“1er Simposio internacional de Carst”

Los isótopos como indicadores de lluvia en el Alto Mayo

Angela Ampuero, James Apaéstegui,
Jhan Carlo Espinoza

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ

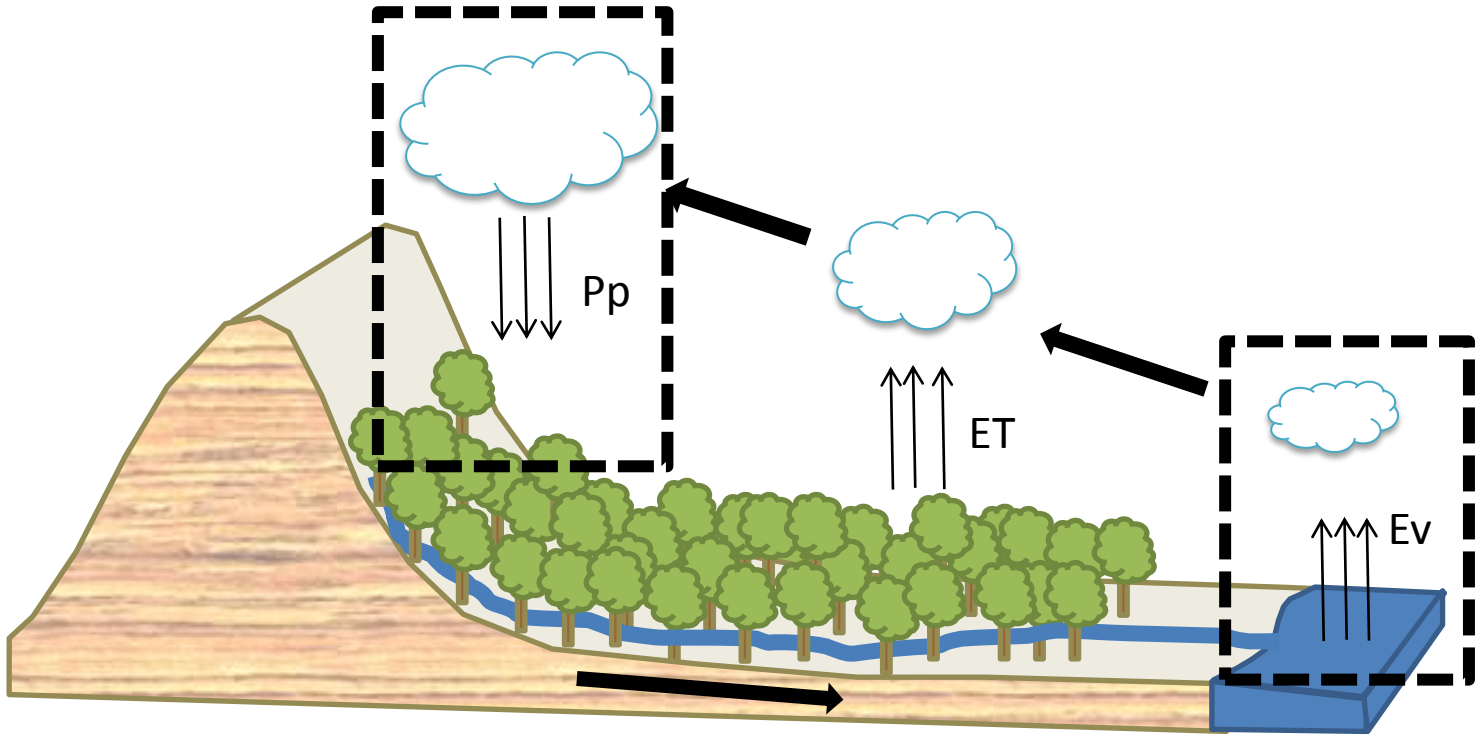
PALEO TRACES

HyBAm

eca
espeleo Club andino

COLERE CUPIO HOMINEM ET AGRUM

Isótopos en el CICLO HIDROLÓGICO



H_2O

La composición o señal isotópica de las aguas varía de manera natural en el ciclo hidrológico.

La señal isotópica es la memoria de los procesos en el ciclo hidrológico.

Diferencias de en la masa

Notación delta (δ)

+ δ *Enriquecido en isótopos pesados*

- δ *Ligero o fraccionado*

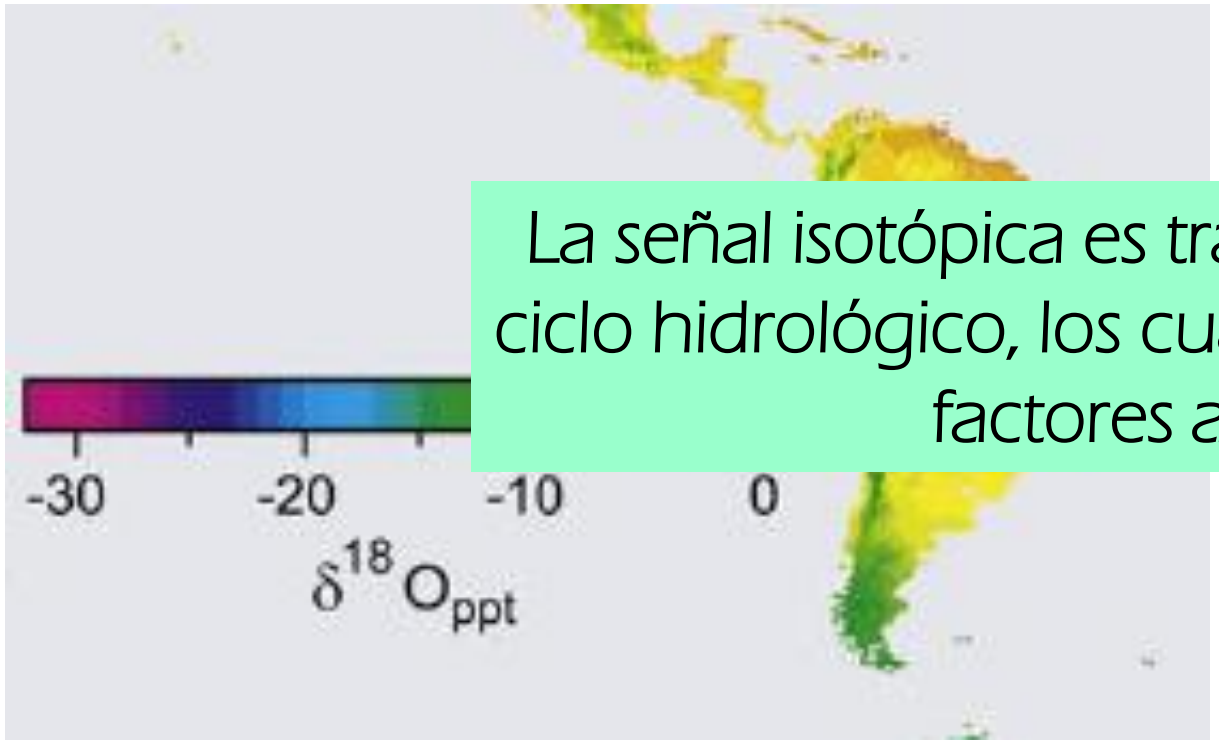
Fraccionamiento isotópico

Fenómeno mediante el cual, la composición isotópica durante un cambio de fase.

PROCESOS
en el ciclo hidrológico

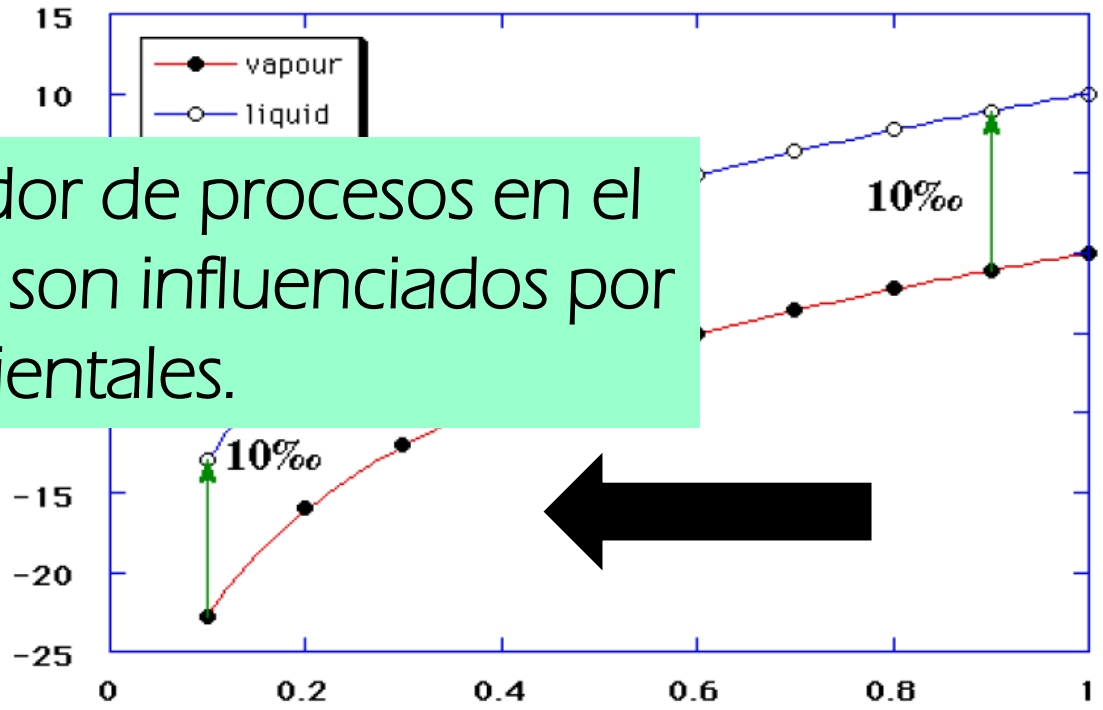
Factores ambientales

- ❑ Temperatura
- ❑ Altitud
- ❑ Continentalidad



Distribución global del promedio anual de $\delta^{18}O$ interpolado de estaciones de la GNIP (Bowen y Wilkinson, 2002)

DESTILACIÓN RAYLEIGH



Fracción de vapor remanente en la nube

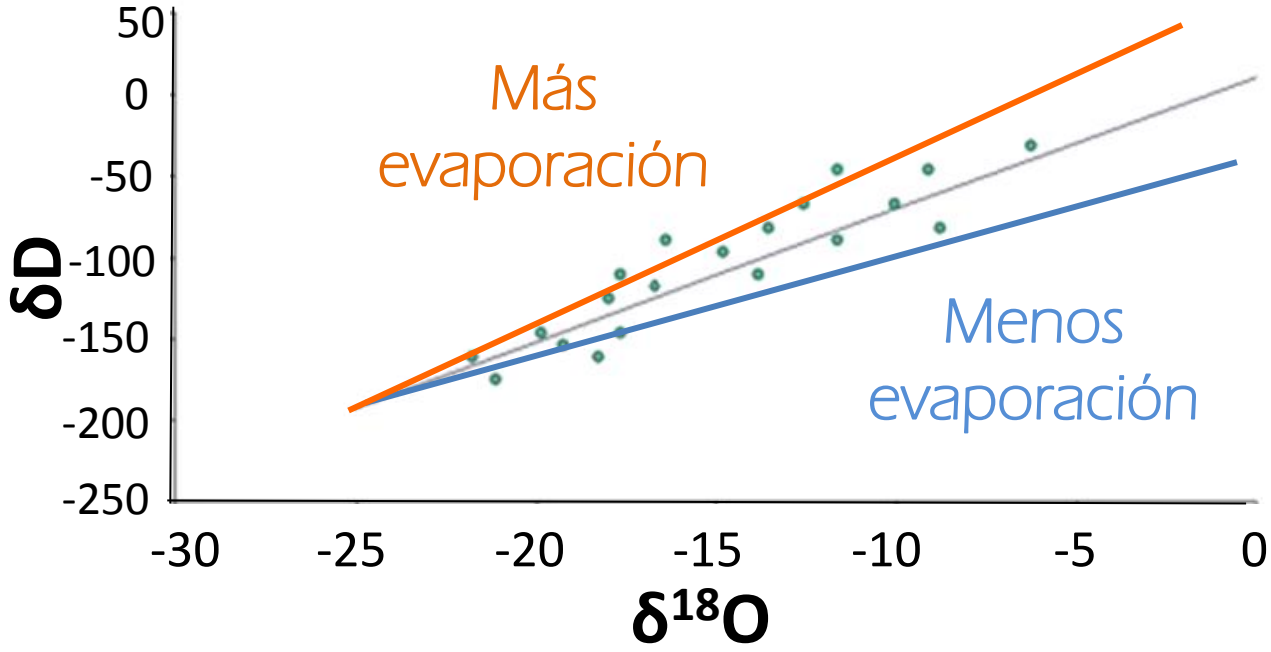
Lachniet 2009

La señal isotópica es trazador de procesos en el ciclo hidrológico, los cuales son influenciados por factores ambientales.

Fraccionamiento isotópico → ***Oxígeno y Deuterio***

$\delta^{18}O$ $\delta^{2}H$ o δD

El Dxs traza las condiciones de la evaporación en la fuente de humedad.

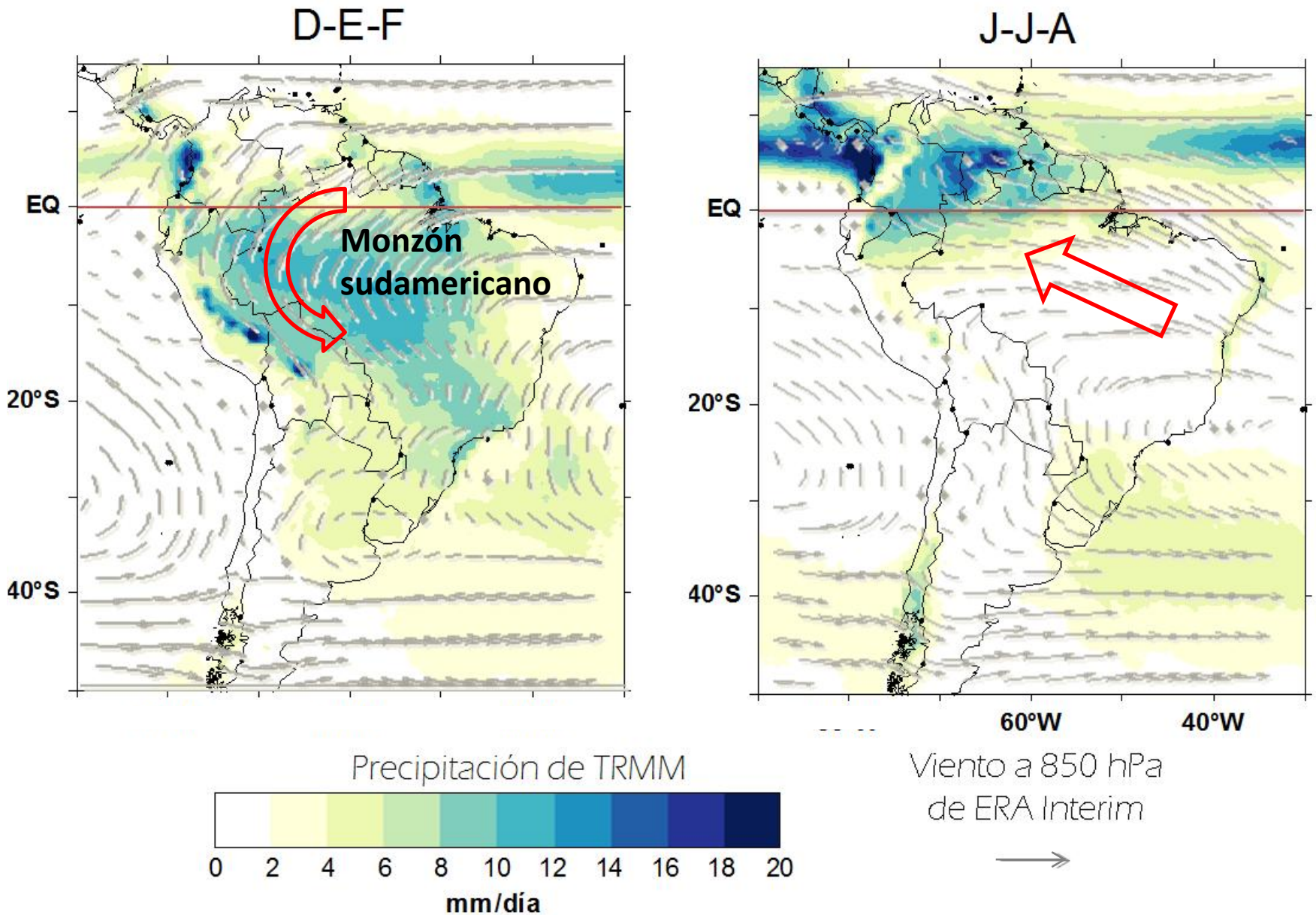


Condiciones de evaporación en la fuente de humedad (océano, bosque)

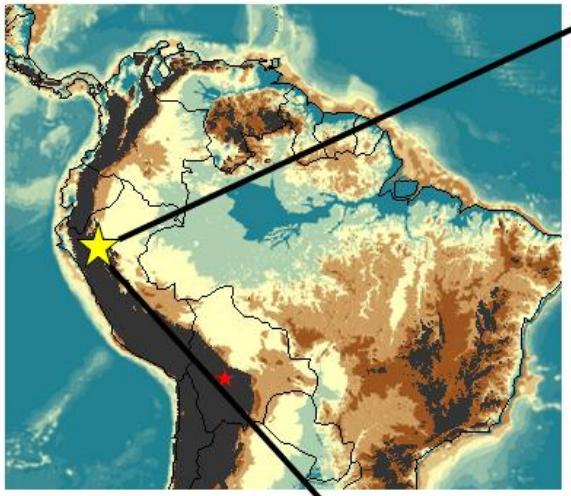
Exceso de Deuterio (Dxs)

$Dxs = \delta D - 8x\delta^{18}O$

CLIMA Sudamericano



ÁREA de ESTUDIO:
Cuenca del ALTO MAYO



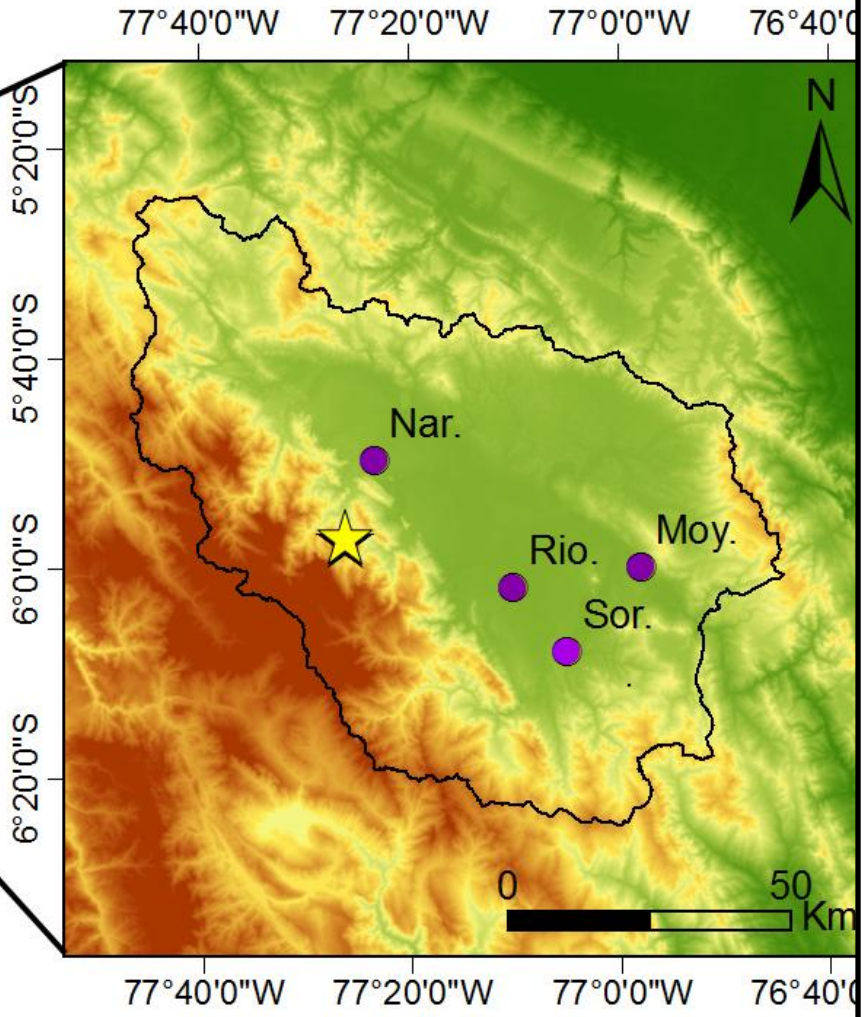
Palestina

Esta. Met

Elevación

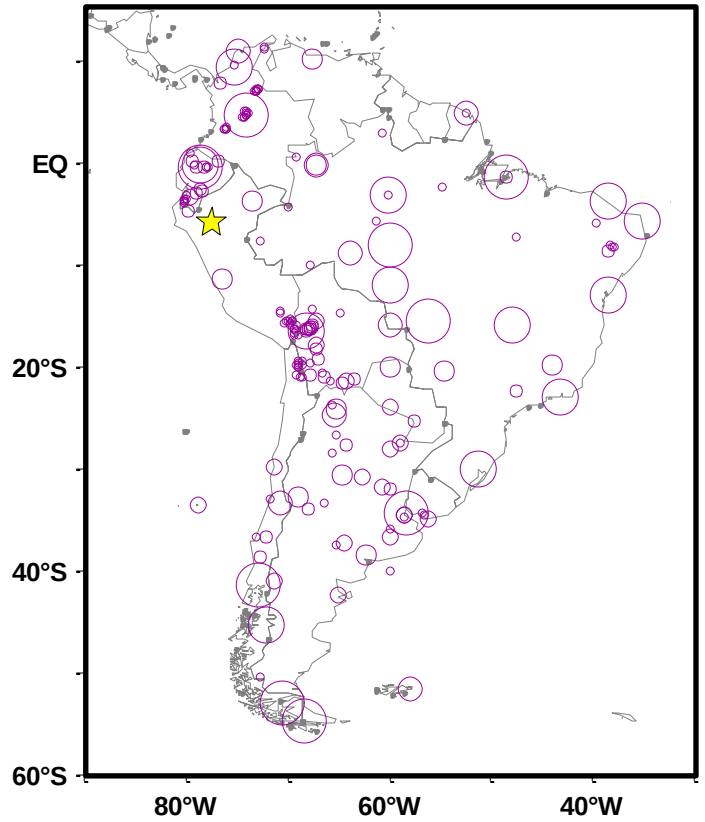
4000 msnm

100 msnm



Estacione de monitoreo de isótopos de lluvia en Sudamérica de 1957-2014

Estaciones GNIP



Leyenda #datos por estación

- >201
- 101-200
- 76-100
- 51-75
- 41-50
- 31-40
- 21-30
- 11-20
- <10

***Falta de estaciones en la amazonía, especialmente en la región andino-amazónica**

OBJETIVOS

Evaluación de los factores locales y regionales que controlan la señal isotópica de la lluvia observada en la cuenca del Alto Mayo:

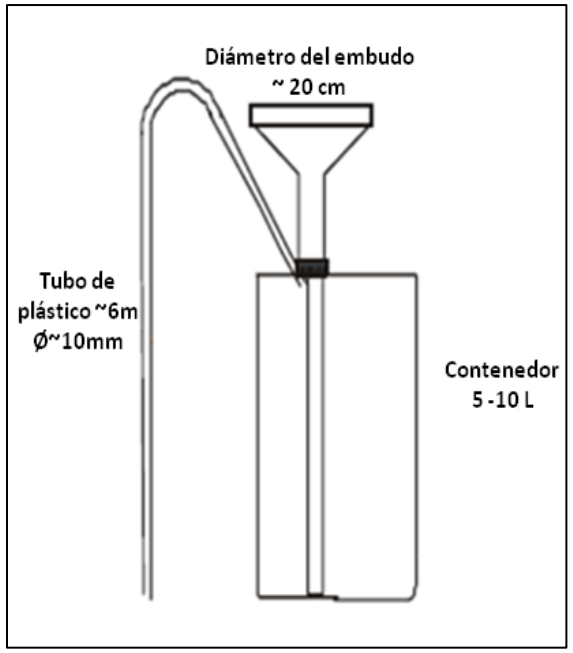
- Parámetros climáticos (cantidad de lluvia) a nivel local (cuenca del Alto Mayo).
- Parámetros climáticos a nivel regional (circulación atm. , lluvia regional).
- Analizar las fuentes de humedad que caracterizan la señal isotópica y posibles aportes del reciclaje de humedad.

DATOS ISÓTÓPICOS

1. Campo:
Colección de muestras

Colector de isótopos

*Muestreo en botellas herméticas de HDPE, de 8ml.



2. Análisis de laboratorio:

Analizador de isótopos Picarro

DATOS ISOTÓPICOS de LLUVIA

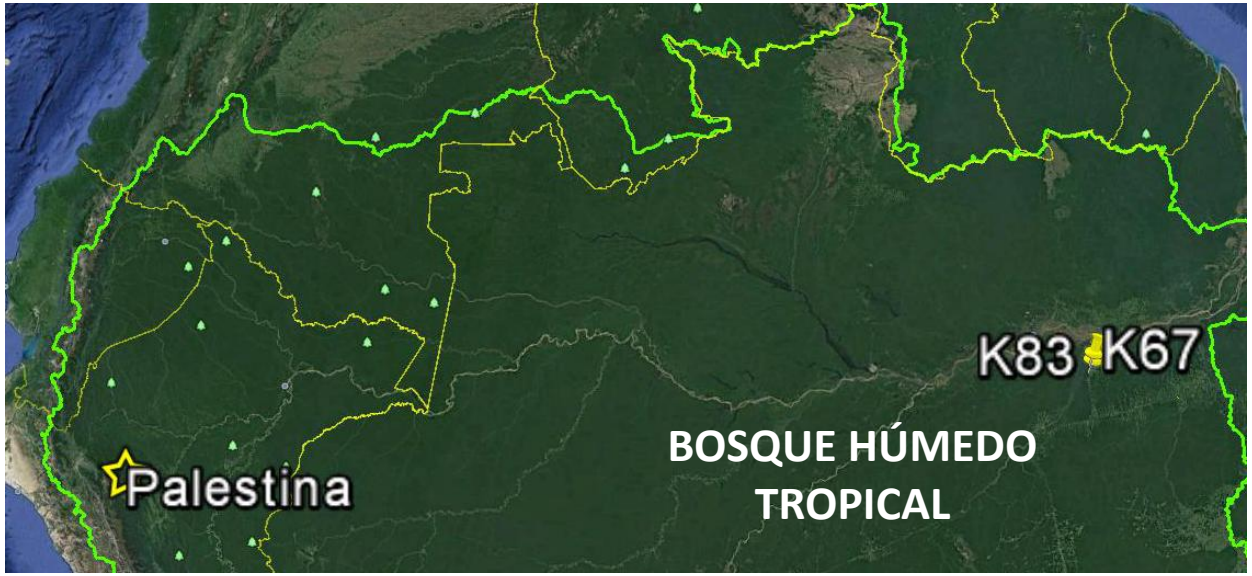
- Nro. muestras: 45
- Periodo: 01/05/2012 – 01/06/2014
- Frecuencia: 2 datos por mes (días 1 y 16)

DATOS HIDRO-METEOROLÓGICOS

Análisis locales

Datos de estaciones de SENAMHI

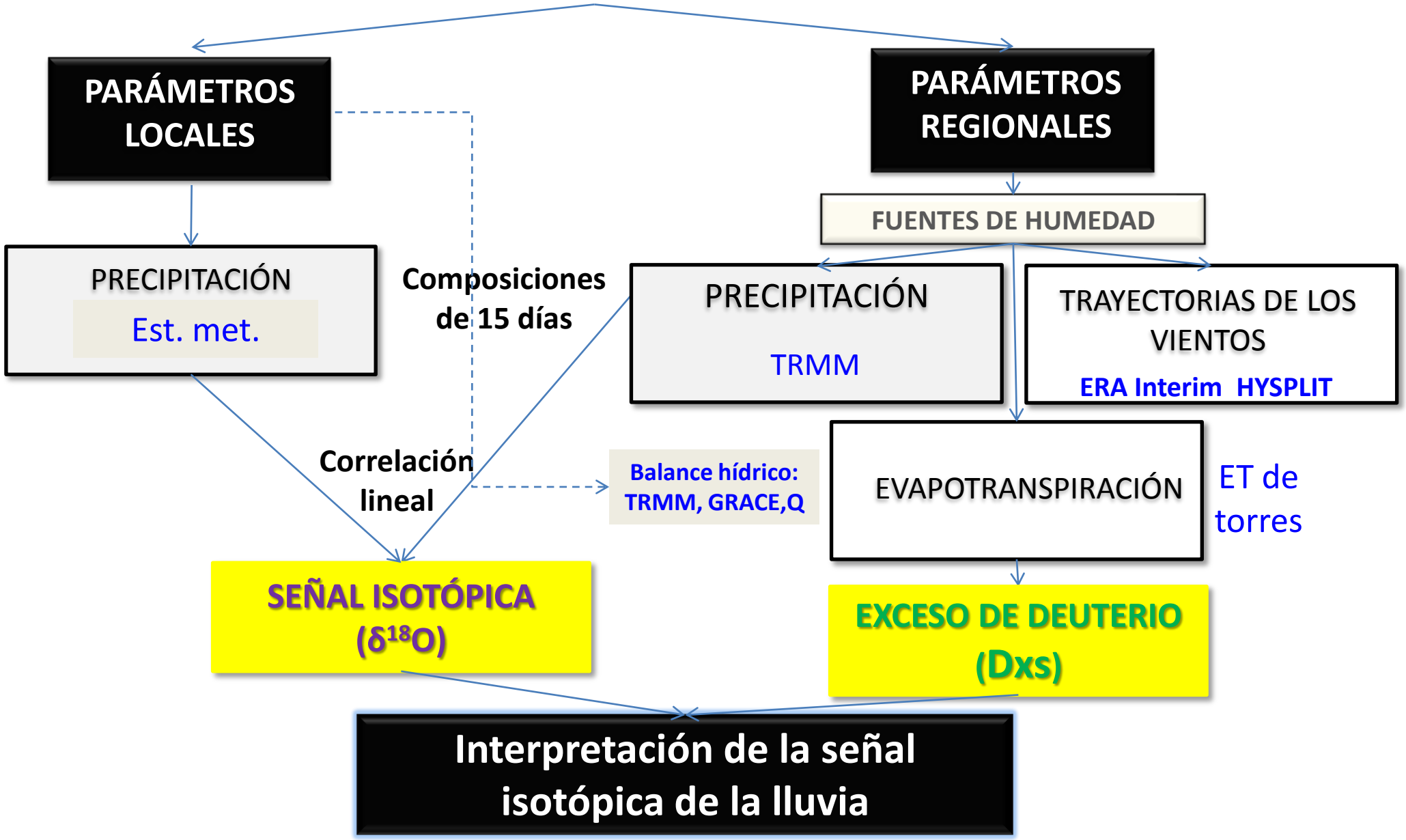
- Precipitación en el Alto Mayo.
- Caudales en la estación San Regis (Río marañon)



Análisis Regionales

DATOS SATELITALES				
Variable	Producto	Resolución	Frecuencia	Periodo
Precipitación	TRMM 3B42	0.25° x 0.25°	1 día	15-05-2012 – 01-06-2014
Contenido de agua en el suelo	GRACE	1° X 1°	1 mes	01- 04-2012 – 01-09-2015
DATOS DE REANÁLISIS				
Viento (u,v)	Era Interim	0.75° x 0.75°	6 horas	15-05-2012 – 01-06-2014
Vel. Vertical viento	Era Interim	0.75° x 0.75°	6 horas	15-05-2012 – 01-06-2014
TORRES DE FLUJO				
Calor latente (LE) o ET	LBA	-	1 mes	1999-2006

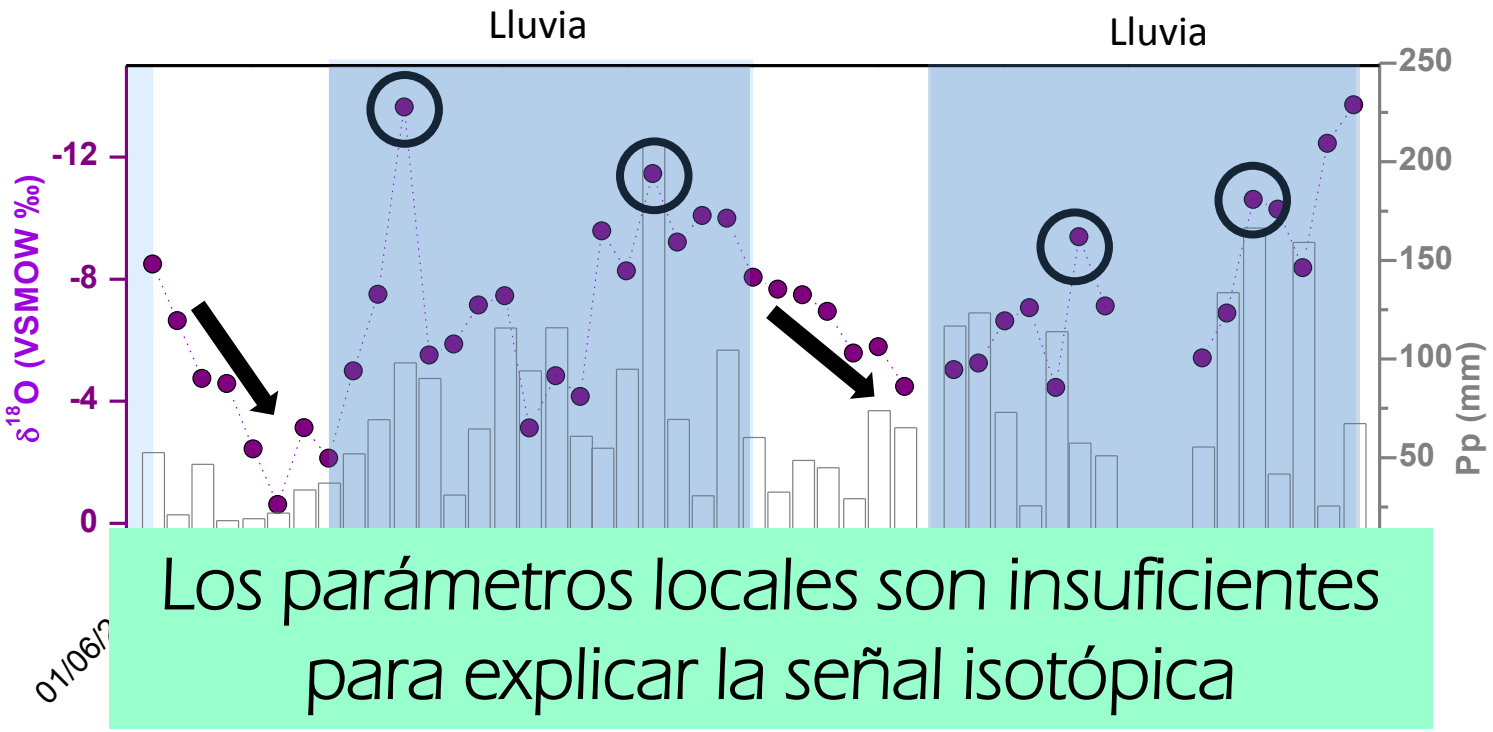
METODOLOGÍA



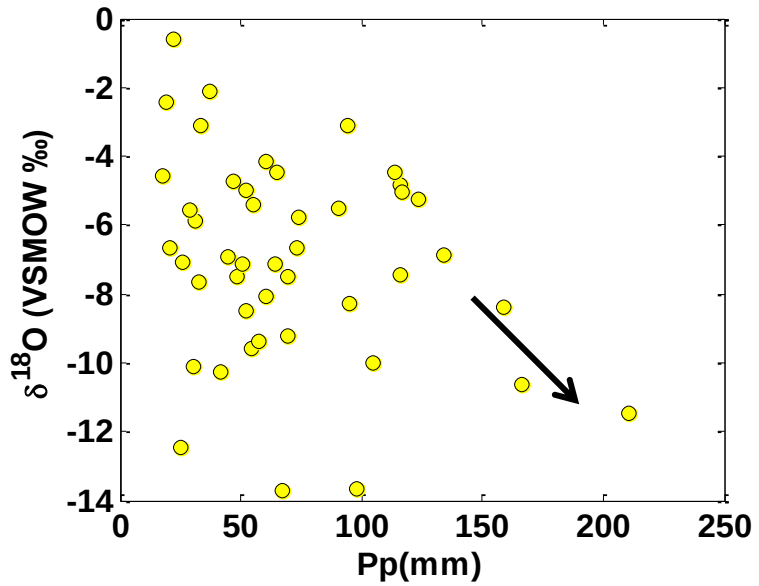
RESULTADOS

Parámetros LOCALES

Señal isotópica de $\delta^{18}O$ y lluvia en la cuenca del Alto Mayo



Los parámetros locales son insuficientes para explicar la señal isotópica

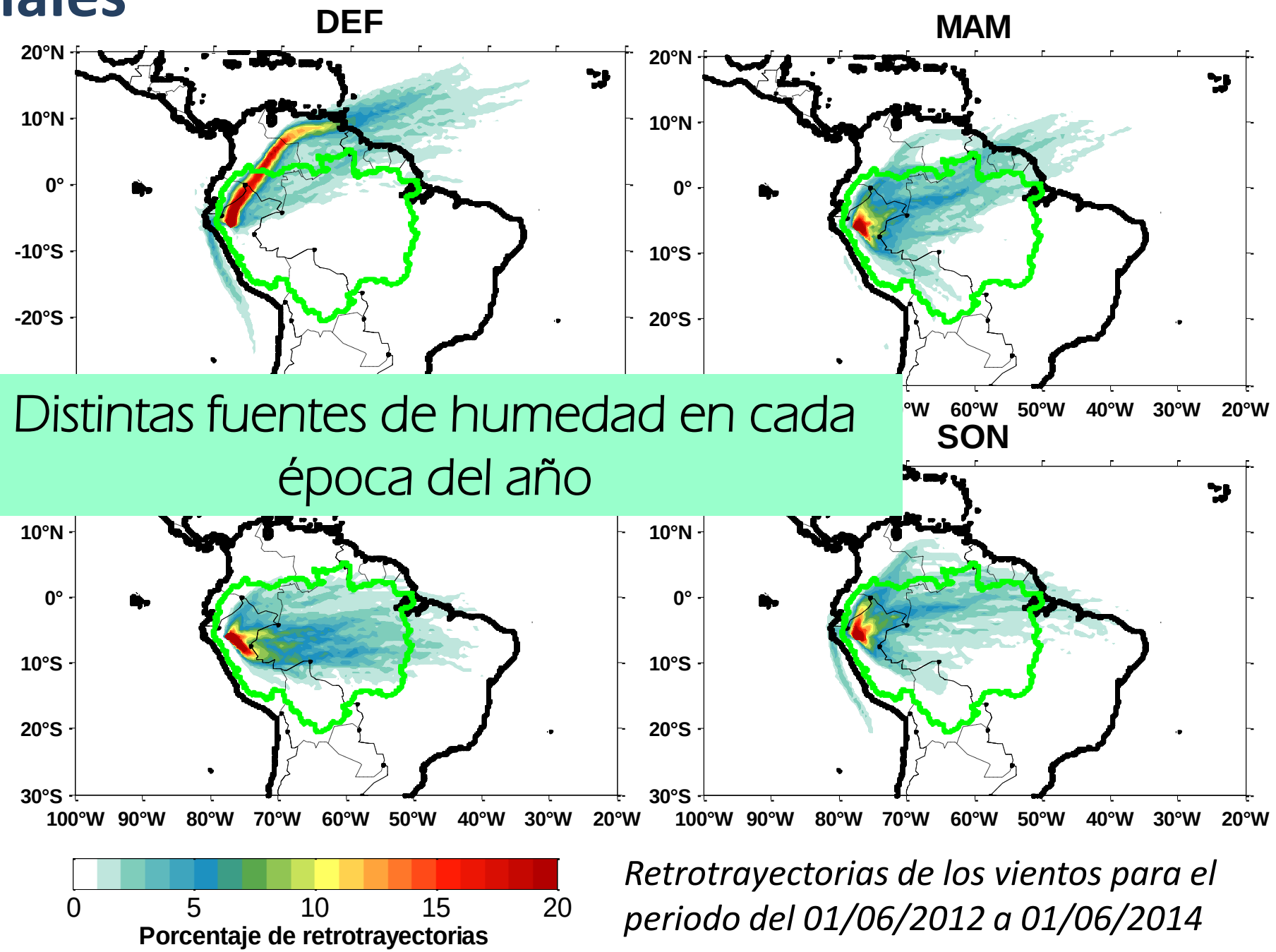


7% de la varianza de la señal isotópica se debe a la lluvia local.

La señal isotópica acompaña los picos de precipitación, de modo que a más lluvia, menores valores de **$\delta^{18}O$**

Parámetros Regionales FUENTE de HUMEDAD

- En DEF, la humedad proviene del Atlántico tropical norte.
- Durante el invierno la humedad proviene de bosque.



Distintas fuentes de humedad en cada época del año

Retrotrayectorias de los vientos para el periodo del 01/06/2012 a 01/06/2014

Controles Regionales: Lluvia en el camino de los flujos de humedad

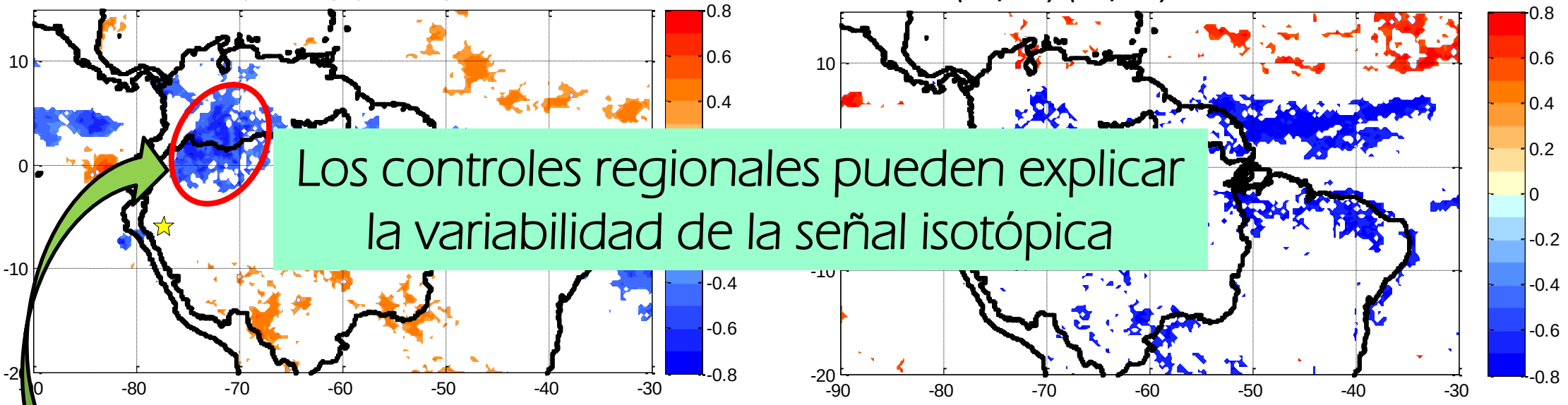
CORRELACIÓN ENTRE LA LLUVIA REGIONAL Y SEÑAL ISOTÓPICA EN PALESTINA ***(p < 0.05)***

PERIODO HÚMEDO

(01/10)-(01/06)

PERIDO SECO

(16/06)-(16/09)



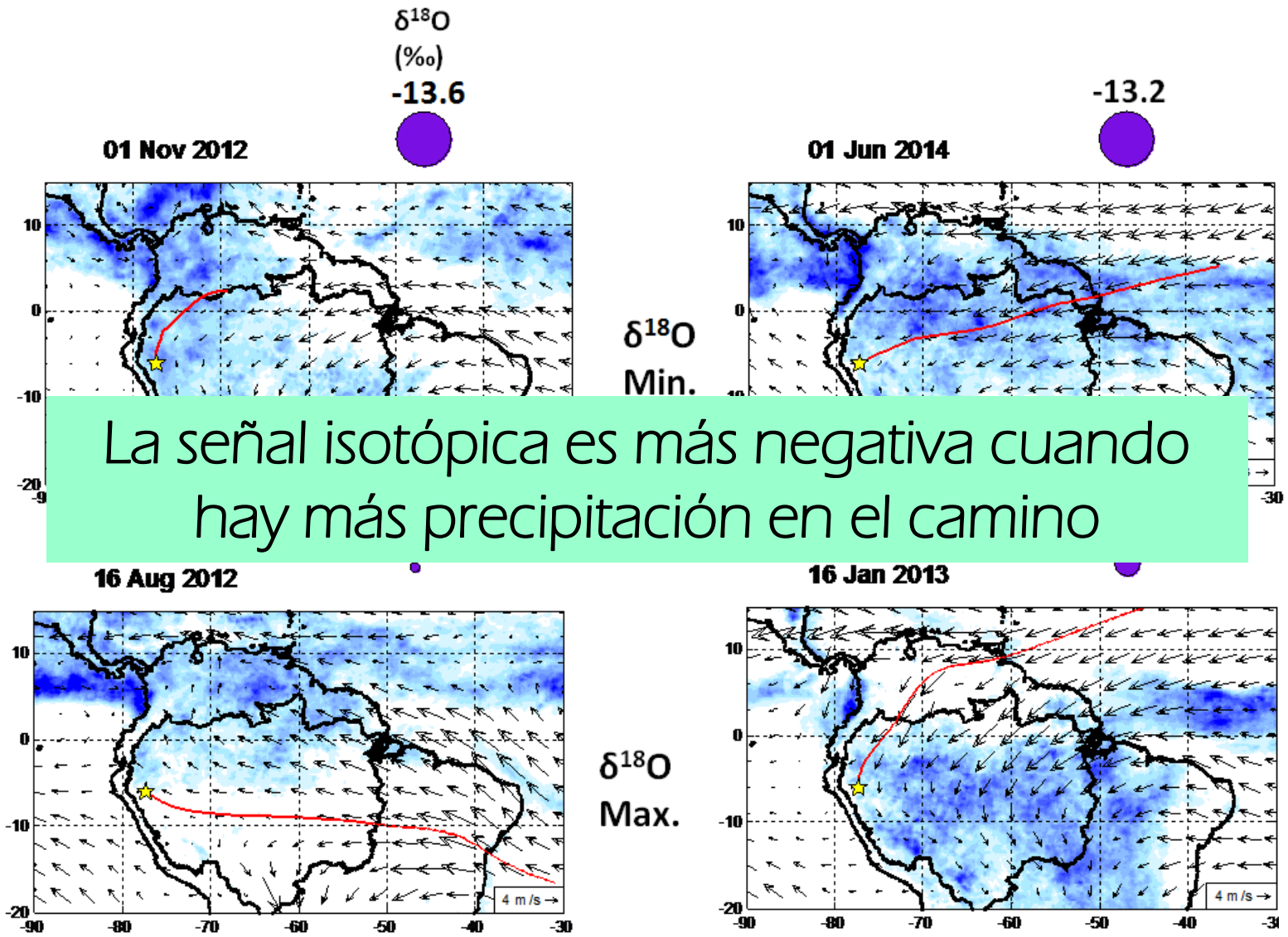
Los controles regionales pueden explicar la variabilidad de la señal isotópica

Rmax= -0.72

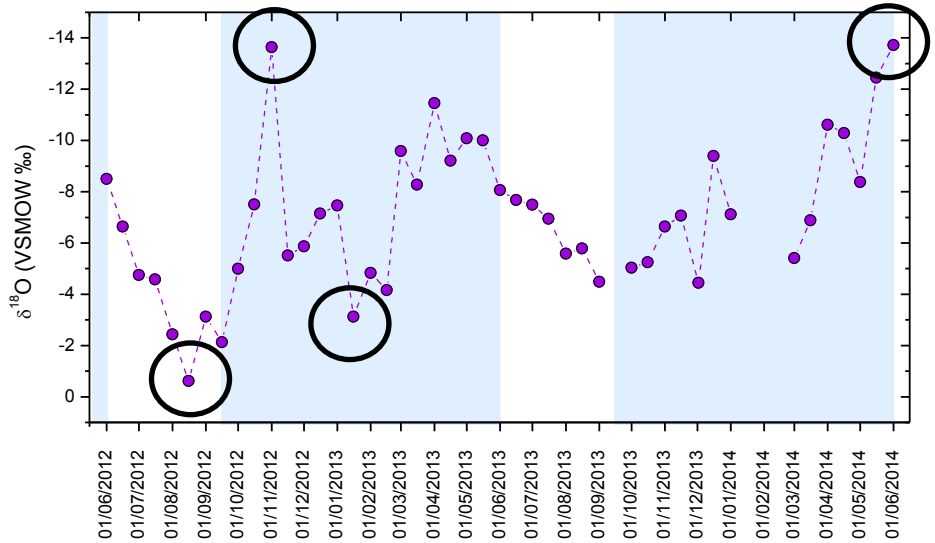
Región centrada en 2°N, 72°W

CASOS DE ESTUDIO

Recordar que los datos son composiciones de 2 semanas

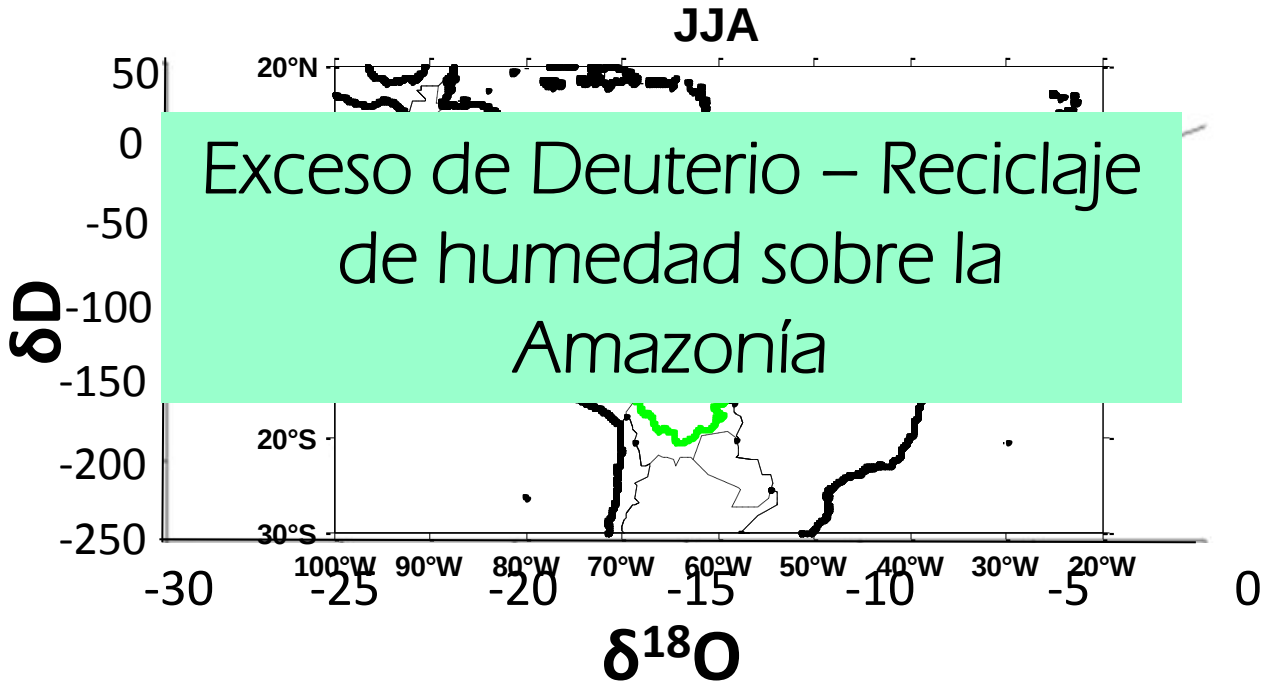


La señal isotópica es más negativa cuando hay más precipitación en el camino



Datos de TRMM 3B42

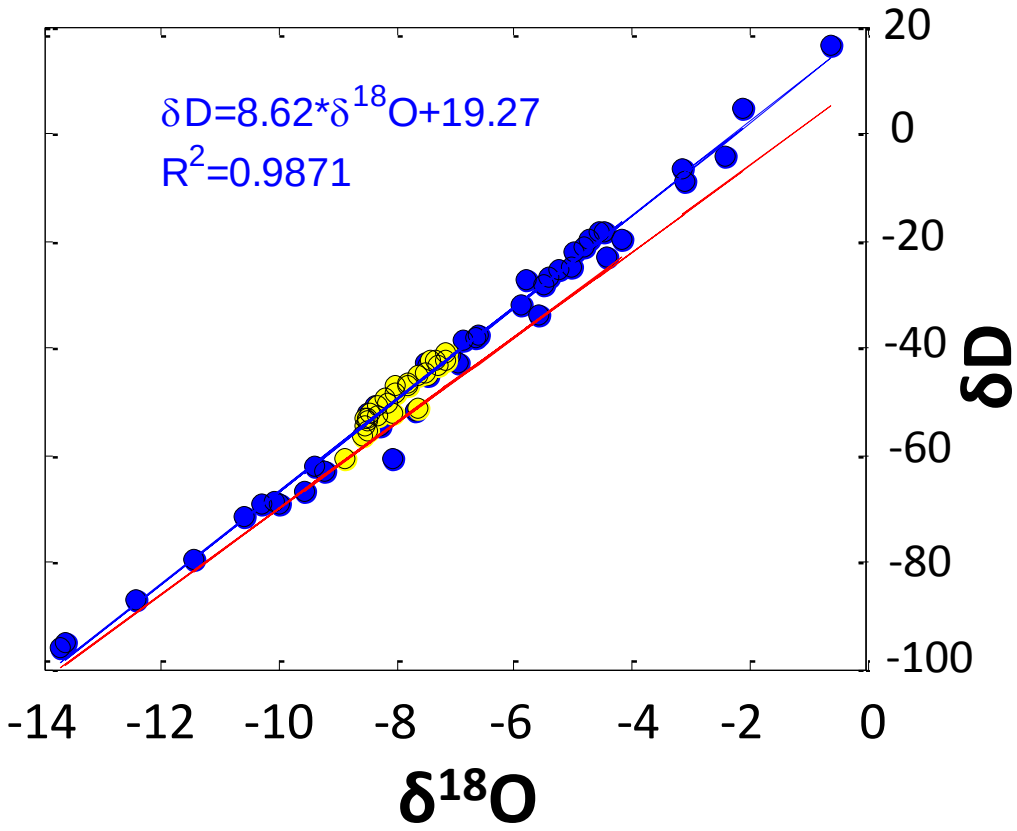
Fuentes de humedad



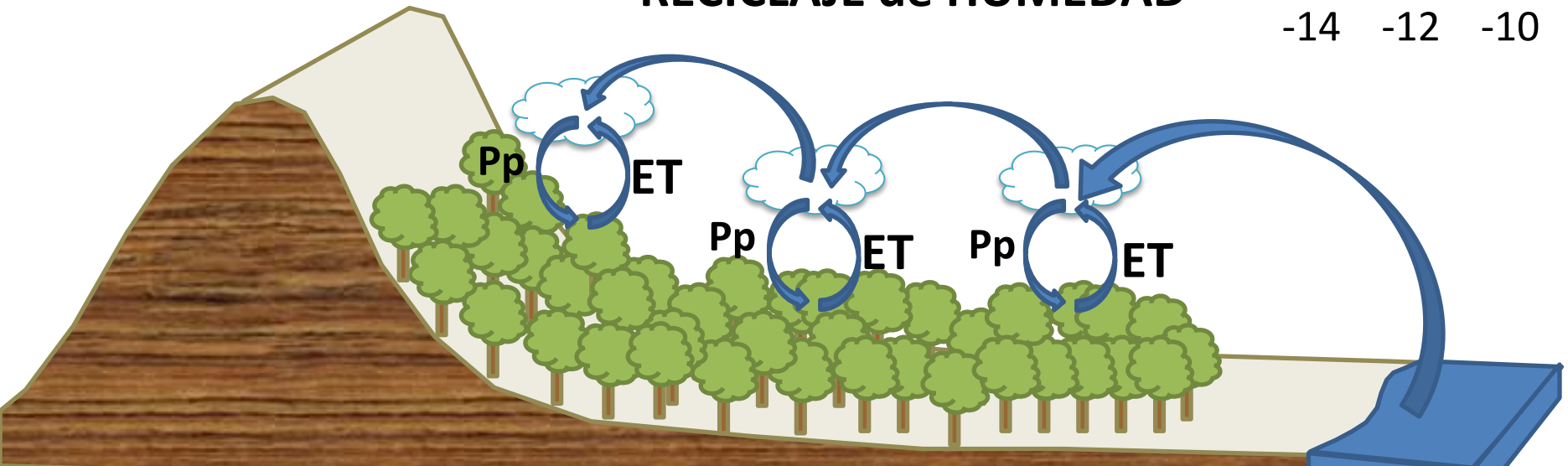
Exceso de Deuterio – Reciclaje de humedad sobre la Amazonía

Línea Meteórica Local

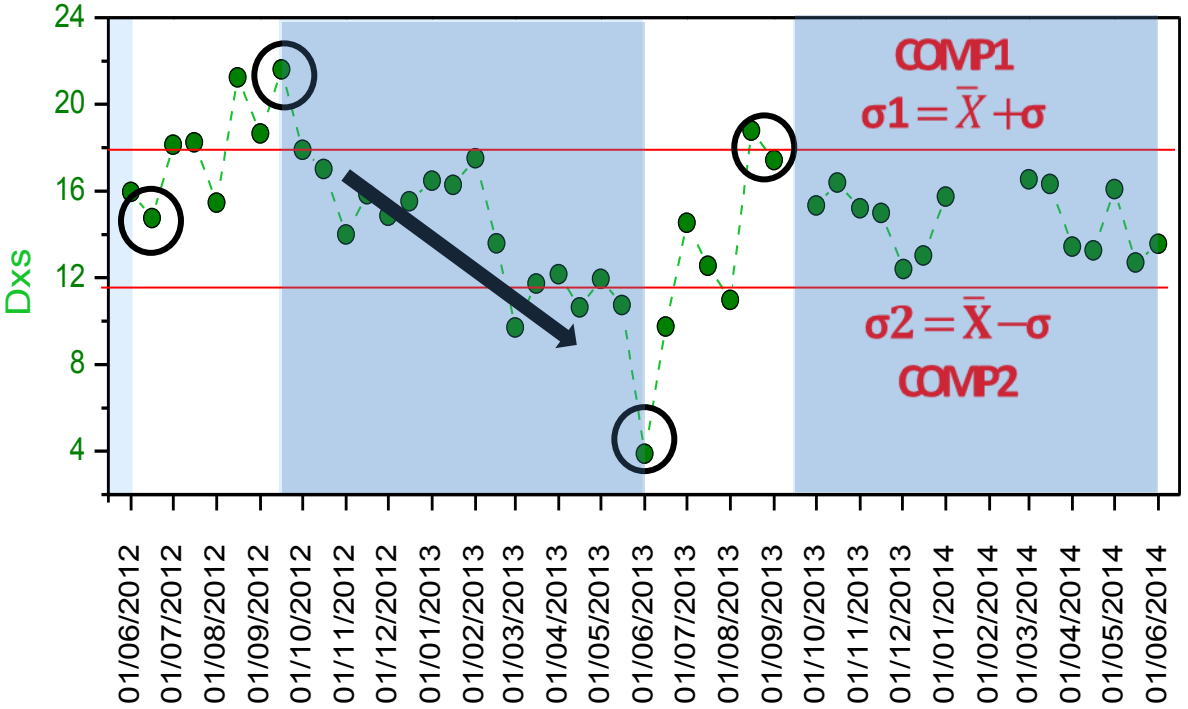
Línea Meteórica Global



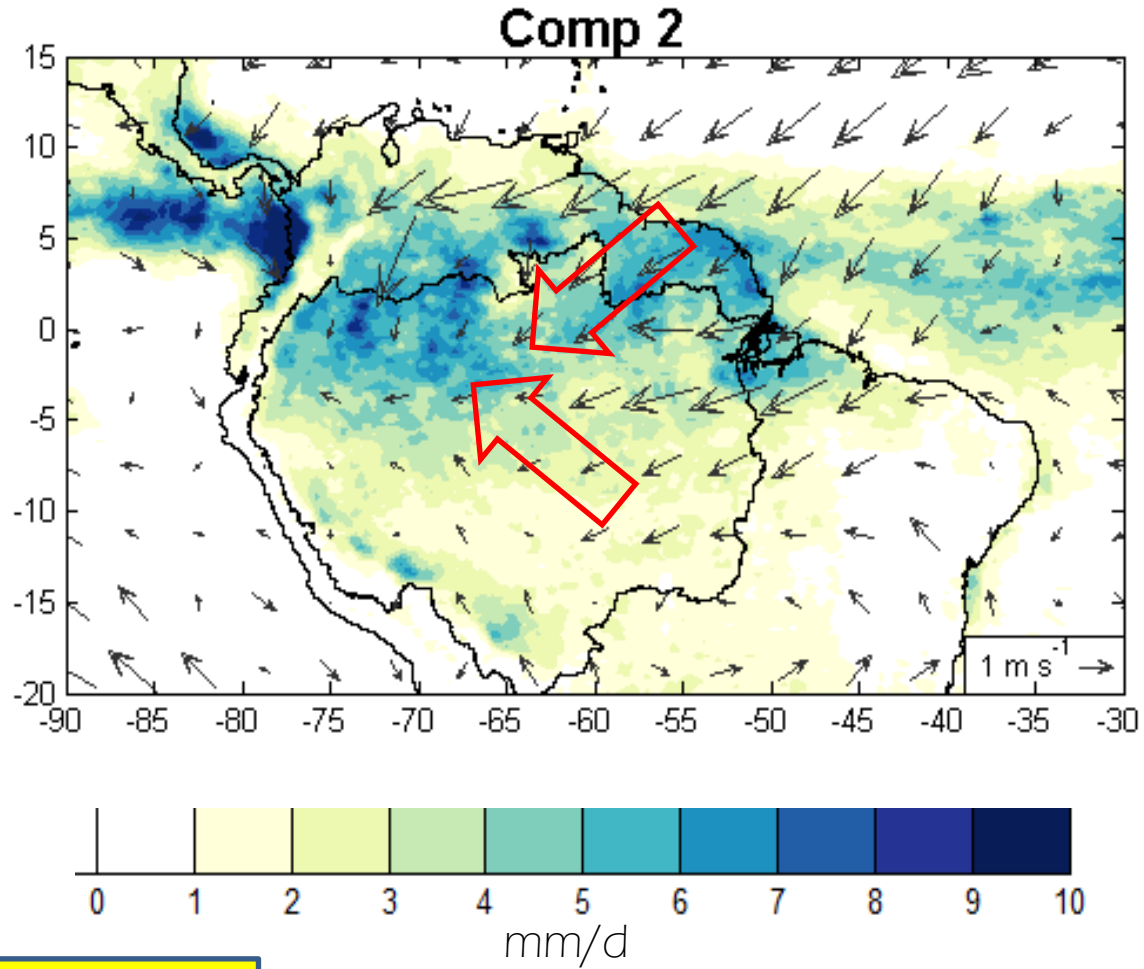
RECICLAJE de HUMEDAD



EXCESO de DEUTERIO (DXS)



Pp y anomalías de viento

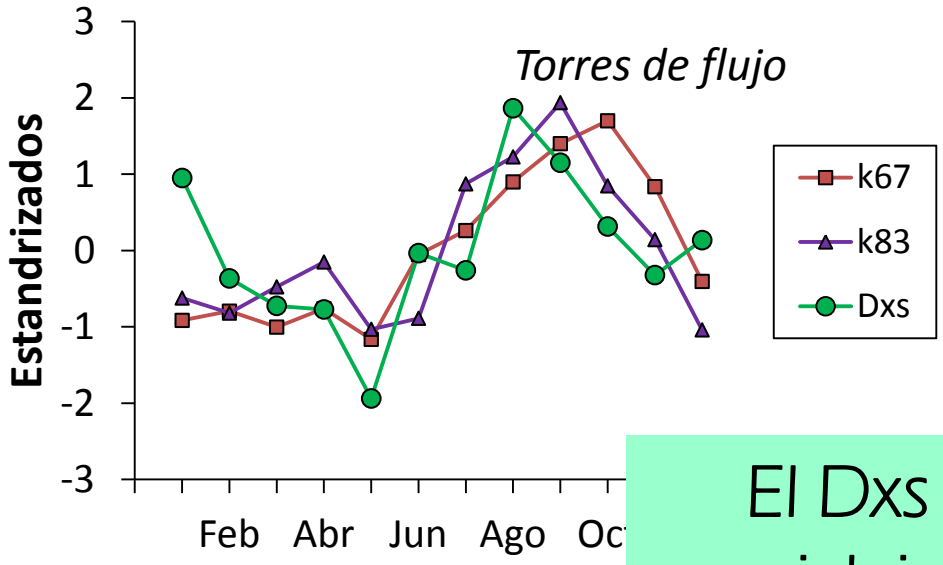


Déficit Pp sobre la Amazonía + régimen del sur

Dxs

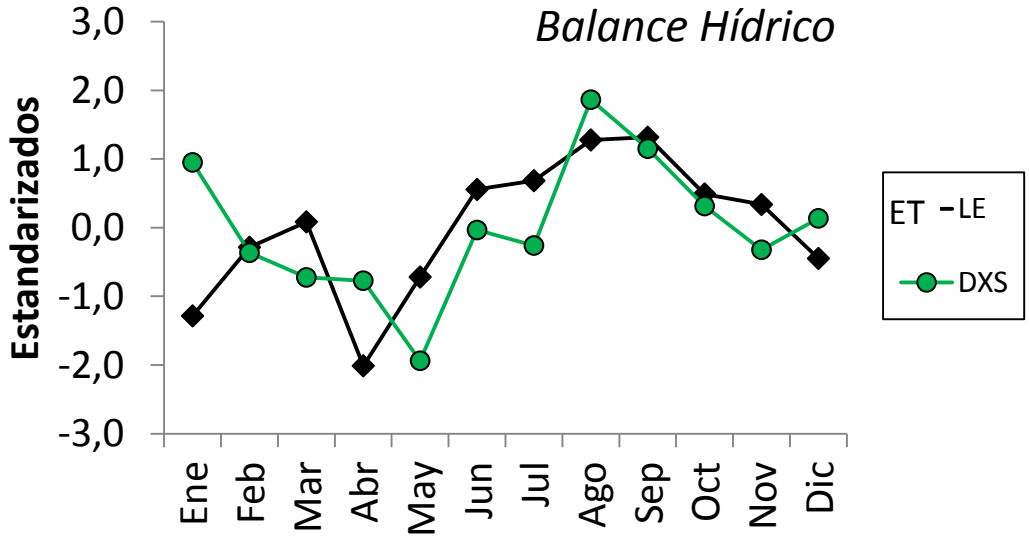
Evaluación de EXCESO DE DEUTERIO como TRAZADOR de RECICLAJE de HUMEDAD

NIVEL REGIONAL



El Dxs es un potencial indicador de reciclaje de humedad a nivel regional.

NIVEL LOCAL

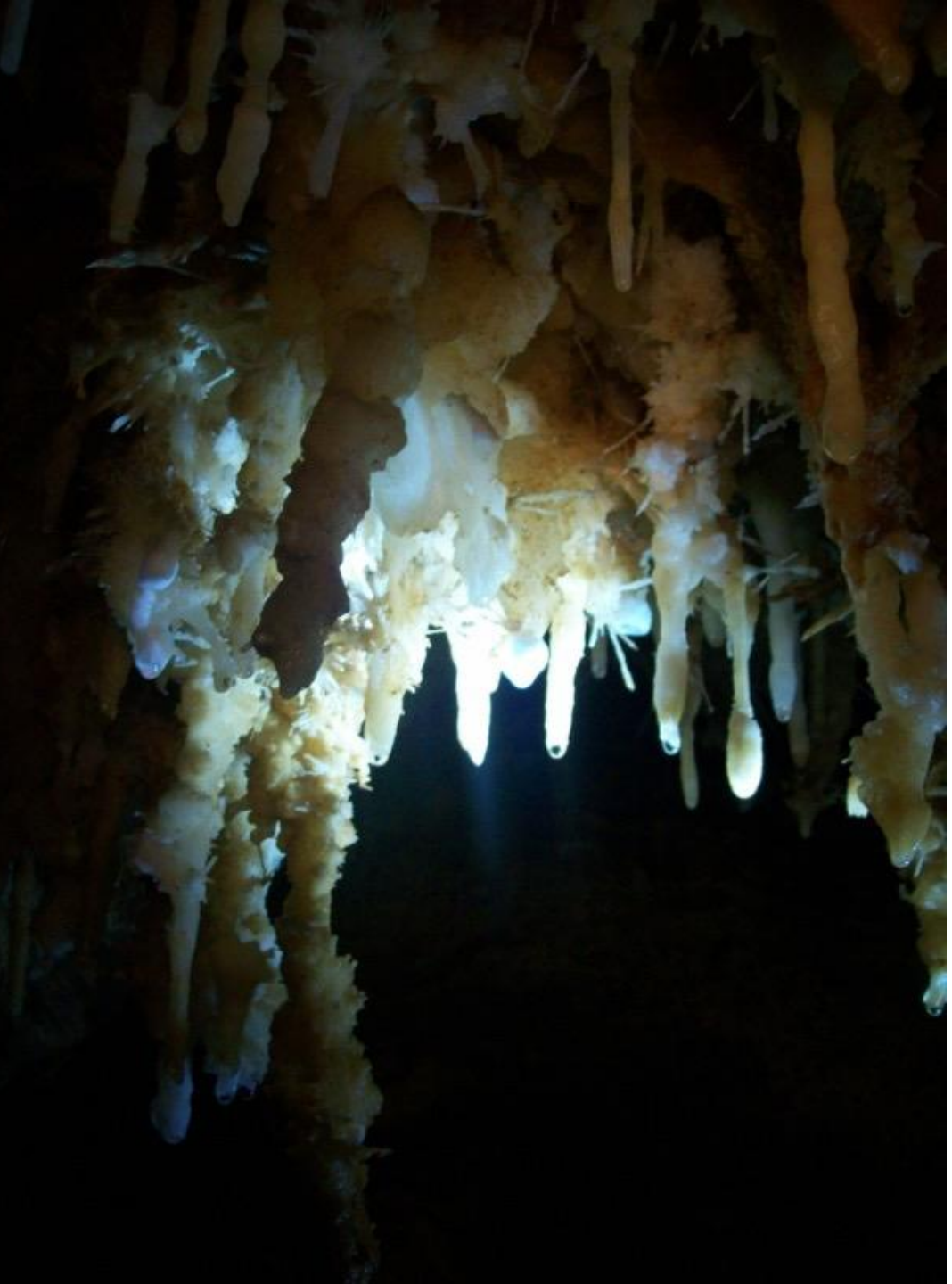


Correlación entre ET y Dxs

Torre	r
K83	0.58
K67	0.60
Marañón	0.53

CONCLUSIONES

- La señal isotópica de las lluvias no representa completamente los parámetros atmosféricos locales.
- La circulación atmosférica es responsable de la diversidad de fuentes de humedad, ejerciendo así un control adicional sobre la señal isotópica.
- La intensidad de los procesos convectivos es el principal factor que modifica el registro isotópico.
- La similitud entre los ciclos anuales de ET y Dxs indica que que el Dxs se puede validar como trazador de reciclaje de humedad en la Amazonía.



¡GRACIAS!

angela.ampuero@gmail.com