

# **R7584 HeDeCom: Herramientas desarrolladas en comunidades rurales para mayor producción y conservación de recursos en Tarija**

Un proyecto financiado por el Ministerio Británico de Desarrollo Internacional y dirigido por la Universidad de Leeds en colaboración con PROMETA y ACLO-Radio Tarija

## **La Oscilación del Sur y pluviosidad en el sudoeste de Tarija**

Informe técnico

David Preston

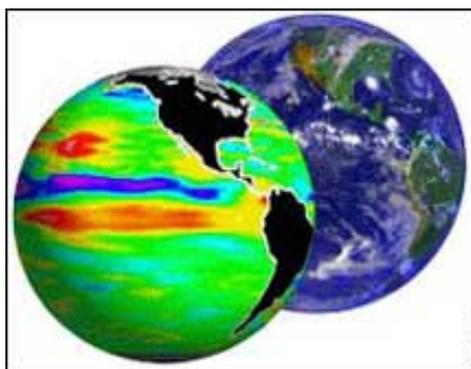


*DFID Natural Resources Systems Programme*

Agosto de 2000

Desde que se identificaron las relaciones entre la Oscilación del Sur [OS] en la primera parte del siglo XX los análisis se han enfocado en aquellas áreas donde las relaciones parecieron más notables. Señales fuertes de la OS parecen influir la precipitación en América sudoriental, el noroeste de Brasil, la costa peruana y Chile central (Ropelewski and Halpert 1987, Caviedes and Waylen, 1998 y Tapley and Waylen 1995).

En los últimos años se han publicado una serie de artículos que indican una relación entre el señal OS y la pluviosidad en el altiplano de Bolivia y, en menor grado, el oriente boliviano. El establecimiento de una estación meteorológica en el cumbre de Sajama, en la cordillera occidental de los Andes ha facilitado la recolección de más datos para el estudio detallado del clima boliviano. Aunque ningún estudio hasta ahora ha incluido datos del departamento de Tarija hay poca razón por no creer que las relaciones entre la OS y la precipitación en los valles y el altiplano de Tarija estarían muy distintas de las regiones más al norte. Un artículo de Ronchail revisa las variaciones en la precipitación en Bolivia, utilizando datos de un gran número de estaciones pero con sólo Cochabamba dentro de los valles (Ronchail 1998) y mayormente se compara las variaciones de precipitación del altiplano con el oriente. Es útil examinar la importancia [a la falta] de relación entre la OS y la precipitación en el sudoeste de Tarija para evaluar su potencial como herramienta para pronósticos para apoyar los agricultores de la región. El sudoeste de Tarija un área muy parecido al altiplano del noroeste de Bolivia - tanto su altura (alrededor de 3700 m) que su aridez - y los valles poblados cerca a la ciudad de Tarija donde vive una mayor proporción de la población departamental.



Aunque una característica de la precipitación en el altiplano y los valles es su variabilidad, se cree que la OS tiene una fuerte influencia sobre la cantidad de lluvia durante la época lluviosa. Varios análisis de la distribución y periodicidad de las precipitaciones han concluido que la fase caliente OS - El Niño (ENSO) - se asocia con una pluviosidad menor que el promedio en el altiplano (Ronchail 1998, Vuille et al 1998), pero también hay otros períodos de sequía sin relación al ENSO. Vuille se ha concluido que 'la precipitación tiene la tendencia de estar deficiente en el oeste del altiplano boliviano durante..[el

verano ENSO]..pero que la relación es débil y no-significativa' (Vuille 1999, 1979). La fase fría LNSO - La Niña - al contrario se estima de tener menos influencia sobre la pluviosidad aunque a veces está asociado con una pluviosidad más que el promedio en el altiplano. Ronchail y Vuille han notado recientemente una tendencia a una pluviosidad mayor que la media en la época húmeda después de un año ENSO (Ronchail, 1998, Vuille 1999). Los artículos de Ronchail y también Aceituno y Montecinos (1993) comentan cambios en la relación entre eventos OS y la pluviosidad durante el siglo pasado y que los eventos SO han estado más frecuente durante las tres últimas décadas de siglo XX.

La percepción de los gobiernos y el pueblo de la influencia de eventos El Niño y La Niña sobre la pluviosidad - sequías y lluvias torrenciales y prolongadas - se ha agudizada durante y después del Niño de 1997-1998. La simplificación de la realidad casi inevitable por las medias de comunicación ha tenido la consecuencia que se hecha la culpa al Niño a cualquier sequía en el altiplano o lluvia excesiva en el oriente. Este no tiene relación con la cantidad precisa de lluvia. Aun durante un período de crisis, sea de sequía o inundación, rara vez se hace mención de la pluviosidad mensual precisa o una medida cuantitativa de su desviación del la media. Eso se estimula al pueblo de no tomar en cuenta como se debía la importante variación en el tiempo y en el espacio que es típica de la pluviosidad en muchas regiones de Bolivia. La percepción del público de la naturaleza de la relación entre la OS y pluviosidad es muy incierta y hay poco debate de las pruebas cuantitativas necesario para reforzar su percepción de que realmente son eventos meteorológicos excepcionales. No existe una

tradición de pronósticos climáticos estacionales ni alerta temprana sobre la posibilidad de sequía [o inundación] una vez que se ha identificado un evento fuerte OS.

Este informe analiza la relación entre eventos de la OS y la pluviosidad durante la época húmeda (octubre hasta marzo) durante el período por lo cual tenemos datos. Hemos utilizado datos de siete localidades en el sudoeste de Tarija, Bolivia<sup>1</sup>. Poca lluvia cae durante la otra parte del año que no hemos tomado en cuenta en este análisis sencillo. Se trata de estimar si hay diferencias en la cantidad de precipitación en años con un señal SO fuerte y otros con ningún señal en las áreas del sudoeste de Tarija donde trabajamos. Nuestro propósito es de evaluar la seguridad y valor potencial de elaborar pronósticos climáticos en base a la fuerza del señal OS actual y futuro probable, para apoyar la planificación de los agricultores para la época lluviosa próxima. En nuestro futuro trabajo con hogares rurales, colaboremos con tres escuelas rurales para registrar datos de temperatura y pluviosidad, recolectar conocimientos locales sobre eventos climáticos extremos en el pasado y sus maneras de hacer sus propios pronósticos climáticos.

Estas investigaciones y colaboración con gente de tres comunidades se hacen en un momento cuando se da cuenta de métodos para mejorar la elaboración de pronósticos climáticos para ayudar a agricultores en su planificación para los próximos meses - sobre todo en época de lluvia. Trabajo anterior en Africa de sur (comentado en general en el artículo de Blench 1999) demuestra una parte de la potencial de pronósticos climáticos para apoyar a agricultores y otros. Investigaciones en varios partes del mundo han analizado en un libro importante de Stern y Easterling (1900). Trabajo muy comparable está en marcha en Perú y el norte de Bolivia (Valdivia y otros 1999).

Datos de precipitación están disponibles durante nueve episodios OS en Tarija, cinco de los cuales fueron cálidos episodios El Niño y cuatro fríos La Niña. El reciente fase frío (1999-2000) se ha incluido aunque sólo los datos del aeropuerto de Tarija están disponibles.

Cuadro 1 Episodios OS por los cuales hay datos

<b>Episodios cálidos El Niño</b>	1972-73, 1982-83, 1986-87, 1991-92 and 1997-98
<b>Episodios fríos La Niña</b>	1973-74, 1975-76, 1988-89 and 1999-2000

Datos pluviométricos para el período 1970-1999 se presentan para localidades indicados en la tabla 2. Se incluye dos estaciones en los valles de Tarija (Alisos y Concepción), dos cerca a la cordillera de los Andes (Alisos y Rejará), dos con periodos cortos de datos sobre el altiplano (Izacaychi y Pasajes) y uno en el valle del río San Juan del Oro (Tojo).

Cuadro 2 Estaciones meteorológicas utilizadas

<b>Estación</b>	<b>Promedio lluvia (mm.)</b>	<b>Periodo de datos</b>
<b>Tarija (ASAANA)</b>	597	1951-2000
<b>Rejará</b>	1134	1980-94
<b>Alisos</b>	851	1982-94
<b>Tojo</b>	319	1975-94
<b>Concepción</b>	595	1970-94
<b>Pasajes</b>	298	1986-94
<b>Izacayachi</b>	325	1989-97

Se analizo datos de las estaciones lluviosas y totales mensuales se han presentados como porcentajes de promedio mensual. El promedio es lógicamente una estadística más segura para las estaciones con más años de datos.

La desviación de pluviosidad del promedio mensual se compara cada mes con una medida de la intensidad del episodio OS, calculado por el Climate Prediction Center del la NOAA en

<sup>1</sup> Reconocemos la colaboración de SENAMHI Tarija en la facilitación de acceso a los datos en sus archivos

EE.UU. (CPC 2000). Esta medida se calcula utilizando las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico tropical en períodos de tres meses por cada uno de lo cual se clasifica como fuerte, moderado o débil. Los datos del aeropuerto de Tarija son los mejores para los valles de Tarija y ofrece la mejor base estadística para comparar la pluviosidad con la fuerza del evento OS (Cuadro 3).

Cuadro 3  
**Diferencias del promedio de pluviosidad, Aeropuerto de Tarija (ASAANA)<sup>2</sup>**  
(Porcentajes)

Años de época lluviosa	Indice OS	Oct	Nov	Dic	Indice OS	Ener	Feb	Marzo
1955-56	C+	28	102	29	C	138	163	21
1957-58	W	204	51	93	W+	139	71	116
1965-66	W+	36	16	92	W	131	34	109
1972-73	W+	57	87	86	W	112	75	199
1973-74	C+	53	25	64	C+	77	145	105
1974-75	C+	73	26	152	C	152	110	28
1975-76	C+	41	123	126	C	114	54	134
1982-83	W+	90	32	157	W+	43	55	7
1988-89	C+	44	18	140	C+	81	62	116
1992-93	W	228	83	43	W+	194	110	67
1997-98	W+	15	99	44	W+	69	38	79
1999-2000	C	37	101	25	C+	76	92	263

W+ El Niño fuerte cálido, W El Niño moderado cálido C+ La Niña fuerte, fría

En el cuadro se incluye cada época de lluvias durante la cual había una señal fuerte de la OS (W+ o C+) por lo menos durante un período de tres meses. Del cuadro se puede observar que hay mucha variabilidad de precipitación dentro de cada época de lluvias tanto que entre los años. Aun durante las dos épocas de lluvias con el señal ENSO más fuerte (1982-83 y 1997-98) cuando la mayoría de los meses tenía menos precipitación que la media había un mes cuyo pluviosidad era la media o superior al promedio. Sin embargo mientras los años del Niño son frecuentemente secos, los años de La Niña tiene tantos años de sequía que de alta lluvia.

Si se hace una comparación del número de meses con un señal fuerte OS y las anomalías de pluviosidad basado en los datos del aeropuerto de Tarija se observa que más de la mitad de los meses con un señal ENSO fuerte tiene menos que 80% del promedio de pluviosidad (Cuadro 4).

Cuadro 4  
**Variación de pluviosidad y señales fuerte OS**

Señal fuerte	Meses secos (<80% media)	Meses lluviosos (>120% media)
La Niña	54	25
El Niño	58	13

También es notable que 14 % de los meses del Niño (en realidad 3 sobre 24 meses) tenía más lluvia que la media y un mes (Enero de 1993) tenía casi el doble de la pluviosidad media. No es posible concluir que los años de La Niña son más lluviosos que la media, en realidad estadísticamente los meses secos son más probables que los lluviosos.

Hay pocos datos de otras localidades en el sudoeste de Tarija y es más difícil analizar la relación entre la pluviosidad y la señal OS. En el cuadro 5 se demuestra - para cuatro

<sup>2</sup> Precipitación media 597 mm

estaciones meteorológicas en localidades distintas - la proporción de los meses en los cuales la señal OS es fuerte cuya precipitación es muy fuera de la media<sup>3</sup>

**Cuadro 5**  
**Pluviosidad durante períodos de señales OS fuerte**

Localidad	Lugar	Promedio de pluviosidad	El Niño	La Niña	# meses con un señal fuerte
		mm.	Meses secos (%)	Meses secos o lluviosos (%)	
<b>Rejará</b>	Faldas de la cordillera	1134	89	100 seco	12
<b>Alisos</b>	Faldas de la cordillera	851	67	67 seco	12
<b>Tojo</b>	Valle del Río San Juan del Oro	319	56	50 seco	17
<b>Concepción</b>	Valle de Tarija seco	595	33	22 lluvioso	21

Se puede observar que la frecuencia de meses más secos que la media durante los meses del Niño se parece mucho o es aun más que el aeropuerto de Tarija pero Concepción parece muy anómalo. Las épocas de La Niña, como en el caso de los datos del aeropuerto de Tarija, no demuestran una relación constante con meses secos o lluviosos. No se puede detectar diferencias entre las regiones del sudoeste de Tarija posiblemente por los pocos datos que hay. De todas formas parece que el señal ENSO tiene mejor relación con la pluviosidad baja que el señal de La Niña tiene con la pluviosidad alta. Análisis adicional utilizando datos de otras áreas altiplánicas vecinas - como Tupiza en el departamento de Potosí - y otras áreas más al este pueden probar la naturaleza de las relaciones entre la OS y la pluviosidad.

### **Conclusiones**

Durante los episodios del Niño es muy probable que haya cantidades de lluvias deficientes durante la época lluviosa pero hay mucha variación entre un mes y otro y un año y otro. Nos parece poco probable que la señal OS puede servir como componente de pronósticos climáticos. Los agricultores necesitan información más detallada que puede originarse de pronósticos climáticos hasta ahora. Por ejemplo necesitan saber la probabilidad de lluvias durante la época de siembra, pero es posible que aun los pronósticos de confiabilidad mediana pueden servir.

Durante los episodios de La Niña, las variaciones de la media no demuestran un modelo evidente y se puede esperar tantos meses secos que lluviosos. Parece que tales episodios no pueden servir para pronósticos en el futuro.

Este análisis breve de los datos pluviométricos por una parte del departamento de Tarija demuestra un acuerdo con los trabajos de Ronchail y Vuille. Es necesario ampliar este trabajo a otros áreas de valle y altiplano con buenos datos meteorológicos para probar cualquier relación que puede existir entre los señales OS y la pluviosidad. Es probable que, en el futuro, se podía utilizar con otros datos para pronósticos que podían ayudar a los agricultores. Es importante que esos pronósticos sean comprensibles, con una clara indicación de sus limitaciones y puesto en el contexto de la variedad de datos locales que todavía utilizan los agricultores.

<sup>3</sup> Es decir menos que 80% del promedio (seco) o más que 120% del promedio (lluvioso)

## **Bibliografía**

Aceituno, P and A Montecinos, 1993, Análisis de la estabilidad de la relación entre la Oscilación del Sur y la precipitación en América del Sur. Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines, 22(1), 53-64.

Blench, R, 1999, Seasonal climatic forecasting: who can use it and how should it be disseminated? ODI, London.  
[www.oneworld.org/odi/rpeg/...diction/nrp\\_tanzania\\_workshop.htm](http://www.oneworld.org/odi/rpeg/...diction/nrp_tanzania_workshop.htm). (Accessed 12/02/99)

Caviedes, C N and P R Waylen, 1998, Respuestas del clima de América del Sur a las fases de ENSO, Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines 27(3), 613-626

Climate Diagnostics Center, 2000, Multivariate ENSO Index (MEI).  
[www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/mei.html](http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/mei.html) (Accessed 4 February 2000)

Climate Prediction Center, 2000, Cold and Warm Episodes by season,  
[www.cdc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.html](http://www.cdc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.html) (Accessed 2 February 2000)

Ronchail, J, 1995, Variabilidad interanual de las precipitaciones en Bolivia, Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines, 24(3), 369-378.

Ronchail, J, 1998, Variabilité pluviométrique en Bolivie lors des phases extrêmes de l'oscillation australe du Pacifique (1950-1993), Bulletin de l'Institut Français des Etudes Andines, 27(1), 657-698.

Ropelewski, C F and M S Halpert, 1987, Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation, Monthly Weather Review, 115, 1606-1626.

Stern, P C and W E Easterling (eds.), 1999, **Making climate forecasts matter**, National Academy Press, Washington.

Tapley, T D and P R Waylen, 1995, Spatial variability of annual precipitation and ENSO events in western Peru, Journal of Hydrological Sciences, 35(4), 429-446

Valdivia, C, J L Gilles, R Quiroz, and C Jetté, 1999, Climate variability and household welfare in the Andes: farmer adaptation and use of weather forecasts in decision making.  
[www.ssu.missouri.edu/facul...divia/publications/climatesum.htm](http://www.ssu.missouri.edu/facul...divia/publications/climatesum.htm)  
(Accessed 3/2/00)

Vuille, M, D R Hardy and R S Bradley, 1998, El impacto de los fenómenos El Niño/La Niña en la región del Nevado Sajama, Bolivia. In **Seminario el fenómeno de el Niño en Bolivia. Evaluación, balance y perspectivas**, Dirección General de Planificación y Ordenamiento del Territorio. La Paz, 229-247