental Río Mayo (45°24'11"S 70°17'37"W) dependiente del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ubicado en el sudoeste de la Provincia del Chubut. La fisonomía dominante del área son especies arbustivas y herbáceas, que se distribuyen en parches rodeados de suelo desnudo. La precipitación media anual es 131 mm (media histórica de 60 años) con mayor frecuencia en los meses de otoño e invierno. El estudio se realizó entre junio 2015 y enero de 2019. Los flujos de dióxido de carbono (FCO₂) y vapor de agua (FH₂O) se determinaron mediante la técnica de covarianzas turbulentas. El sistema de medición consistió de un anemómetro sónico 3D (CSAT3, Campbell Sci.) y un analizador de gases de camino abierto (IRGA Li7500/7550, Li-Cor) instalados en una torre micrometeorológica a 2,5 metros del suelo. Los datos se adquirieron con una frecuencia de 10 Hz y se procesaron mediante el software EddyPro 6.2.0 (Li-Cor, Inc., USA). Durante el procesamiento se descartaron datos inconsistentes y se realizaron las correcciones apropiadas para que se cumpla la teoría aplicada. Los FCO₂ y ET fueron calculados cada 30 minutos. Se filtraron los períodos durante los eventos de lluvia y con baja turbulencia ($u^* < 0.2$ m seg⁻¹). La ET fue estimada multiplicando el FH₂O por la constante psicrométrica. Se rellenaron los datos faltantes mediante el paquete ReddyProc, provisto por el software R, y se realizó un control de calidad de datos rellenados. Mediante este paquete se estimó Reco (respiración del ecosistema) cada 30 minutos. La GPP, que corresponde al CO₂ asimilado por la fotosíntesis, se calculó como la diferencia entre Reco y NEE. Se estimó el IAF cada 8 días mediante el sensor Terra-MODIS (MOD15A2). Las precipitaciones (PP) y el contenido de agua en el suelo (en 10, 50, 100 y 200 cm) se registraron cada 10 minutos. Entre agosto y noviembre del 2016 no se registraron datos de flujos debido a una falla de energía. Se analizó la variabilidad estacional e interanual de las variables atmosféricas, IAF, NEE, GPP, Reco y ET. Se evaluó la relación entre ET, NEE, GPP y Reco con CAS integrado hasta 100 cm de

profundidad durante la estación de crecimiento (septiembre a diciembre) para 2018, 2015 y 2017. Se consideró esa porción del perfil del suelo debido a que se concentra la mayor densidad de biomasa de raíces.

2) RESULTADOS y DISCUSION

Los tres años analizados presentaron diferente precipitación anual (Fig 1.). Mientras que el 2018 fue un año seco con 43% menos precipitación que la media anual, 2017 fue un año húmedo, con un aumento del 62% de la precipitación (216 mm). En 2015 la precipitación fue más similar a la media histórica (91 mm). En general, y aun en años secos, el CAS en el perfil del suelo donde se concentra la mayor parte de las raíces de los pastos y arbustos permanece relativamente constante (Fig. 1). Sin embargo, luego de sucesivos eventos de precipitación asociados a un sistema de bloqueo “omega invertido” ocurridos a fines de marzo y principios de abril de 2017 el CAS aumentó abruptamente y se mantuvo con valores superiores a otros años hasta diciembre (Figura 1).

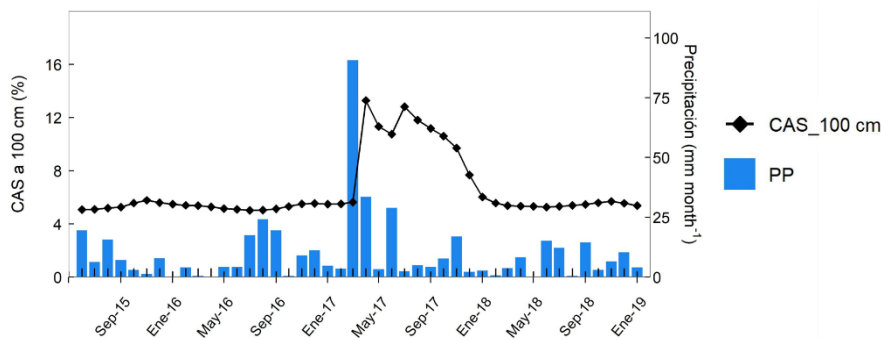


Figura 1:
Precipitación (barras) y contenido de agua en suelo integrado hasta 100 cm (CAS, medio mensual (rombos)).

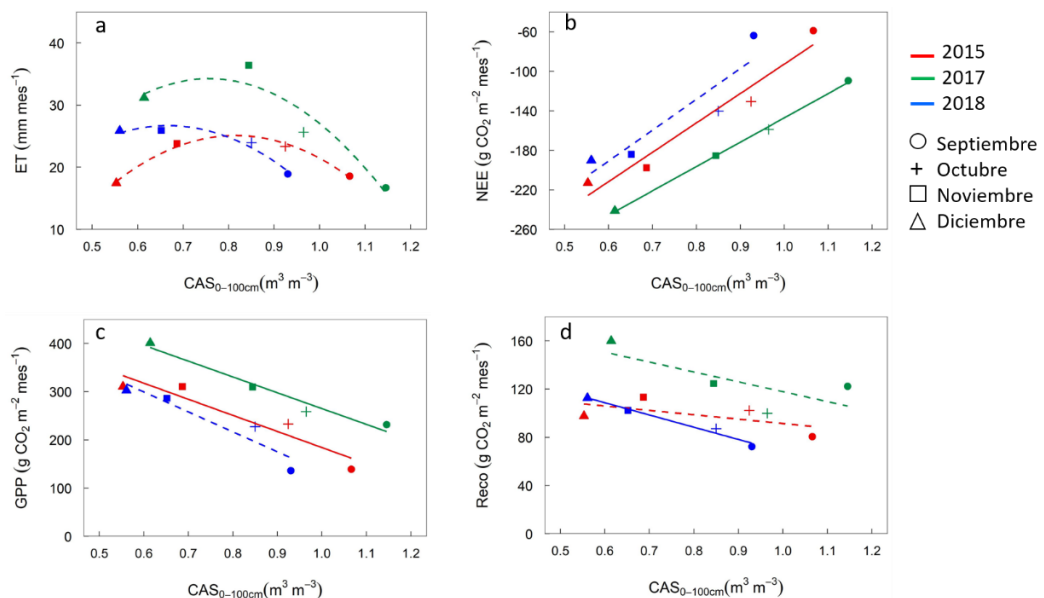


Figura 2: Relación entre ET (a), NEE (b), GPP (c) y Reco (d) y CAS acumulado en 100 cm durante la etapa de crecimiento. Cada valor representa la media mensual. Los símbolos corresponden a los meses de la estación de crecimiento (Septiembre a Diciembre) para el año 2015 (rojo), 2017 (verde) y 2018 (azul). Las líneas punteadas corresponden a relaciones no significativas ($p > 0.05$)

NEE negativos indican que el FCO_2 se desplaza desde la atmósfera hacia el ecosistema terrestre y los positivos en sentido opuesto. Al inicio de la estación de crecimiento (septiembre), la ET fue relativamente similar entre años a pesar de las diferencias en el CAS (Fig. 2a). Sin embargo, en noviembre de 2017, la ET fue casi 60% superior que la del año más seco. Las mayores diferencias

entre años se observaron a final de la estación de crecimiento (diciembre) entre la ET del año húmedo con la del año con PP más cercana a la media anual, con una diferencia del 80%. A pesar de este comportamiento no hubo una relación significativa entre ET y el CAS (Fig. 2a). El NEE adquirió valores más negativos desde septiembre a diciembre a medida que el CAS disminuye e incrementa el índice de área foliar (datos no mostrados), siendo significativa esta relación para todos los años, excepto para el año seco en el cual fue marginalmente significativa ($p=0.08$)(Fig. 2b). En el año húmedo, NEE fue siempre menor (mayor secuestro de carbono) que en los otros años (Fig. 2b) y las mayores diferencias fueron observadas al inicio de la estación de crecimiento. Este mismo comportamiento fue exhibido en GPP es decir mayor asimilación de carbono por fotosíntesis y pérdida por respiración desde septiembre a diciembre y con mayores diferencias en los años húmedos cuando el CAS es mayor (Fig. 2c y d). La Reco también se relacionó lineal y negativamente con el CAS, pero fue solo significativa durante el año seco (Fig. 2d). Las mayores diferencias entre años húmedos y secos en Reco fueron observadas cuando el CAS fue mayor (septiembre). Carbonell Silleta y otros (2019) encontró para la misma área de estudio un aumento en la productividad del ecosistema cuando la PP incrementaba 30% por arriba de la media histórica. El aumento de la Reco observada durante el año húmedo posiblemente este más relacionada a la respiración de la biomasa área que subterránea, dado que resultados previos (Carbonell Silleta y otros, 2022) indican que un aumento en las precipitaciones no afecta a la respiración del suelo. El cambio en el NEE dependiendo de las condiciones hídricas es consistente con los observados en otros ecosistemas áridos. Algunos estudios han encontrado que el ecosistema cambia de un sumidero de carbono a una fuente de carbono durante años particularmente secos. Nakano and Shinoda (2018) observaron para ecosistemas áridos la NEE anual osciló entre $-20,9$ y $8,1$ g C m⁻² año⁻¹ y atribuyeron la mayor pérdida neta de carbono a años con menores precipitaciones y humedad del suelo y mayor demanda evaporativa de la atmósfera durante la temporada de crecimiento.

2) CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la estepa patagónica es susceptible a cambios en el agua almacenada en el suelo asociada a la precipitación anual. Los mayores cambios son observados en años húmedos con un aumento en las pérdidas de agua por ET y un mayor secuestro de carbono. La respuesta más débil observada para los años secos en relación con el comportamiento en años con PP más cercana a la media histórica indica que la vegetación y los microorganismos del suelo están adaptados a la baja disponibilidad de agua. Sin embargo, es necesario evaluar estos flujos durante periodos extensos, por ejemplo durante periodos prolongados de sequía, para determinar si el ecosistema podría mantener su capacidad de actuar como sumidero de CO₂.

REFERENCIAS

Carbonell Silleta, L.; Cavallaro, A.; Kowal, R.; Pereyra, D.A.; Silva, R.A.; Arias, N.; Scholz F.G.; Bucci, S.J., 2019. Temporal and spatial variability in soil CO₂ efflux in the Patagonian steppe. *Plant and Soil* 444:165-176.

Carbonell Silleta, L., Cavallaro, A., Pereyra, D. A., Askenazi, J. O., Goldstein, G., Scholz, F. G., & Bucci, S. J., 2022. Soil respiration and N-mineralization processes in the Patagonian steppe are more responsive to fertilization than to experimental precipitation increase. *Plant and Soil*, <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-928193/v1>.

Nakano, T., & Shinoda, M., 2018. Interannual variation in net ecosystem CO₂ exchange and its climatic controls in a semiarid grassland of Mongolia. *Journal of Agricultural Meteorology*, 10.2480/agrmet.D-17-00035.