Geofísica
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

dgf

Variabilidad de la humedad sobre el Altiplano Sudamericano durante la temporada de observación del experimento Jet de bajo nivel sudamericano (SALLJEX)

Autores: Mark Falvey y René Garreaud (2005)

Jacqueline Hidalgo P.

Contenidos

Introducción

Datos y Metodología

Resultados

Resumen y Discusión

Conclusiones

INTRODUCCIÓN

Descripción geográfica del Altiplano Sudamericano

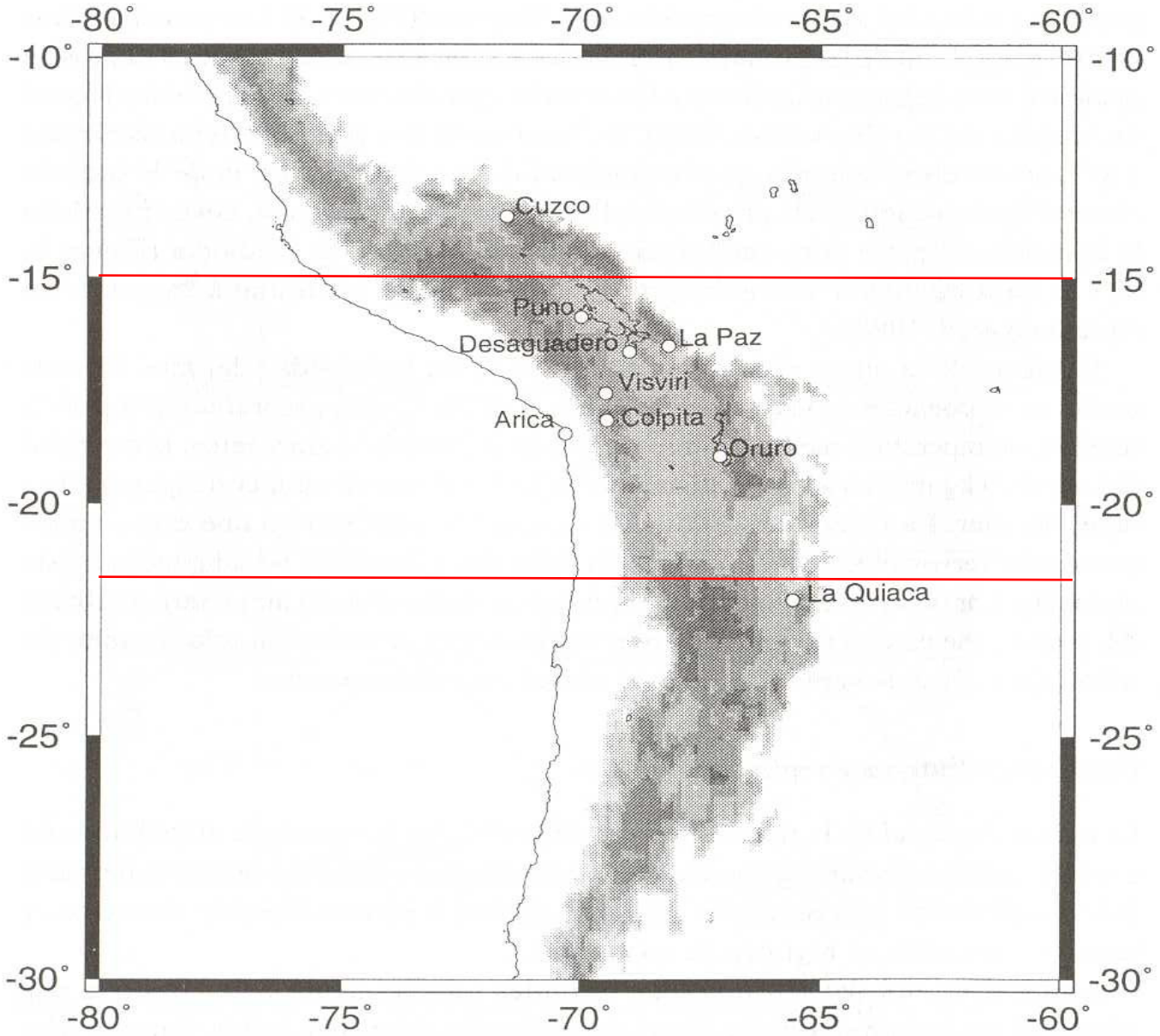

Figura 1. Topografía del Altiplano Sudamericano. Colores grises determinan los niveles de altura.
Fuente: Aceituno P., 1997.

Variabilidad de la humedad y precipitación en el Altiplano: Antecedentes previos

1. El régimen pluviométrico tiene un marcado ciclo estacional, donde la mayor precipitación se concentra durante los meses de verano producto de tormentas convectivas, Aceituno, P, 1997; Garreaud R. et al 2003; Vuille y Keiming, 2004 entre otros.

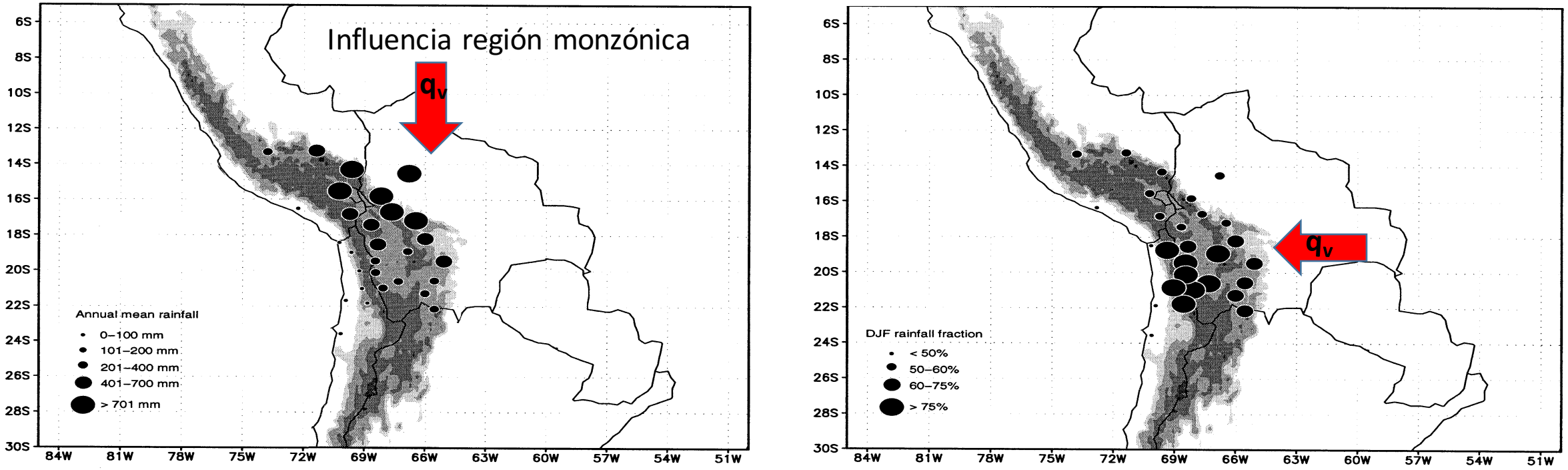

Figura 2. Elevación del terreno y precipitación media anual sobre los Andes Centrales y zonas bajas aledañas (panel izquierdo) y fracción de la precipitación media anual concentrada en los meses de verano, DEF (panel derecho).
Fuente: Garreaud R, et al, 2003.

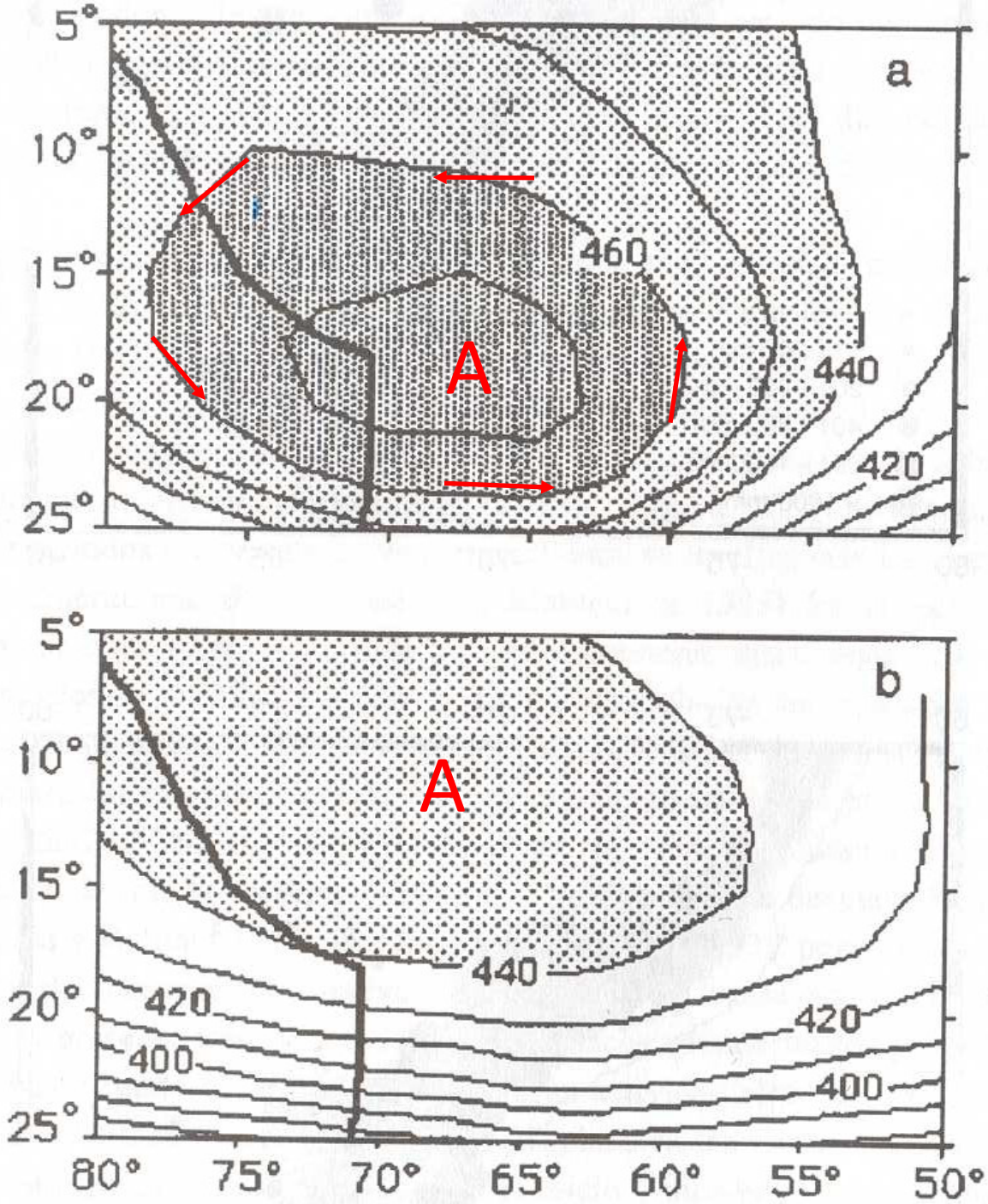

Figura 3. Altura geopotencial de 200 hPa durante períodos húmedos (a) y secos (b). *Fuente: Aceituno P., 1997.*

2. La variabilidad de la humedad está asociada con variaciones en los patrones de circulación tanto locales como sinópticos en niveles medios como altos de la troposfera. Duración 5-15 días *(Aceituno,P.1997, Garreaud,1999 entre otros).*

Modelo conceptual: Patrones de escala regional, humedad y actividad convectiva

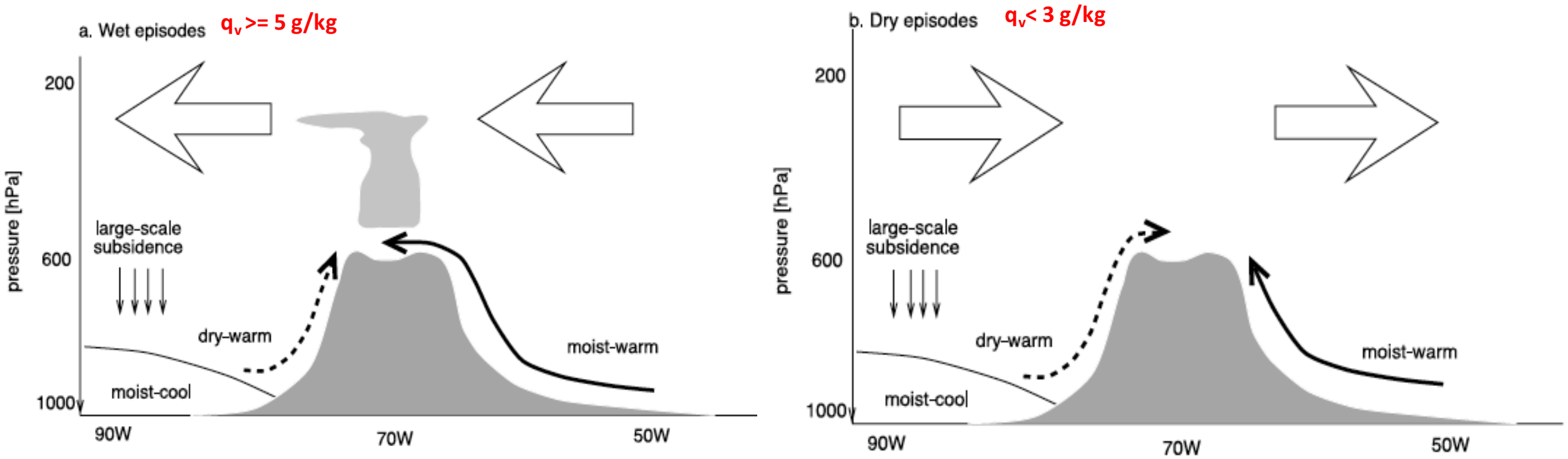

Figura 4. Esquema de los patrones de circulación y el comportamiento de las masas de aire en los Andes centrales, corte vertical/longitud en las latitudes del Altiplano. a) Episodios lluviosos, b) Episodios Secos. *Fuente: Garreaud R, et al, 2003.*

Propósito del estudio

Mejorar el conocimiento acerca de la variación espacio-temporal del vapor de agua en la CLA sobre el Altiplano a escala intra-estacional y menor y su relación con la convección y mecanismos asociados con el trasporte de humedad.

DATOS Y METODOLOGÍA

Área de estudio

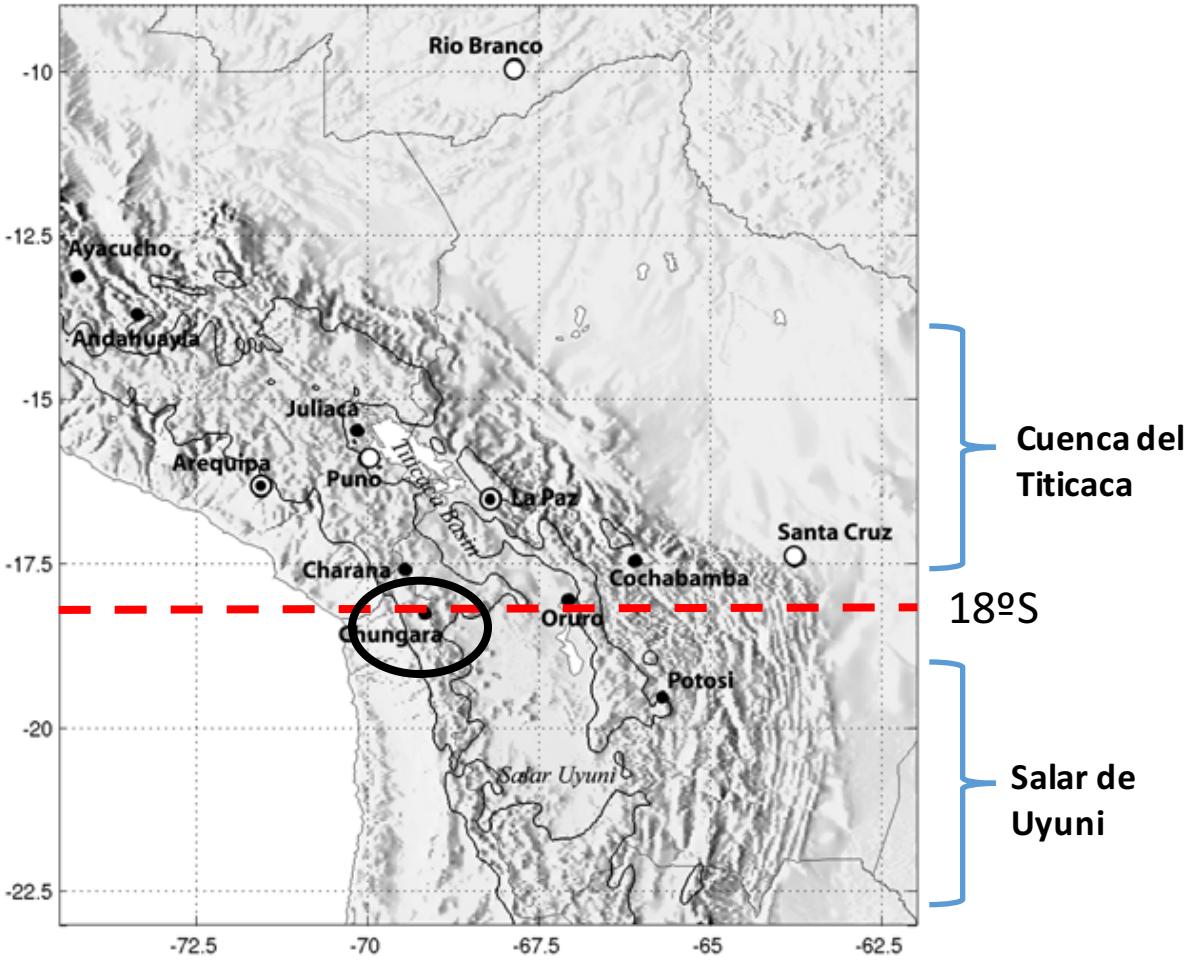

Figura 5. Ubicación geográfica de las estaciones de superficie y altura. En círculos pequeños corresponden a las observaciones de superficie y en círculos grandes indica el lugar de los globos pilotos y lanzamiento de radiosonda.

Período de estudio y fuente de datos

Las observaciones abarcan un total de 93 días comprendido entre el 15 de noviembre de 2002 al 15 de febrero del 2003 (SALLJEX).

Datos de Superficie

Variable	Tipo de dato	Intervalo de tiempo
Precipitación acumulada	Sinóptico	12 UTC
Temperatura	Automático	15’
Humedad	Automático	15’
Viento	Automático	15’

Datos de altura

Variable	Tipo de dato	Intervalo de tiempo
Viento	Globo piloto	12 UTC y 21 UTC
Viento	Radiosonda	2 a 4 veces al día (período de interés)

Datos Satelitales

Variable	Tipo de satélite	Tipo de instrumento	Intervalo de tiempo	Resolución
PW	-	GPS	2 horas	2500 m (altura)
PW	TERRA	MODIS	0330 UTC y 1530 UTC	2330 km (ancho) (1 KM)
PW	AQUA	MODIS	0630 UTC y 1830 UTC	2330 km (ancho) (1 KM)
T_{bb}	GOES 8	-	3 horas	4 x 4 km
Vapor de Agua	DMSP; TRMM; AQUA	SSM/I; TMI; EOS	diarios	0.25 x 0.25 km

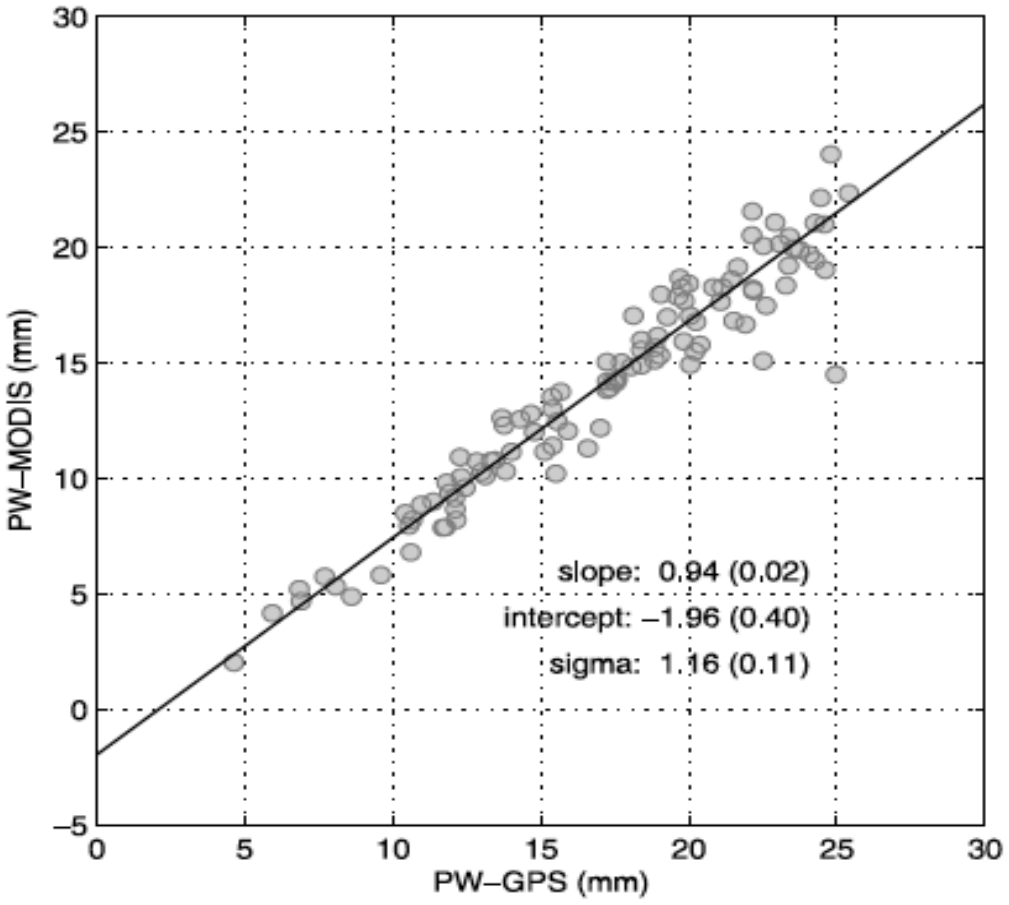

Figura 6. Comparación de datos PW con GPS y MODIS en Arequipa.

*Período de Validación 5/11/2002 hasta 15/4/2003

RESULTADOS

Variación de la humedad

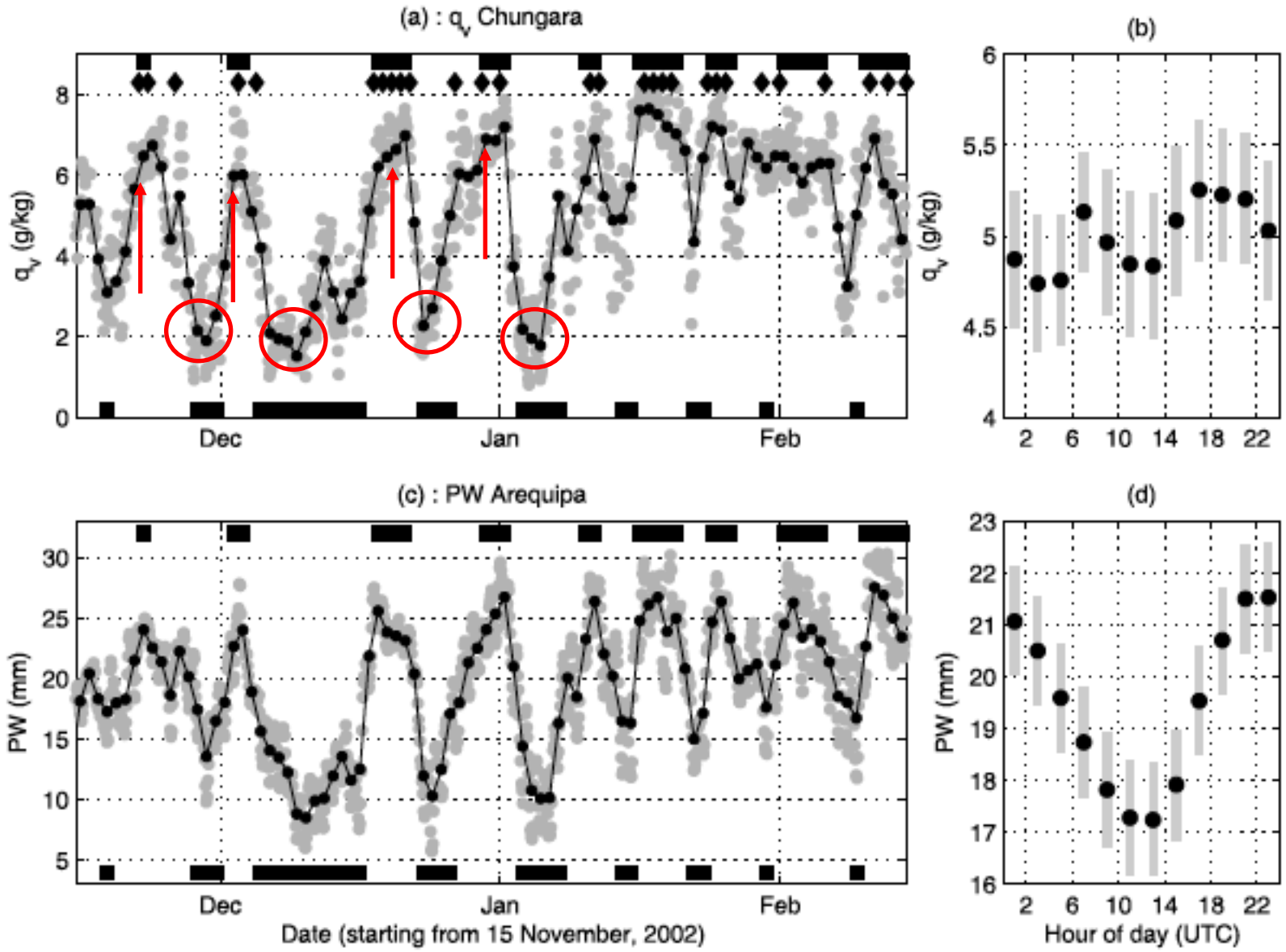

Figura 7. Humedad observada en el lado oeste del Altiplano.

a): q_v en Chungará
c): PW en Arequipa

b y d: Ciclo diario de la humedad y PW.

Rectángulos en negro arriba en "Tope (c)" (c - abajo) indican días lluviosos (secos) de PW media diaria. Los diamantes en negro indican en "a" días record de precipitación en Chungará y Charaña.

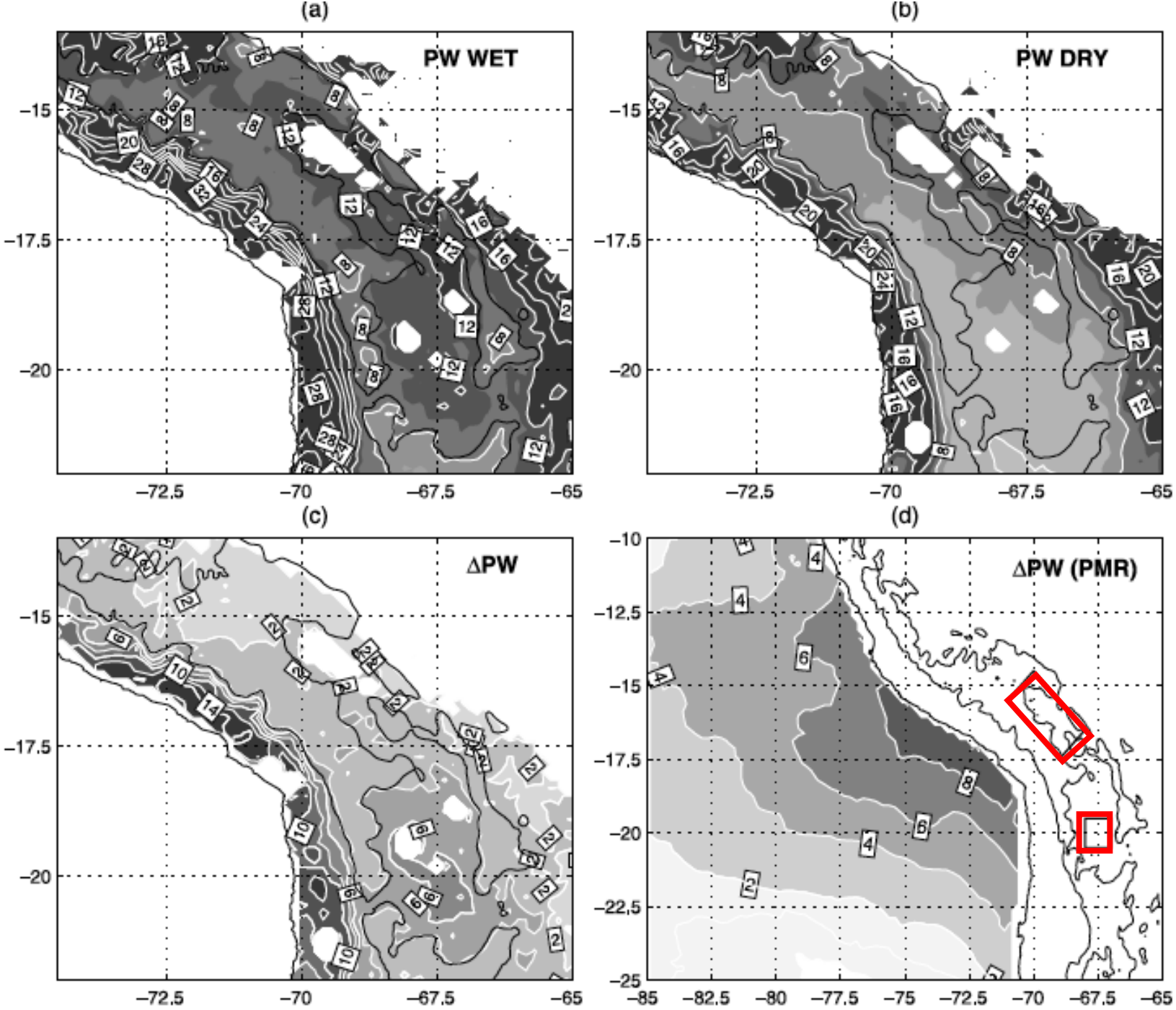

Figura 8. Compuestos medios diarios de episodios húmedos (a) y secos (b) de MODIS-PW. c) Diferencia entre PW en días húmedos y días secos (△PW). d) △PW determinado desde la combinación TMI, AMSR-E y SSM/I sobre el océano.

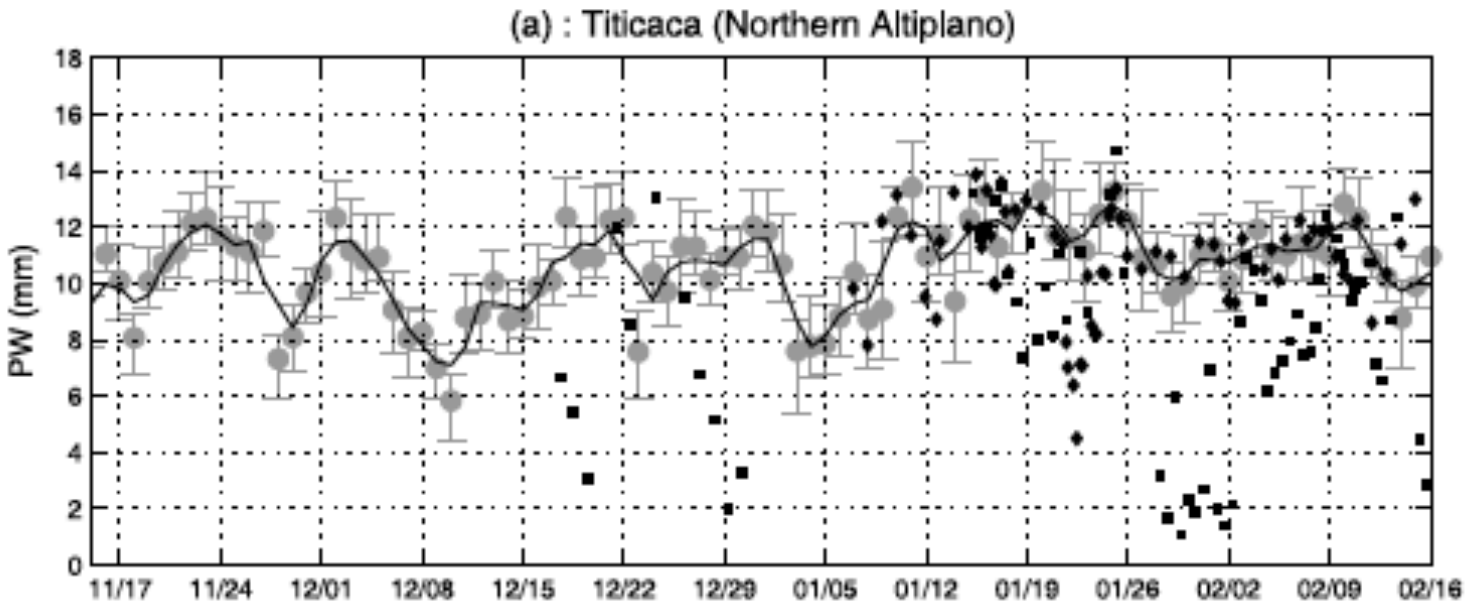

Figura 9. Serie de tiempo diaria PW-MODIS NIR, para la cuenca del Titicaca.

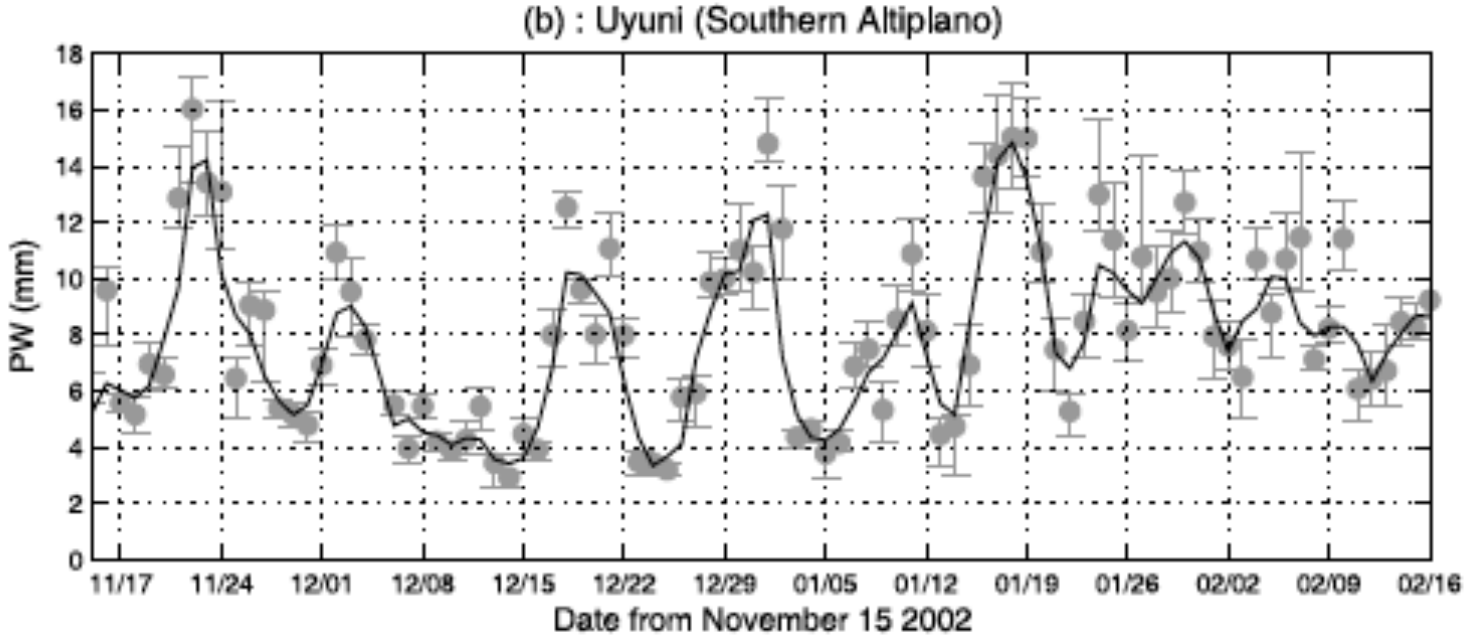

Figura 10. Serie de tiempo diaria PW-MODIS NIR, para Salar de Uyuni.

*Puntos grises mediana de PW de cada día con su error (barra).
*Línea negra, media móvil de 3 días.
* Diamantes (cuadrados) corresponden al radiosondeo de Sta. Cruz (Río Branco)

Relación entre la humedad y la ocurrencia de precipitación (episodios húmedos y secos)

RR = Episodios Húmedos

Existe una diferencia en la frecuencia de "húmedos" y "secos" en el lado occidental del Altiplano (Garreaud, 2000).

Tabla 1. Estadística de la precipitación de superficie para el período desde el 15 de noviembre 2002 al 15 de febrero 2003.

					Percent of Rain Events		
	Station	Height, m	R_{tot}, mm	N_{rain}	Wet	Unclassified	Dry
N	Ayacucho	2749	164	31	41.9[b]	35.5	22.6[b]
	Andahuayla	3444	328	27	44.4	33.3	22.2
	Juliaca	3827	167	24	45.8	33.3	20.8
	Arequipa	2520	1	1	100	0	0
	La Paz	4014	315	44	45.5	36.4	18.2
	Charana	4057	123	22	77.3	18.2	4.5
	Chungara	4200	46	8	62.5	37.5	0
	Oruro	3702	167	29	44.8	34.5	20.7
	Cochabamba	2531	157	37	40.5	37.8	21.6
	Potosi	3934	135	29	34.5	41.4	24.1
S	All	N/A	1603	252	46.4[b]	34.5	19.1[b]

R_{tot}: Récord totales de RR

N_{rain}: Nº de días cuando RR fue récord.

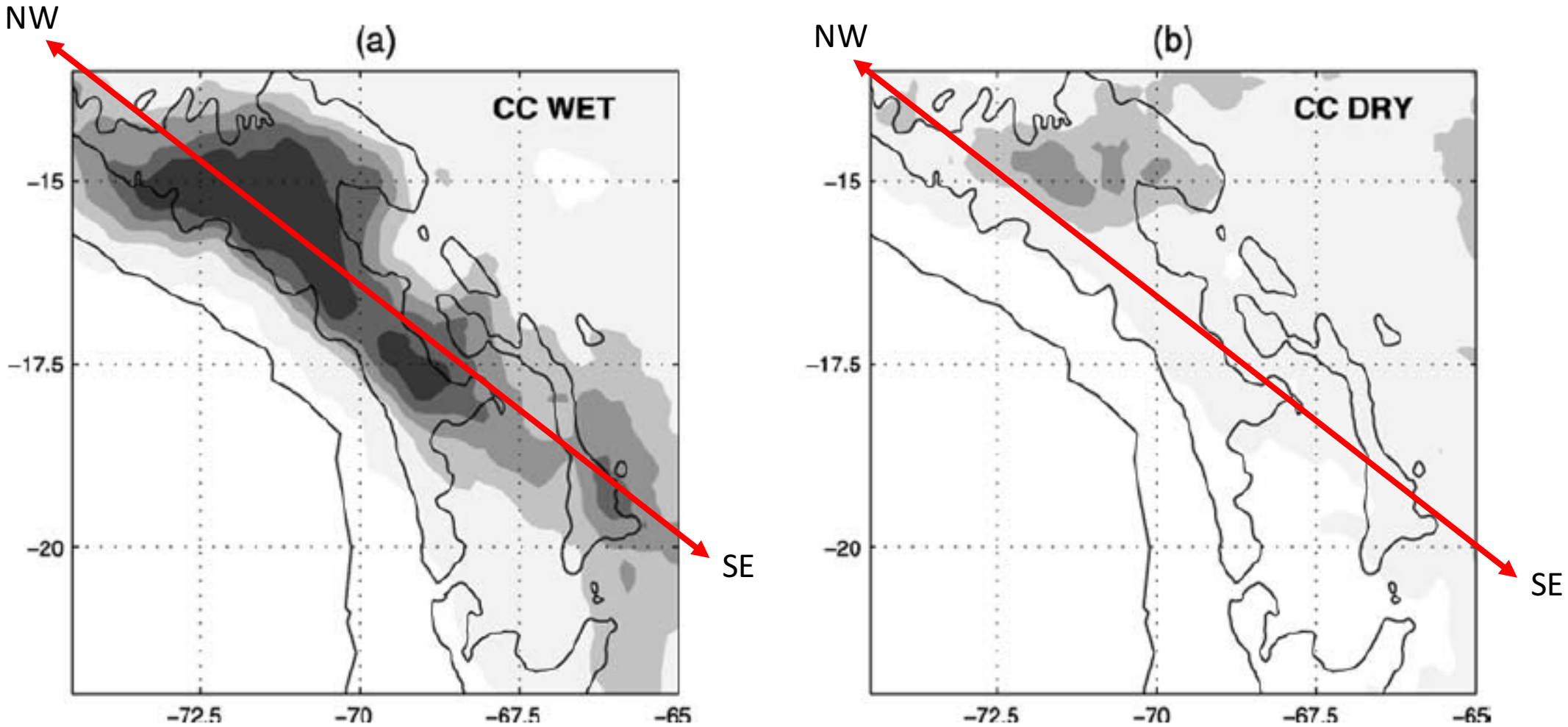

Figura 11. Nubosidad convectiva (CC) para a) períodos húmedos, b) períodos secos entre las 18 y las 00 UTC. Los contornos grises representan el % de días donde la temperatura de brillo de cuerpo negro fue bajo 240 K. La escala va de 10% a 50% cada 10%.

Análisis vertical del viento sobre el Altiplano

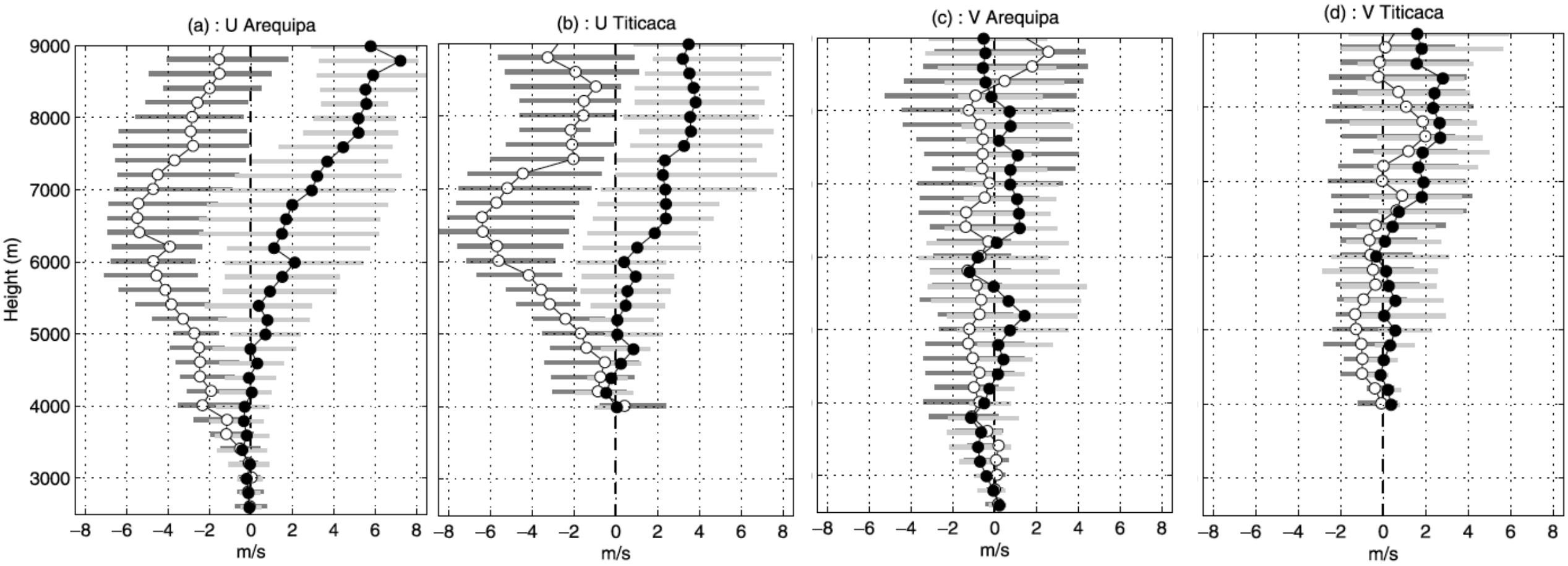

Figura 12. Perfiles medios de viento zonal (u) y meridional (v) sobre Arequipa (a y c) y cuenca del Titicaca (b y d). Círculos blancos para días húmedos y círculos en negro para días secos; Las barras representan el rango intercuartil.

Variación diurna de la humedad

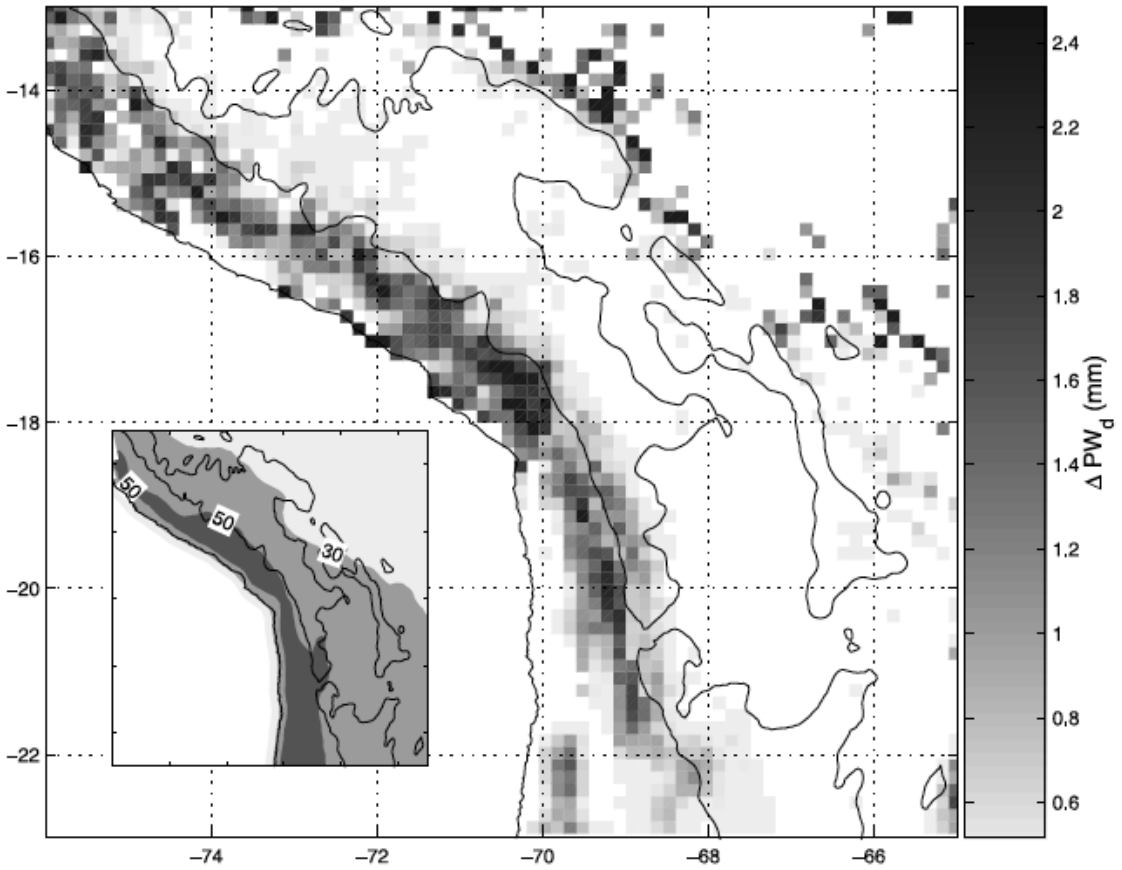

Figura 13. $\triangle PW_{TA}$ derivado desde MODIS a las 1530 UTC (TERRA) y a las 1630 UTC (AQUA). Se graficó sólo los valores de $\triangle PW_{TA}$ al 95% de significancia. Las áreas en blanco representan zonas donde no existe significancia de la media (insuficiencia de datos). El recuadro representa el porcentaje de días donde hubieron datos disponibles de $\triangle PW_{TA}$

RESUMEN Y DISCUSIÓN

Episodios Húmedos:

- PW media se distribuye de manera homogénea sobre la meseta con un valor medio de 12 mm.
- PW y la humedad sobre el Altiplano son equivalentes a las observaciones (a la misma altura) tanto en el lado oriental como en el lado norte del Altiplano.
- Al norte del Altiplano se observó un flujo medio del "este" entre 2 a 6 m/s en la mayor parte de la CLA.
- Tanto la precipitación como la nubosidad convectiva es mayor y se extiende a lo largo de la cordillera occidental de la parte norte del Altiplano.

Episodios Secos:

- PW es significativamente menor en el lado sur del Altiplano y a lo largo de la cordillera occidental de toda la meseta.
- Valores de PW permanecen altos y estables sobre la cuenta del Titicaca y la cordillera del noreste.
- No hay indicios de ningún secamiento importante de la atmósfera en el lado oriental del Altiplano.
- En el lado norte del Altiplano se observan en altura vientos del oeste.
- Baja frecuencia de nubosidad convectiva en todo el Altiplano (<20%), excepto en el lado norte.

Estimaciones de PW con MODIS:

- Las variaciones de humedad durante el día es intensa en los lados oeste y este del Altiplano, no identificando una variación sobre la meseta.

¿Porqué la humedad alcanza el Altiplano durante los episodios de lluvia?

- Garreaud (1999): Indicó que se debe a que el flujo de momentum que viene desde el este desciende sobre la meseta, porque los vientos en altura tienden a acelerar durante el día estos flujos (este), resultando un transporte de aire rico en humedad desde tierras bajas continentales hacia la meseta. ***Coincidente con lo encontrado en este estudio, ya que una simple advección horizontal parece suficiente como mecanismo de transporte de humedad hacia el Altiplano***.

CONCLUSIONES

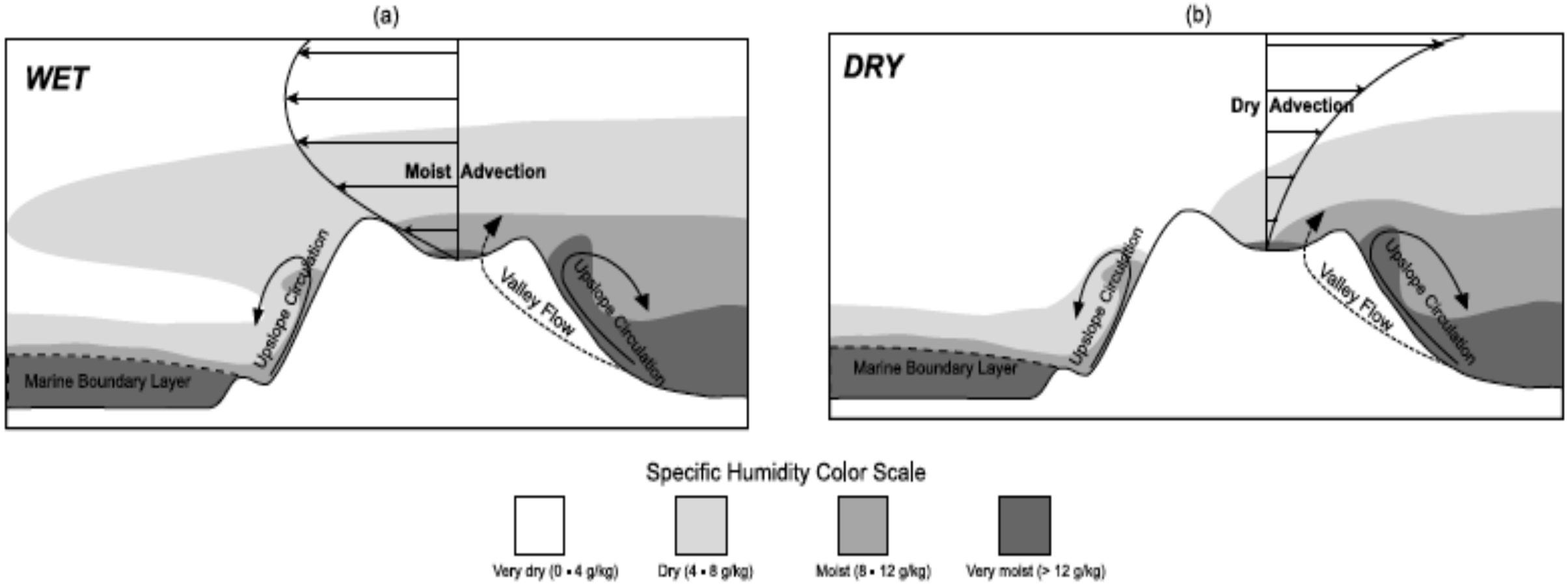

Figura 14. Esquema que resume las caracterísiticas fundamentales de los episodios lluviosos (a) y secos (b) en el lado norte del Altiplano. Las áreas sombreadas representan el vapor de agua atmosférico.

MUCHAS GRACIAS