

VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y DOCUMENTOS HISTÓRICOS EN LA ANTIGUA CHARCAS (BOLIVIA) ENTRE LOS SIGLOS XVI Y XIX

Alain Gioda , Maria del Rosario Prieto***

Resumen

La región de Potosí, una zona semiárida donde durante tres siglos fue indispensable un aprovisionamiento hídrico para la metalurgia de la plata, es un buen campo de estudio para la historia del clima andino. Los documentos narrativos que han sido consultados provienen de Bolivia (Potosí y Sucre, la antigua Charcas), Argentina (Buenos Aires) y España (Madrid y Sevilla -Archivo General de Indias-), ya que Bolivia actual no cubría sino un sexto aproximadamente de la Real Audiencia de Charcas (1661-1776), la parte meridional del Virreinato español del Perú. El resto de los documentos es un volumen importante y se refiere a regiones hoy en día extranjeras a Bolivia, de ahí el carácter intermedio de este trabajo. En la historia, las relaciones entre sequías y la fuerza de los eventos El Niño son presentadas y discutidas como vínculos de los episodios fríos con La Pequeña Edad del Hielo. Entre las conclusiones, se debe remarcar que los grandes periodos secos andinos, que también son identificados en Charcas y en Potosí en 1560-1641 y 1780-1820, están correlacionados con pulsaciones frías de la Pequeña Edad del Hielo.

Palabras claves: *sequia, frio, El Niño, Pequeña Edad del Hielo, historia colonial, Potosí, Charcas, Bolivia.*

VARIABILITÉ CLIMATIQUE ET SOURCES NARRATIVES À CHARCAS ET EN BOLIVIE ENTRE LES XVI^e et XIX^e SIÈCLES

Résumé

La région de Potosí, une zone semi-aride où un approvisionnement régulier en eau était indispensable à la métallurgie de l'argent pendant trois siècles, est un bon terrain d'étude pour l'histoire du climat andin. Les sources narratives consultées sont boliviennes (Potosí et Sucre, l'ancienne Charcas), argentines (Buenos Aires) et espagnoles (Madrid et Séville - Archivo General de Indias) car la Bolivie actuelle ne couvre que la sixième environ de la Real Audiencia de Charcas (1661-1776), la partie méridionale de la vice-royauté espagnole du Pérou. Le restant des sources est d'un volume important et il concerne des régions aujourd'hui étrangères, d'où le caractère intermédiaire de ce travail. Dans l'histoire, les relations entre les sécheresses et la force des El Niño sont présentées et discutées comme les liaisons des épisodes froids avec le Petit Age Glaciaire. Parmi les conclusions, il faut souligner que les grandes périodes sèches andines qui sont aussi identifiées à Charcas et Potosí en 1560-1641 et 1780-1820 sont associées avec de fortes pulsations froides du Petit Age Glaciaire.

* Hidrología, ORSTOM-SENAMHI, C.P. 2352, Cochabamba, Bolivia.

** Historia Ambiental, IANIGLA, CRICYT, C.C. 330, 5500 Mendoza, Argentina.

Mots clés : *sécheresse, froidure, El Niño, Petit Age Glaciaire, histoire coloniale, Potosi, Charcas, Bolivie.*

CLIMATIC VARIABILITY IN THE HISTORY OF CHARCAS AND BOLIVIA (XVITH-XIXTH CENTURIES)

Abstract

Climatic records in historical libraries and archives about the Spanish colonization and the Republic of Bolivia epoches were collected in Bolivia (Potosi and Sucre, previously Charcas), Argentina (Buenos Aires), and Spain (Madrid and *Archivo General de Indias* of Seville). From 1545, the year of the first Potosi mining settlement, the relationships between droughts and 'El Niño' episodes are presented and discussed with an historical focus on the links between cold periods and the Little Ice Age. We must underline two main dry periods in the Andes, which are also identified in Potosi and Charcas areas in 1560-1641 and 1780-1820, are linked with two Little Ice Age very cold periods.

Key words: *drought, cold, El Niño, Little Ice Age, colonial history, Potosi, Charcas, Bolivia.*

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo sobre el clima del pasado reciente en Bolivia complementa el mosaico climático de los últimos 400 años en el centro y sur de Sudamérica correspondiente a este periodo, una tarea ya bastante avanzada en Perú, Chile y Argentina.

Bolivia forma parte de la zona donde los Andes tropicales secos alcanzan su mayor desarrollo con alrededor de 600 kilómetros de extensión (**Fig. 1**). Se trata de un país donde la reconstitución de los climas pasados a través de fuentes narrativas, tanto coloniales como republicanas, no ha sido completa y sistemáticamente efectuada hasta ahora.

Si bien la investigación se encuentra en una etapa intermedia, se presentan algunos resultados en ocasión de la reciente ocurrencia de un importante fenómeno climático que se produce periódicamente a escala sudamericana y del globo, el muy fuerte El Niño-Oscilación Sur de 1997, asociado a una aguda sequía en el Altiplano y los altos valles andinos.

1. LAS HERRAMIENTAS: LOS DOCUMENTOS HISTÓRICOS

Para la reconstrucción de la variabilidad climática anual, existen diferentes tipos de registros provenientes de los anillos de árboles, de arrecifes de coral o de los casquetes glaciares. En este trabajo se va a utilizar otra clase de registro, que en América cubre los últimos cinco siglos: los documentos históricos (Prieto, 1994; Gioda & Prieto, 1997). A pesar de su relevancia, demostrada en el Hemisferio Norte a través de los descubrimientos y los trabajos ya clásicos de H.H. Lamb (1977) y de Emmanuel Le Roy Ladurie (1983), las fuentes escritas como origen de datos climáticos no han sido suficientemente explotadas en América del Sur (Morlon, 1992). Esto es así no sólo en el caso de estudios sobre las fluctuaciones del clima en general, sino también cuando se trata de precisar los cambios climáticos asociados a la Pequeña Edad del Hielo o para reconstruir secuencias cronológicas de eventos interanuales como El Niño.

Dada su importancia en el contexto de los estudios climáticos derivados de fuentes narrativas, hemos identificado en primer lugar en este trabajo los archivos históricos donde se puede localizar información climática.

En lo concerniente a Bolivia, sin que la lista sea exhaustiva, existe documentación que contiene registros sobre clima en los siguientes fondos: Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia de Sucre (A.G.), Archivo del Arzobispado de la ciudad de La Plata de Sucre, Biblioteca y Archivo de la Recoleta "Fray Mamerto Esquiú" de Sucre, Archivo Histórico de Cochabamba (A.G.), Archivo Histórico de La Paz, Archivo Histórico de la Casa de la Moneda de Potosí, Archivo de la Biblioteca Municipal de Oruro, Centro Eclesial de Documentación de Tarija, Archivo General de la Nación Argentina de Buenos Aires (M.R.P.), Archivo General de Indias de Sevilla o AGI (M.R.P.), seguramente el depósito de informaciones más importante, Archivo de la Real Academia de la Historia de Madrid (M.R.P.), Archivo del Museo de la Marina de Madrid (M.R.P.), Archivo de la Biblioteca Nacional de Madrid (M.R.P.), Archivo Diputación de Vizcaya-Relaciones Internacionales (Colección Marqués de Villarias) de Bilbao.

2. ALGUNOS RESULTADOS

2.1. Precipitaciones y sequías en Potosí (1557-1810)

Presentamos nuestros resultados que se encuentran en una etapa preliminar. La serie climática reconstruida de Potosí cubre 254 años (Fig. 2). Fue hecha esencialmente a partir de la crónica de Potosí que va desde 1545 -la creación espontánea de la ciudad- hasta 1737 prolijamente escrita por Arzáns [1705-1737]¹

Las informaciones de esta crónica, con su esbozo "*Las Anales...*" [1711], fueron complementadas por una gran cantidad de documentos entre los que se encuentran la guía del administrador Pedro V. Cañete [1787] y la información del Archivo General de Indias (Audiencia de Charcas). Los datos que se extienden desde 1784 hasta 1810 se extrajeron de las "*Relaciones sextrimestrales de aguas, cosechas y demás particulares*", en su mayor parte también conservadas en el AGI, cuyas observaciones son más rigurosas, contrastando con la percepción ingenua de Arzáns. Se recurrió además a los datos provistos por historiadores, como los precios de los productos en los mercados (Tandeter & Wachtel, 1983), estudios sobre las crisis sufridas por la ciudad (Saguier, 1988; Valda, 1988; Tandeter, 1991), etc. Sin embargo, para estar completa es necesario incorporar, entre otras, la información provista por las actas de los "*Acuerdos del Cabildo de Potosí*", que cuentan con 33 volúmenes y cubren de manera discontinua el periodo 1585-1817 (Archivo Nacional de Bolivia, Sucre). Actualmente gracias a los datos inéditos proporcionados gentilmente por el historiador y etnólogo Tristan Platt, también esperamos poder reconstruir fácilmente el clima del siglo XIX en la región de Potosí.

La importancia de la sequía o de las precipitaciones y su carácter más o menos acentuado ha sido calibrada de acuerdo con el tipo y frecuencia de adjetivos con que fueron calificados los fenómenos y su asociación con indicadores climáticos como buenas o malas cosechas, estado del ganado y los pastos, frecuencia e importancia de las rogativas para convocar a la lluvia y en el caso específico de Potosí, de la disponibilidad anual de agua para procesar el mineral extraído de las minas. Sobre esta base, determinamos cinco categorías que se extienden en un rango que va desde

¹ Un trabajo de control de la calidad de la información provista por Arzáns es indispensable, teniendo en cuenta que, entre el rigor científico y la fantasía este autor elige lo segundo: "*La Historia de la Villa Imperial de Potosí*" es como "*Las mil y unas noches*" de la más fabulosa América (Uslar Pietri, 1995).

Muy lluvioso a Muy Seco. Recordemos que existe una tendencia a registrar solamente los extremos climáticos o catástrofes sin aludir o haciéndolo muy tangencialmente a los años normales. Respecto a estos últimos hemos considerado dentro de esta categoría a aquellos años en los cuales, habiendo información económica, política o social sobre los mismos, no aparecen consignados acontecimientos climáticos relevantes o en el mejor de los casos se registra específicamente la ausencia de "acontecimientos extraños".

Con el objeto de aplicar técnicas estadísticas a la serie, hemos asignado valores decrecientes a las categorías cualitativas, quedando de la siguiente manera: Muy lluvioso=2; Lluvioso=1; Normal=0; Seco=-1; Muy Seco=-2.

En Potosí, entre 1557 y 1810, de manera general, sólo se observa un 29% precipitaciones de carácter más o menos normal, es decir, con alturas anuales de cerca de 400 mm. En oposición, el 46% de los años son muy secos y el 26% muy húmedos.

En el detalle, la segunda mitad del siglo XVI se muestra en general como un período con clima contrastado pero con una dominante húmeda. Esta característica se verifica también en los Andes correspondientes al Noroeste argentino, continuación meridional de esta misma región biogeográfica, conocida con el nombre de diagonal semiárida sudamericana (Prieto *et al.*, 1994). A partir de 1590 se verifica en ambas regiones un empeoramiento climático caracterizado por una agudización de las condiciones de sequía que se extiende hasta 1610.

Entre el siglo XVII y el XVIII se observa una diferencia notable. El primero aparece como más clemente principalmente porque la frecuencia de sequías es menor entre 1625 y 1690. El siglo XVIII se caracteriza por una alternancia muy cortada entre las sequías, mucho más numerosas, y los años húmedos. En los primeros cuarenta años de este siglo se observa un predominio notable de sequías. Por otro lado, Prieto & Herrera (1992) escriben que en la región vecina, que es el actual Noroeste argentino, el siglo XVII fue más húmedo que el siglo XVIII, el cual se caracterizó por una inestabilidad climática mayor, donde las sequías fueron los accidentes más numerosos y los más graves.

A partir de 1780-85, el clima se vuelve de manera progresiva extremadamente seco hasta comienzos del siglo XIX.

2.2. Algunas grandes sequías históricas

En la historia boliviana, se destacan tres episodios de fuertes sequías desde la segunda mitad del siglo XVIII hasta fines del siglo XIX.

La **sequía de 1786-1787** tiene la originalidad de afectar toda la zona andina y por lo tanto todos sus pisos ecológicos. Este episodio está vinculado directamente a El Niño de 1785-1786. En Potosí y sus partidos ya fueron muy escasas las precipitaciones en los primeros meses de 1786 y además se suspendieron temprano (AGI, Indif. General, 1559). Para la siguiente estación de lluvias, octubre 1786-abril 1787, estas comenzaron tarde y cesaron inmediatamente, por lo que se temía que parase la molienda de la plata (AGI, Indif. General, 1559). En cambio, para octubre de 1787, en la siguiente temporada agrícola, las aguas comenzaron con abundancia y continuaron igual en enero y febrero de 1788: "*...en términos de haberse padecido ruinas en muchos edificios del pueblo, especialmente en las rancherías de indios y mitayos...y curatos de Copacabana y San Pedro*" (AGI, Buenos Aires 107). Este patrón responde al esquema de Ronchail (1995a), quien sostiene que el año posterior al El Niño la estación de lluvias debería ser buena en todo el territorio boliviano.

El valle de Cochabamba (Arque) fue también muy afectado por la sequía así como todo el territorio de los departamentos actuales de Oruro (Paria, Carangas), La Plata (Yamparaez,

Tomina), Tarija y Santa Cruz. Una gran parte del territorio de La Paz y Puno, más lluviosa en general, también fue damnificada (Prieto & Herrera, 1992).

La **sequía de 1803-1805** fue extremadamente importante en la región de Cochabamba donde fue la peor que conoció el administrador español Francisco de Viedma, que registra fielmente las perturbaciones climáticas entre 1784 y 1808 (Larson, 1992). Dos años consecutivos sin agua en 1803 y 1804, ocasionaron la pérdida total de las cosechas provocando una gran hambruna. En las primeras laderas de la cordillera oriental y el piedemonte andino del lado del Chaco, parte oriental del departamento de Chuquisaca (Sucre), se conjugaron sequía y epidemias en la tierra de los Chiriguano (Pifarré, 1989). Otras informaciones colectadas por el historiador argentino Enrique Tandeter (1991) consignan que una buena parte del actual territorio boliviano et del sur de Perú también fue damnificada en ese lapso: Puno, Omasuyo, Sicasica, Carangas, Paria, Chayanta, Yamparáez.

En Potosí, 1804-1805 es la culminación de una de las crisis más graves tanto en el campo como en la ciudad. A las malas cosechas ocasionadas por la sequía, se suma un ascenso dramático de los precios, las hambrunas y las consecuentes epidemias y una gran mortalidad que provoco un agudo descenso demográfico (Tandeter, 1991). La falta de agua también fue desastrosa para la industria minera. La trituración y la pulverización del mineral de plata se hacia gracias a ruedas hidráulicas instaladas en el canal que atravesaba la ciudad (Saguier, 1988). A esto se agrega, a causa de las guerras europeas de Napoleón, la interrupción del aprovisionamiento de mercurio, un metaloide indispensable para la metalurgia argentífera. El conjunto de estos fenómenos adversos desencadena en Potosí la referida crisis de 1800-1805 que cierra el ciclo económico: el tercer boom de la plata (aproximadamente 1750-1800) que había sido dinamizado por las reformas de Carlos III (Gioda & Serrano, 1998).

La **sequía de 1877-1879** es contemporánea de la Guerra del Pacífico, que se desarrolló de modo desastroso para Bolivia y que generó pánico colectivo a causa de los rumores que hicieron temer una invasión total del país por los chilenos. Una de sus consecuencias fue el saqueo de las tiendas en Sucre en 1878, en un contexto de hambrunas y motines en el campo, sobre todo en Arani, en el Valle Alto de Cochabamba. Según Pentimalli & Rodríguez (1988) en ese valle, la severa sequía *"...destruyo las cosechas del año y produjo la más inolvidable hambruna que se conoce en nuestra historia republicana, derivó en la muerte desparramada en las calles de la ciudad a raíz de una letal epidemia de paludismo..."*.

Las informaciones de Tristan Platt (inéditas) consignan que una buena parte del departamento de Potosí también fue damnificada en ese lapso (Chichas, Chayanta, Porco). Los potosinos debieron solicitar harinas a Chile en octubre de 1878 sólo cinco meses antes del ataque chileno y de la toma del puerto de Antofagasta.

2.3. Los periodos de frío

Situada a 3 980 m s.n.m., Potosí presenta un clima muy riguroso con 142 días de heladas por año y una temperatura media de 9°C, según los datos meteorológicos contemporáneos del SENAMHI (1958-94). Existe escasez de registros históricos sobre temperatura en Potosí. Solamente cuando el hielo impedía la llegada del agua hasta los ingenios de plata se consigna esta información. La única anotación de frío muy fuerte está ligada al invierno de 1557 en el conjunto de la crónica de Arzáns, que va de 1545 a 1737, es decir cerca de dos siglos. Este tipo de información constituye solo el 0.7% de las citas climáticas contra el 26% sobre sequías y el 23% sobre inundaciones y lluvias torrenciales, según nuestra anotación de la "Historia..." de Arzáns [1705-37]. Sin embargo, Thierry

Saignes (1987) afirma que hacia fines de 1590 se produjeron grandes heladas en la región surandina: *"Entre 1589 y 1597 para escapar a las heladas y epidemias ...los moradores de altura se dispersan en los valles"*. Una razón sólida de esta casi ausencia de datos es que el frío generalmente no dura. Las heladas nocturnas están conectadas con la radiación. Los días pueden ser muy soleados y por lo tanto relativamente cálidos, calor que favorecerá la helada de la noche siguiente (Morlon & Vacher, 1991).

Más al sur, en Argentina, la alternancia de los periodos calientes y fríos es conocida de manera absoluta gracias a la dendrocronología. Nos interesa, especialmente entre los episodios de bajas temperaturas, recordar el largo intervalo frío ocurrido entre 1270 y 1660, con un pico entre 1340 y 1640, señalado como contemporáneo con eventos de la Pequeña Edad del Hielo en el Hemisferio Norte. La temperatura media en el período más frío (1520-1660) fue 0.3°C más baja que el intervalo cálido de 1080-1250 (Villalba, 1994). En el noroeste argentino y después de la llegada tardía de los españoles hacia 1580, las condiciones de vida fueron particularmente duras debido a las bajas temperaturas y a las prolongadas sequías (Prieto *et al.*, 1994).

Al norte en Perú, entre 1532 y 1653, es decir aproximadamente durante los 120 primeros años de colonización española, caía nieve con más frecuencia; las nieves perpetuas tenían mayor extensión y su límite estaba más bajo que en la actualidad (Cardich *in* Morlon, 1992). Evidentemente, el comienzo de las observaciones narrativas en 1525 corresponde solamente a la llegada de los españoles a la región y no a un posible cambio climático.

Finalmente, la estratigrafía del casquete glaciar del Quelccaya, una cima de la Cordillera Real cercana a la frontera boliviana, fue estudiada por Thompson *et al.*, (1986). Se nota un período particularmente frío entre 1800 y 1820, a partir de mediciones isotópicas del oxígeno ($\delta^{18}\text{O}$), que corresponde al pico de frío de Potosí del decenio de 1790.

De manera general, en el lapso comprendido entre 1780 y 1805 y posiblemente hasta 1820, los fenómenos climáticos adversos presentan una amplia distribución espacial y se producen en forma casi simultánea no sólo en toda el área andina, sino también en los grandes llanos sudorientales. La característica más llamativa del patrón de este gran ciclo seco, es la presencia de inviernos excepcionalmente fríos y prolongados que suceden a un año de gran deficiencia hídrica (Prieto *et al.*, 1995a). Es digno de destacar el duro invierno de 1790 en Potosí, cuyos funcionarios se quejaban de los fuertes hielos y vientos continuados de esa estación *"...causando un invierno cuasi insufrible...y causando en la rivera algunos daños por la parada de sus ingenios y escasez de peones para el trabajo por la rigurosidad del frío"* (AGI, Buenos Aires 109).

Después de varios años sin informaciones coherentes a raíz de la guerra de la independencia (1809-25), mediante la cooperación de Tristan Platt hemos podido esbozar un cuadro relativamente completo del clima en el departamento de Potosí, correspondiente al período 1830-1896. Las únicas informaciones concordantes sobre un frío extremo están fechadas en el invierno y primavera de 1831, cuando las compuertas de las represas y el canal La Ribera que alimentaban a Potosí fueron bloqueados por el hielo.

El testimonio del Padre Martarelli (1890) del convento franciscano de Potosí ha sido valioso para ponderar el clima de finales del siglo XIX. El acceso a la antigua información que poseían los franciscanos, cuya historia en la región data de 1547, le permitió comparar el clima de Potosí del siglo XVI con el de 1890, año en que se publicó su libro. Cita a Fray Diego de Mendoza cronista del siglo XVII (1664) quien se refiere al clima de Potosí *"como el más crudo"* (p. 15). También menciona a Arzáns[1705-1737], el cual afirmaba que en los primeros años el frío era tan intenso que los recién nacidos no podían sobrevivir. La costumbre era que las madres dieran a luz en los valles más bajos y más cálidos que rodeaban a Potosí y permanecieran allí en cuarentena después del nacimiento de su hijo.

Este marco, permitió plantear al Padre Martarelli el problema del cambio climático en términos modernos:

"Si es cierto, como lo parece por las citadas autoridades [Mendoza y Arzáns], que el clima de Potosí era en los primitivos tiempos de su fundación horriblemente destemplado, debemos confesar, que estos últimos tiempos el se ha notablemente modificado... La vegetación en el invierno está muerta, pero en verano es regular... las flores necesitan algún cuidado y abrigo en el invierno; la hortaliza no sufre rival por su exquisita bondad, aunque por falta de suficiente calor las semillas no llegan a granar. Los alrededores de Potosí no están así pelados y estériles como en otros tiempos; los cébales, papales y habales forman admiración de todos los que visitan esta villa, en tiempo de verano. ¿Cuál ha podido ser la causa de este cambio atmosférico? Lo ignoramos; las personas competentes en las ciencias geológicas, físicas y astronómicas podrán dar a este fenómeno una explicación satisfactoria" (pp. 15-17)².

3. DISCUSIÓN

3.1. El Niño y las sequías

Primero, se debe destacar que la corriente El Niño no implica necesariamente lluvias torrenciales o sequías. Generalmente se admite que El Niño produce fuertes sequías en el Altiplano y los valles interandinos (Francou & Pizarro, 1985) y que no hay consecuencias significativas en las tierras bajas del Oriente. Ronchail (1995b), quien elaboró sus conclusiones utilizando datos del presente siglo (1952-1992) verifica a partir de ocho episodios de El Niño que con sólo uno, el "Muy Fuerte" de 1982-83 se produjo una sequía en los Andes durante la época normalmente húmeda (octubre a marzo), la cual fue muy marcada en octubre y febrero. En esa ocasión el déficit pluviométrico fue de 10 hasta 20% de lo normal, es decir entre menos de 60 y 80 mm en seis meses en las estaciones meteorológicas más secas del Altiplano. Al principio del invierno y durante la estación húmeda siguiente, es decir un año después de El Niño, se notaron lluvias en exceso en ambas regiones de Bolivia, Andes y llanos (Ronchail, 1995a & b).

Estos resultados medios no deben enmascarar la variabilidad de las anomalías pluviométricas en periodos El Niño, tanto en la escala temporal como en la espacial (Ronchail, 1998).

Recordemos además, que a partir de la llegada de los españoles en 1525, en el Pacífico, a lo largo de América del Sur, se conocen 120 El Niño de los cuales nueve, contando con el de 1997, son de una considerable magnitud, comparable al de 1982-83 (Quinn, 1993). Asimismo, es posible segmentar este largo lapso entre 1525 y 1997. Según Prieto *et al.* (1994), entre 1580 y 1641 las sequías coinciden con la aparición de la corriente El Niño en el 40% de los casos en el Altiplano boliviano y el noroeste argentino. En el periodo 1663-1710 en las mismas regiones y con un método de trabajo idéntico se llega a un resultado inverso. En un 45% de los casos, al El Niño se le atribuyen fuertes lluvias y solamente en el 1% de los casos sequías, por lo tanto no existen

² Para mostrar los vericuetos científicos, se puede señalar que en 1905 las autoridades gubernamentales de Bolivia difundieron profusamente un texto contemporáneo del Jefe del Servicio Meteorológico de Estados Unidos "citado por su calidad en la *Enciclopedia Americana*" que negaba todo cambio climático a escala histórica y en consecuencia, secular (Bavillán, 1905).

relaciones mecánicas, simples y estables en el tiempo entre El Niño y las precipitaciones medidas a escala anual en el Altiplano boliviano y el noroeste argentino. En el estado aún intermedio de nuestros trabajos, no podemos reconstruir total y fielmente el clima del periodo de las diferentes regiones bolivianas correspondiente al periodo 1810-1950.

El tema queda abierto para el estudio de las relaciones sequías y fenómenos El Niño a escala anual. Históricamente, en el litoral de la antigua Bolivia marítima (el desierto de Atacama) en los dos últimos siglos, no hay relación entre la magnitud de los episodios El Niño y la intensidad de precipitaciones (Ortlieb, 1995).

3.2. El Niño, las sequías y las catástrofes naturales

La memoria generalmente es selectiva con respecto a las catástrofes, ya que a veces los acontecimientos climáticos extremos pasan casi desapercibidos y otras, por el contrario, tienen un impacto durable sobre el imaginario colectivo y pueden marcar rupturas históricas. En un corto periodo puede desarrollarse una tragedia nacida de la conjunción de fenómenos que tomados individualmente parecen incapaces de desembocar en un resultado funesto (Ercole & Dollfus, 1995).

Entre 1525 y 1995, hubo nueve episodios marinos El Niño de carácter extraordinario para los oceanógrafos (Quinn, 1993) y solamente tres de ellos corresponden a catástrofes en el actual territorio boliviano.

Para encontrar un El Niño comparable por su intensidad al de 1982-83 hay que remontarse hasta los veranos de 1940-41 y 1925-1926.

Concomitantes con fenómenos El Niño "muy fuertes", según la clasificación de Quinn (1993), las grandes sequías trágicas de 1803-1805 en Potosí, que marca el fin de una época colonial próspera y la de 1878-1879, en plena guerra del Pacífico, son indudablemente de este tipo. Del mismo modo se puede considerar la sequía de 1982-1983 que afectó gravemente el Altiplano en una época política y económica muy convulsionada como fue la transición en octubre de 1982 entre la dictadura del general García Meza y el gobierno de la UDP. Se produce también la crisis del estaño que tuvo un gran impacto en la población del Altiplano donde se encuentran localizados los grandes yacimientos. En la memoria de las comunidades del Altiplano, la sequía de 1982-1983 marco claramente una ruptura y la amplificación del proceso de migración en provecho de las ciudades y de los llanos.

3.3. Relación entre el clima y la Pequeña Edad de Hielo

Recordemos que a escala anual en el Altiplano y los más altos valles, los términos para referirse a periodos fríos y cálidos o bien calificativos como "invierno frío, verano cálido" no tienen un sentido físico y que es preferible hablar de estación seca y de estación de lluvias, buena o mala (Morlon & Vacher, 1991).

En cambio, a escala secular, el estudio de los fríos es significativo. Caracterizada por un descenso de las temperaturas medias de 0.9°C a escala del Globo, la Pequeña Edad del Hielo se sitúa entre 1560 y 1850 (Le Roy Ladurie, 1983). A partir de mediciones sobre los glaciares tropicales que se remontan al año mil, Thompson *et al.* (1986) la extienden un poco en el tiempo, entre 1500 y 1900, a fin de englobar todos los casos. Para el cono sur, disponemos de la larga serie cronológica de 1 120 años obtenida del análisis de anillos de los árboles (*Fitzroya cupressoides*) del norte de la Patagonia (Villalba, 1994). Este autor posiciona de manera ligeramente diferente el comienzo de la

Pequeña Edad del Hielo a partir del año 1520 pero no hay nada de anormal en ello, ya que todas estas mediciones se hicieron en lugares diferentes y utilizando técnicas diversas.

Se puede afirmar, en consecuencia, que la Pequeña Edad del Hielo engloba todo el periodo colonial español en Charcas (1545-1825). No obstante, los documentos históricos no permiten localizar el comienzo de este fenómeno, ya que sólo disponemos de buenas informaciones sobre Charcas a partir de 1560 cuando este gran periodo frío ya habría comenzado. Adoptar la fecha de 1520 (Villalba, 1994) como comienzo de la Pequeña Edad del Hielo nos parece correcto, puesto que los primeros relatos de la conquista del Perú fechados en 1532 (Morlon, 1992) ya ponen en relieve el frío extremo de estas regiones andinas.

En la actual Bolivia meridional centrada en Potosí y Sucre, el periodo predominantemente seco de 1560-1641 así como el lapso 1580-1641 en el noroeste argentino se opone a la época posterior 1662-1710 más húmeda (Prieto *et al.*, 1994). Hay una buena correspondencia entre el periodo seco (1560-1641) y el largo episodio (1520-1660), detectado por Villalba (1994), que fue el más riguroso de estos últimos 1 000 años. Si las fechas de comienzo del periodo predominantemente seco son un poco diferentes, puede ser debido a la dificultad de remontarse de manera coherente con los documentos narrativos antes de 1560 sobre el territorio boliviano y 1580 en el argentino.

En Perú, el año 1653, que corresponde a la conclusión del trabajo del historiógrafo de Barnabé Cobo, fue elegido por Morlon (1992) para limitar el final de este periodo frío. Es una fecha obtenida de los documentos narrativos, totalmente compatible con la de Prieto *et al.* (1994), que eligen 1641 utilizando el mismo método y el de Villalba (1994) que adopta el año 1660.

Prieto *et al.* (1994) sugieren que una crisis de la Pequeña Edad del Hielo al final del siglo XVI, observada en los documentos narrativos, habría podido multiplicar el número de sequías constatadas. Esta hipótesis es corroborada a través de la concomitancia entre los largos periodos secos (1720-1860) y fríos (1780-1820), tal como aparecen en los hielos del Quelccaya del sur peruano. La correlación entre grandes periodos fríos y series de sequías en las latitudes medias fue anticipada, entre otros, por Tricart (1982). Más precisamente, el corto periodo 1780-1820, corresponde grandemente con el esquema a nivel planetario: frío extremo en el Hemisferio Norte, y en el Hemisferio Sur, sequía andina general, avance de los glaciares en Patagonia y en Perú meridional.

Podríamos fijar el final de la Pequeña Edad del Hielo en Potosí, aproximadamente en el año 1835, gracias a Martarelli (1890) y a las fuentes narrativas inéditas proporcionadas por Tristan Platt donde los últimos episodios de frío datan de 1831, después de la última gran pulsación fría que finalizaba en 1820.

CONCLUSIÓN

La reconstrucción del clima a partir de documentos históricos requiere un arduo trabajo. Además, la relativa independencia de las precipitaciones frente al fenómeno El Niño le agrega más complejidad. De manera preliminar, podemos decir que, desde la segunda mitad del siglo XVI hasta comienzos del siglo XIX, hay un empeoramiento general del clima, caracterizado por largos periodos de sequía. No se percibe por otra parte en ese lapso, una relación estable entre la cantidad de precipitaciones y la magnitud de El Niño. Generalmente, El Niño no ha alterado significativamente el clima de Potosí, que es el que se conoce con mayor detalle. Sin embargo, cuando se produce una fuerte sequía sobre el Altiplano y en los altos valles andinos, es de sospechar la ocurrencia de un Niño, muy fuerte, fuerte o moderado, a lo largo de las costas peruanas y chilenas.

El estudio de dos de las tres grandes sequías históricas muestra que hubo un efecto acumulativo que terminó en desastre: al déficit pluviométrico vinculado a El Niño se sumaron condiciones socioeconómicas críticas en 1803-05 y 1877-79. En la historia contemporánea, la gran sequía de 1982-83 es también de ese tipo. Hay que destacar que los grandes periodos secos 1560-1641 y 1780-1820 están asociados con pulsaciones frías de la Pequeña Edad del Hielo. Finalmente, el recalentamiento de fin del siglo XIX, que marca el final de la Pequeña Edad del Hielo, está bien testimoniado por la crónica del Padre Martarelli en Potosí y desde aproximadamente 1835 es perceptible en las fuentes históricas.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer especialmente a: René Arze (Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia, Sucre), Wilson Mendieta (Casa de la Moneda, Potosí), Carlos Serrano (Postgrado de la Universidad Autónoma Tomás Frías, Potosí), Alfredo Tapia (Sociedad Geográfica y de Historia 'Potosí') y a Rosario Tapia (Sociedad de Ecología, Potosí) por haber organizado y apadrinado dos conferencias sobre historia y ecología en Bolivia en junio de 1996, en Sucre y Potosí. Gracias también a Ana Forenza, Tristan Platt (Sucre), María Cecilia González, Jaime Argollo (La Paz), Josyane Ronchail (CNRS-París VII) y a Pierre Morlon (INRA, Dijon, Francia) por su ayuda e interés.

La Cooperación Científica Regional Francesa ha hecho posible que María del Rosario Prieto realizara cuatro viajes de estudio en Bolivia y norte de Chile entre 1995 y 1998.

FIGURA 1

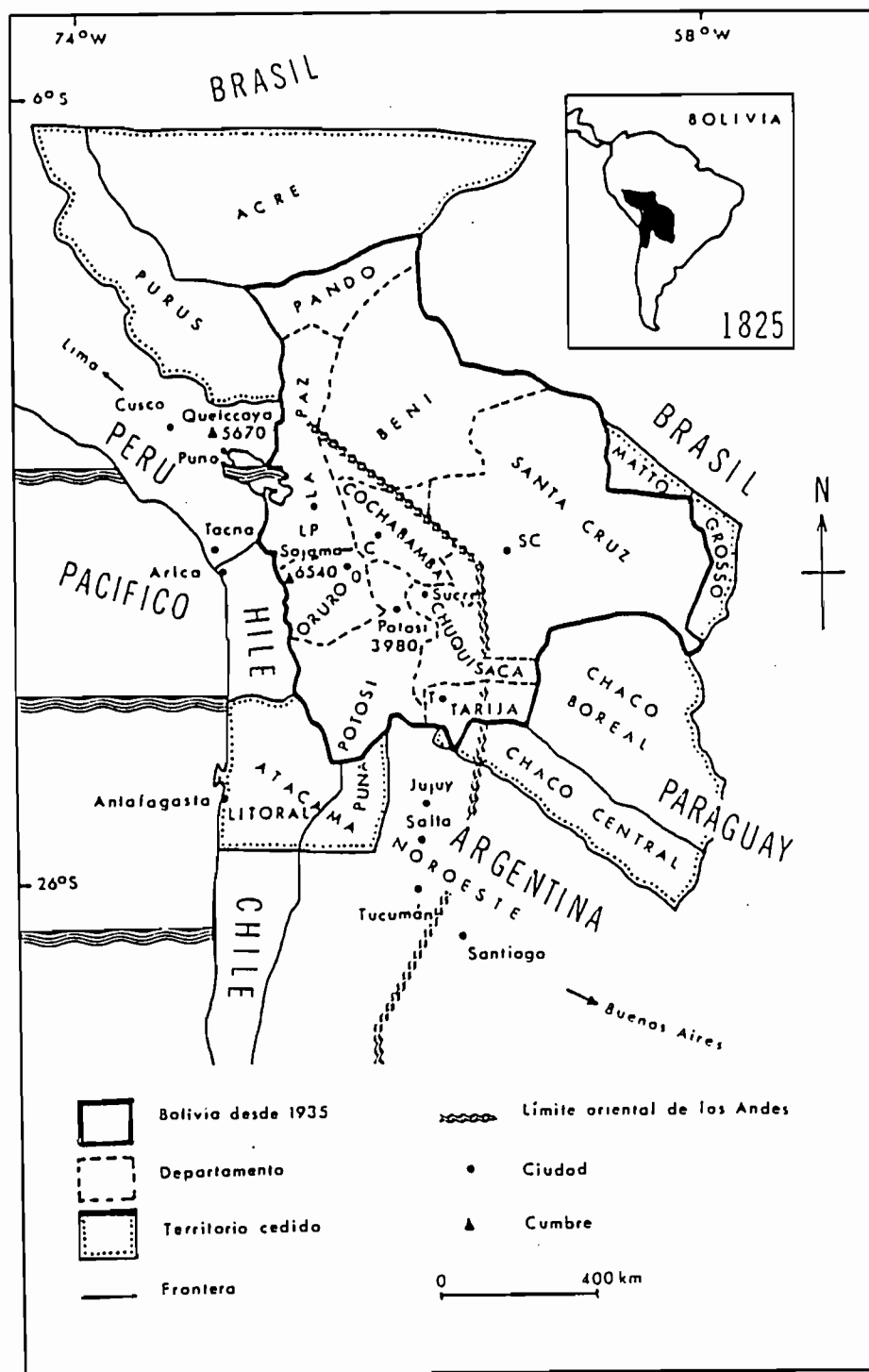


Figura 1: Mapa de Charcas (Bolivia colonial). En el transcurso del tiempo desde la colonización española, el espacio boliviano se fue reduciendo sin cesar. De aproximadamente 6 millones de km^2 durante la Real Audiencia de Charcas (1661-1776) y centrado alrededor del polo económico de Potosí, era de aproximadamente 2 300 000 km^2 en 1825 para, después a partir de 1935, sólo cubrir 1 099 000 km^2 . En consecuencia, muchas fuentes narrativas sobre los climas antiguos se encuentran fuera de las fronteras actuales (según López Beltrán., 1993).

FIGURA 2

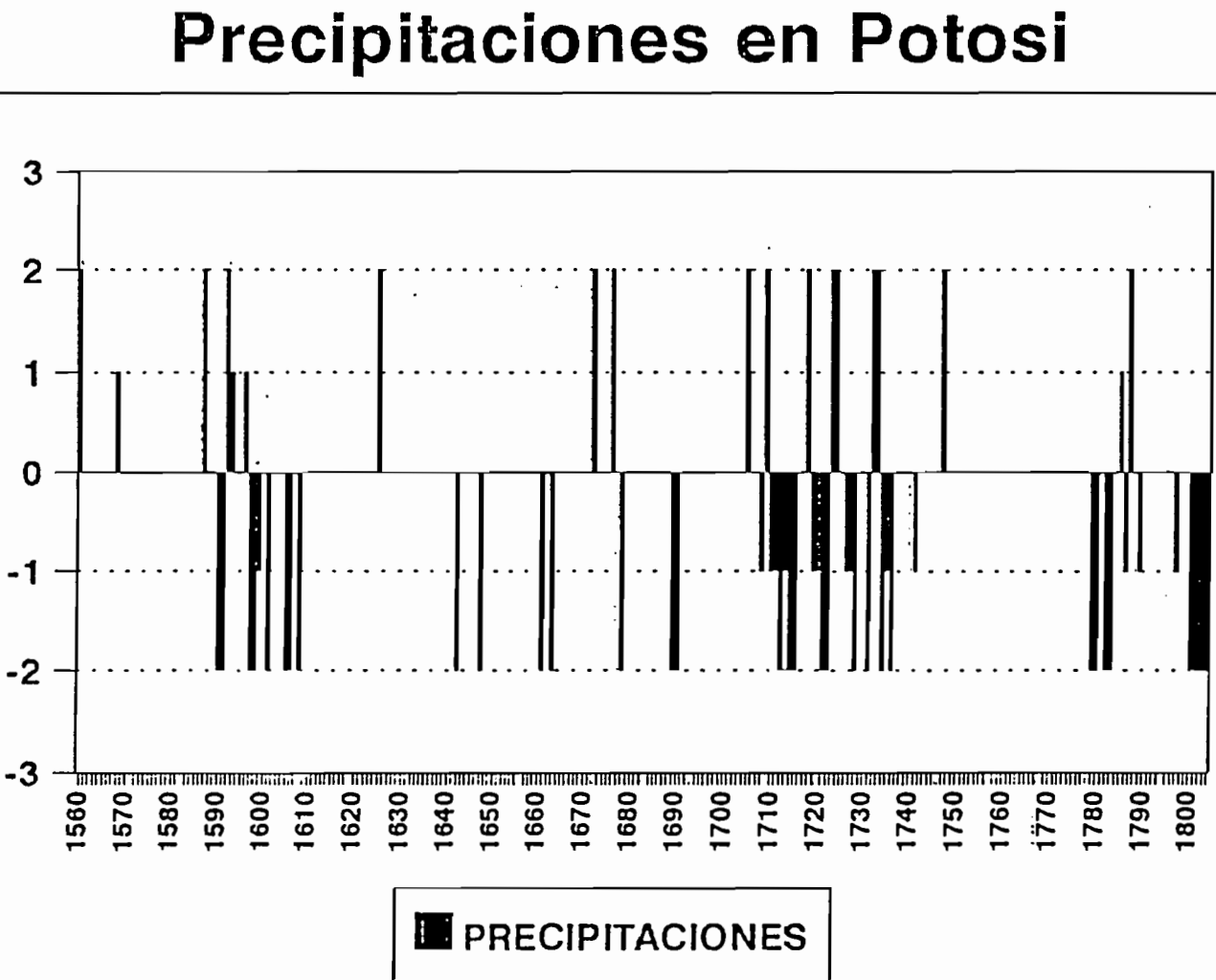


Figura 2: Serie de sequias y de años lluviosos en Potosí entre 1557 y 1810.

FIGURA 3

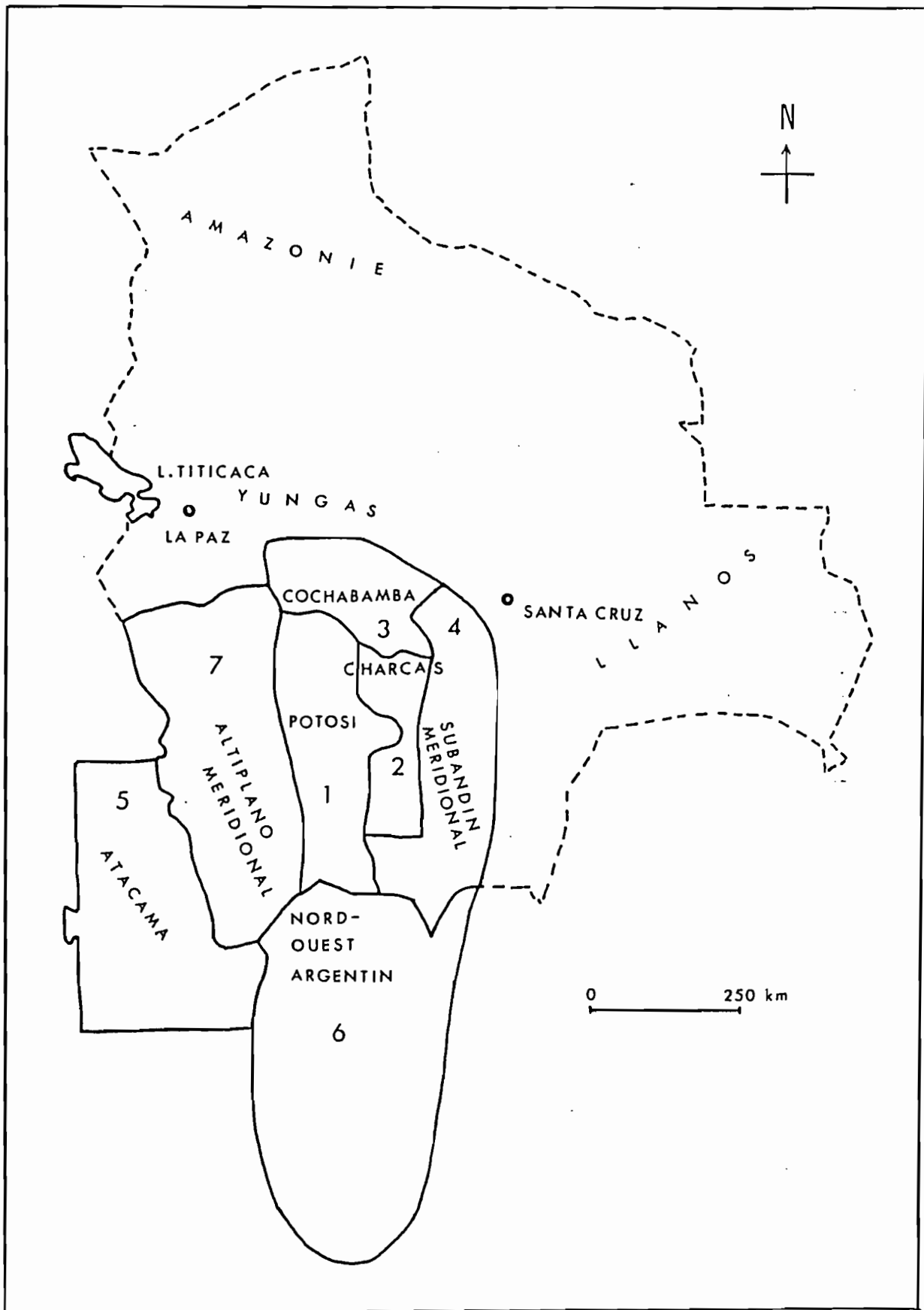


Figura 3: Regiones históricas de Charcas.

Referencias citadas

GIODA & PRIETO (1997) dan una lista de los documentos narrativos con una bibliografía clasificada de una veintena de páginas para el estudio del clima y de su historia en los Andes centrales.

- ARZÁNS DE ORSUA Y VELA, B., [1711] 1970 - *Anales de la Villa Imperial de Potosí*, (Crespo, A., ed.), 182 p., La Paz: Ministerio de Educación y Cultura..
- ARZÁNS DE ORSUA Y VELA, B., [1705-1737] 1965 - *Historia de la Villa Imperial de Potosí*, (Hanke, L., & Mendoza, G., eds.), 407+501+556 p., Providence: Brown University.
- BAVILLIÁN, M.V., 1905 - El clima. *Revista del Ministerio de Colonias y Agricultura* (La Paz), 1-2-3: 27-39.
- BOUYASSE CASSAGNE, Th., 1987 - *La identidad Aymara. Aproximación histórica (siglo XV, siglo XVI)*, 443 p., La Paz: HISBOL-IFEA.
- CAÑETE, P.V., [1787] 1952 - *Guía histórica, geográfica, física, civil y legal del gobierno e intendencia de la provincia de Potosí*. (A. Alba, ed.), 838 p., Potosí: Editorial Potosí.
- ERCOLE, R., (d'), DOLLFUS, O., 1995 - La mémoire des catastrophes. *La Recherche*, 26: 932-935.
- FRANCOU, B., PIZARRO, L., 1985 - El Niño y la sequía en los altos Andes centrales: Perú y Bolivia. *Bull. Inst. fr. études andines*, 16(1): 1-18.
- GIODA, A., DORY, D., 1997 - ¿Qué se sabe de El Niño en Bolivia? *Los Tiempos & El Correo del Sur* (diarios de Cochabamba et Sucre), Facetas, 2 Noviembre: 4-5.
- GIODA, A., PRIETO, M.R., 1997 - Para una historia del clima y del ambiente en los Andes centrales. in: *Anuario 1997* (R. Arze et al., eds.): 403-422; Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia, Sucre.
- GIODA, A., SERRANO, C., 1998 - L'eau et l'argent à Potosi (ancien Pérou puis Bolivie). *La Houille Blanche*, en prensa.
- GREISHABER, E.P., 1980 - Survival of indian communities in the nineteenth-century Bolivia: a regional comparison. *J. L. Amer. Stud.*, 12: 223-269.
- HOCQUENGHEM, A.-M., ORTLIEB, L., 1992 - Eventos El Niño y lluvias anormales en la costa del Perú: siglos XVI-XIX. *Bull. Inst. fr. études andines*, 21(1): 197-278.
- LAMB, H.H., 1977 - *Climate: past, present and future*. 2 vol., London: Methuen.
- LARSON, B., 1992 - *Colonialismo y transformación agraria en Bolivia (Cochabamba, 1500-1900)*, 435 p., La Paz: Ceres-Hisbol.
- LE ROY LADURIE, E., 1983 - *Histoire du climat depuis l'an mil*, 287+254 p., Paris: Flammarion.
- LÓPEZ BELTRÁN, C., 1993 - *Biografía de Bolivia*, 166 p., La Paz: Juventud.
- MARTARELLI, A., R.P.F., 1890 - *El colegio franciscano de Potosí y sus misiones. Noticias históricas*, 329 p., Potosí: Tipografía "Italiana".
- MORLON, P., 1991 - Variations climatiques et agriculture sur l'Altiplano du Lac Titicaca (Pérou-Bolivie) : une approche préliminaire. *La Météorologie*, 39: 10-29.
- MORLON, P., 1992 - De las relaciones entre clima de altura y agricultura de la sierra del Perú en los textos de los siglos XVI y XVII. *Bull. Inst. fr. études andines*, 21(3): 929-959.
- MORLON, P., VACHER, J.J., 1991 - El frío y la sequedad: dificultades en las evaluaciones climáticas del Altiplano de Perú y Bolivia, Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, (D. Morales & J.J. Vacher, eds.): 293-296; La Paz.

- ORTLIEB, L., 1994 - Las mayores precipitaciones históricas en Chile central y la cronología de eventos ENOS en los siglos XVI-XIX. *Revista Chilena de Historia Natural*, 67: 463-485.
- ORTLIEB, L., 1995 - Eventos El Niño y episodios lluviosos en el desierto de Atacama: el registro de los últimos dos siglos. *Bull. Inst. fr. études andines*, 24(3): 519-539.
- PENTIMALLI DE NAVARRO, M., RODRÍGUEZ OSTRIA, G., 1988 - Las razones de la multitud (hambruna, motines y subsistencia: 1878-79). *Estado y Sociedad* (La Paz), 4(5): 15-33.
- PIFARRÉ, F., 1989 - Datos climáticos (Apéndice K): 471-475. in: *Los Guarani-Chiriguano. Historia de un pueblo*, 542 p., La Paz: Cipca.
- PRIETO, M.R., 1994 - Reconstrucción del clima de América del Sur mediante fuentes históricas. Estado de la cuestión. *Revista del Museo Natural de San Rafael* (Mendoza), 12(4): 323-342.
- PRIETO, M.R., HERRERA, R.G., 1992 - Las perturbaciones climáticas de fines del siglo XVIII en la área andina. 1: 7-35. in: *Proyecto NOA (NorOeste Argentino)*, Junta de Andalucía, Sevilla.
- PRIETO, M.R., HERRERA, R., DUSSEL, P., 1994 - Clima y disponibilidad hídrica en el Sur de Bolivia y Norte Oeste Argentino entre 1560 y 1710. Los documentos españoles como fuente de datos ambientales. Actas del 3 Simposium Sudamericano "Paleoecología, desarrollo del paisaje y del clima de la diagonal árida sudamericana en el Cuaternario Superior", en prensa; Bamberg, Alemania.
- PRIETO, M.R., HERRERA, R., DUSSEL, P., 1995a - Las variaciones climáticas del siglo XVIII en los Andes tropicales del Sur, con especial referencia al ciclo seco de 1780-1810. Actas del Seminario Internacional "Aguas, Glaciares y Cambios Climáticos en los Andes Tropicales", (P. Ribstein & B. Francou, eds.): 271-272; La Paz.
- PRIETO, M.R., HERRERA, R., DUSSEL, P., 1995b - Archival evidence for some aspects of historical climate variability in Argentina and Bolivia during the 17th and 18th centuries. in: *Paleo and neoclimates from the Southern Hemisphere* (W. Volkheimer & P. Smolka, eds.), en prensa; Cambridge University Press, Cambridge.
- QUINN, W.H., 1993 - The large-scale ENSO events, the El Niño and other important regional features. *Bull. Inst. fr. études andines*, 22(1): 13-34.
- RASMUSSEN, E.M., 1985 - El Niño and variations in climate. *American Scientist*, 73: 168-177.
- RONCHAIL, J., 1995a - Variabilidad interanual de las precipitaciones en Bolivia. *Bull. Inst. fr. études andines*, 24(3): 369-378.
- RONCHAIL, J., 1995b - L'aridité sur l'Altiplano bolivien. *Sécheresse*, 6(1): 45-51.
- RONCHAIL, J., 1998 - Variabilité pluviométrique lors des phases extrêmes de l'Oscillation Australe du Pacifique en Bolivie (1950-1993). *Bull. Inst. fr. études andines*, 27, en prensa.
- SAGUIER, E.R., 1988 - La penuria de agua, azogue y mano de obra en el origen de la crisis minera colonial. El caso de Potosí a fines del siglo XVIII. *Revista Latinoamericana de Historia Económica y Social* (Lima), 12: 69-80.
- SAIGNES, Th., 1987 - Ayllus, mercados y coacción colonial: el reto de las migraciones internas en Charcas (siglo XVII). in: *La participación indígena en los mercados surandinos*. La Paz: CERES.
- TANDETER, E., 1991 - La crisis de 1800-1805 en el Alto Perú. *Data* (La Paz), 1: 9-49.
- TANDETER, E., WACHTEL, N., 1983 - *Precios y producción agraria. Potosí y Charcas en el siglo XVIII*, 91 p., Buenos Aires: CERES.
- THOMPSON, L.G., MOSLEY-THOMPSON, E., DANSGAARD, W., GROOTES, P.M., 1986 - The Little Ice Age as recorded in the stratigraphy of the tropical Quelccaya ice cap. *Science*, 234: 361-364.

- TRICART, J., 1982 - El Pantanal: un ejemplo de impacto de la geomorfología sobre el medio ambiente. *Revista Geográfica* (Buenos Aires), 7: 13-14.
- USLAR PIETRI, A., 1995 - Del Cerro de Plata a los caminos extraviados. in: *El Cerro Rico de Potosí* (W. Mendieta, ed.): 215-229; Sociedad Geográfica y de Historia "Potosí", Potosí.
- VALDA, E.A., 1988 - El agua y las lagunas en Potosí. *Presencia* (diario de La Paz), Presencia Literaria, 9 octubre: 2.
- VILLALBA, R., 1994 - Tree-rings and glacial evidence for the Medieval Warm Epoch and the Little Ice Age in Southern South America. *Climatic Change*, 30: 1-15.

Anexo: LAS REGIONES HISTÓRICAS y LAS SEQUÍAS DE LOS SIGLOS XVI-XIX.

Para la realización de este trabajo, nos hemos basado en la antigua división del territorio boliviano en siete regiones, las cuales conformaron a partir de 1561 "La Real Audiencia de Charcas". Los departamentos actuales de Bolivia retomaron posteriormente las divisiones administrativas españolas. Las ciudades coloniales, un mundo básicamente europeo rodeado de población indígena, estructuraron el espacio político. Nos hemos concentrado en el estudio de las zonas secas que corresponden a los Andes tropicales del sur, las montañas, excluyendo del estudio las tierras húmedas del Altiplano alrededor del lago Titicaca y las hiperhúmedas de las vertientes amazónicas (las yungas de La Paz y del Chapare).

Tabla 1. Las regiones históricas de la "Real Audiencia de Charcas" (Fig. 3).

- 1) **Potosí.** Ciudad nacida espontáneamente en 1545, con el descubrimiento del más grande yacimiento de plata del mundo, a 4 000 m de altitud, en un valle muy alto semiárido y frío (alrededor de 400 mm de precipitaciones anuales).
- 2) **Charcas.** Centro administrativo conocido también bajo el nombre de La Plata, Chuquisaca y Sucre desde 1825. Su desarrollo es contemporáneo y está íntimamente ligado al de Potosí. Instalado en un valle con clima templado a 2 700 m s.n.m. (650 mm de precipitaciones anuales).
- 3) **Cochabamba.** Ciudad fundada en 1576 a 2 600 m de altura en un extenso valle fértil de clima templado que proveía de granos al Potosí colonial (500-600 mm de precipitaciones anuales).
- 4) **Cordillera.** Región de misiones que corresponde a las montañas bajas o sierranías, como el área de Tarija y el piedemonte andino oriental del costado chaqueno. Fundada en 1574, Tarija se destaca por su clima templado y sus viñedos (500-600 mm de precipitaciones anuales). La región presenta, en relación a las masas de aire provenientes del Amazonas, vertientes más húmedas en la zona de Monteagudo (alrededor de 1 000 mm anuales).
- 5) **Atacama.** Fue anexado por Chile en 1879. Constituye uno de los desiertos más áridos del mundo con neblinas sobre las cadenas montañosas de la costa del Pacífico. Ciudad: Antofagasta (0 mm de lluvia anual, salvo anomalías climáticas).
- 6) **Noroeste argentino.** Lo consideraremos para este trabajo la prolongación surandina de los departamentos actuales bolivianos de Tarija y de Potosí, estableciendo el límite meridional al sur de la actual provincia argentina de Tucumán.
- 7) **Altiplano meridional.** Es una alta meseta espetaria situada a 3 700 m de altura. La aridez se acrecienta gradualmente de norte a sur, pasando de los 1 000 mm anuales de precipitaciones en la región del Lago Titicaca a menos de 100 mm en la frontera con Chile. Igualmente, de este a oeste disminuyen las precipitaciones de 500 mm a 100 mm anuales (Ronchail, 1995b). Ciudad: Oruro.

Tabla 2. El siglo XVI (a partir de 1545).

Potosí. La única coincidencia verificada esta referida a la sequía de 1560 acompañada por una epidemia de peste, y El Niño "moderado/fuerte" ocurrido en las costas sudamericanas (Quinn, 1993). Hocquenghem & Ortlieb (1992) no toman en consideración este fenómeno, lo mismo que el siguiente.

El otro periodo seco 1591-92 podría corresponder a un El Niño "fuerte" identificado por Quinn en 1987 y luego suprimido en su ultima clasificación de 1993, que nosotros hemos adoptado. En total, dos El Niño podrían estar implicados en las sequías referidas.

El único El Niño "muy fuerte" para todos los autores es él de 1578-79. Arzáns [1711] no señala consecuencias de este episodio en Potosí. Entre los cinco episodios "fuertes" de Quinn o los otros eventos "fuertes" identificados en Perú por Hocquenghem y Ortlieb, ninguno corresponde a periodos de sequías en Potosí.

Cordillera. Las sequías de los años 1570-71 y 1584 no tiene correspondencia con episodios de El Niño.

Por el contrario los dos años húmedos 1594-95 se ubican entre dos El Niño "fuertes" y "muy fuertes" en Perú en 1593 y 1596, según Hocquenghem & Ortlieb (1992).

Tabla 3. El siglo XVII

Potosí. Consideramos este siglo como muy clemente dado que solo se registran siete sequías notables : las de 1606, 1609, 1672, 1679, 1684 , el periodo 1692-95 y la de 1698. El Niño de 1671 fue "fuerte" según Quinn (1993). Hocquenghem & Ortlieb (1992) dudan de su existencia. 1692 corresponde a un Niño "fuerte" según Quinn (1993) y 1695 a un episodio "moderado". Estos dos fenómenos no han sido detectados por Hocquenghem & Ortlieb (1992) 1697 seria el año de un Niño moderado, siempre según Quinn. Durante el siglo XVII, un 60% de sequías podría estar ligada a un El Niño.

Para el conjunto de los especialistas de la historia del clima en Sudamérica, ningún El Niño "muy fuerte" ha sido registrado en el siglo XVII. Los dos El Niño "fuertes" detectados por Hocquenghem & Ortlieb (1992), en 1664 y 1686 no causaron alteraciones climáticas sensibles. Sobre los once El Niño "fuertes" del siglo XVII identificados por Quinn, solamente los de 1671 y 1692 están relacionados con sequías, es decir, menos de un 20%.

Cordillera. Los periodos húmedos están relacionados con los El Niño "fuerte" de 1607 y 1615-16 (Quinn, 1993). Esta ultima fase húmeda se corresponde con el esquema contemporáneo de Ronchail (1995b): a un El Niño "fuerte" sigue una buena estación de lluvias. Una fuerte sequía en 1690 parece ser solamente de origen regional.

Tabla 4. El siglo XVIII

Potosí. Se observa una larga serie de sequías a comienzos del siglo: 1706, 1711-13, 1715-16, 1721-23, 1728-29, 1732, 1734-35, 1737, 1741-42, 1755 y 1783-84. El primer periodo seco ligado al El Niño es 1715-16, el segundo fenómeno "fuerte" del siglo después del de 1701. Se nota también una relación significativa entre El Niño y las sequías en 1720-21, 1728-29, 1734 y 1737. Después de este año solamente la sequía de 1741-42 no esta ligada a El Niño. Por el contrario, las de 1755 y de 1783-84 están relacionados con episodios "fuertes" de acuerdo con Quinn.

Aproximadamente a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, los El Niño marcados como "fuerte" y "muy fuerte" por Quinn: 1747, 1761, 1776-78 y 1791 no parecen haber provocado ninguna sequía notable en Potosí. Podría ser esto debido al caracter fragmentario de nuestra documentación. Pero también, el pequeño número de sequías puede estar relacionado con el escaso número de El Niño "fuertes" -dos solamente en 1747-48 y en 1791- señalado por Hocquenghem & Ortlieb (1992) a partir de 1747. Nos inclinamos por esta segunda hipótesis, porque a fines del siglo XVIII, periodo de restauración de la administración colonial, las crónicas climáticas pueden ser consideradas como muy confiables por su continuidad (Gioda & Prieto, 1997).

Tabla 4. El siglo XVIII (continuación)

Cordillera. El esquema contemporáneo de Ronchail (1995a), según el cual en esta zona de valles se constata una buena estación de lluvias luego de un año El Niño, se verifica en dos oportunidades en la historia del siglo XVIII. El Niño "muy fuerte" de 1728 proveyó de lluvias abundantes hasta 1729 y el de 1761 provoco lluvias torrenciales en 1762. Por el contrario El Niño "muy fuerte" de 1791 esta asociado a un largo periodo de sequías que se extendio hasta 1793.

Los numerosos El Niño "fuertes" y "muy fuertes" detectados por Quinn en 1701, 1715-16, 1720, 1737, 1747, 1776-78 y 1782-83 no tuvieron consecuencias sobre el clima regional. La lista de Hocquenghem & Ortlieb (1992) es ligeramente diferente, pero las conclusiones son idénticas a las precedentes.

Cochabamba. Los años 1784, 1786, 1792-93, 1807 fueron secos y 1784, 1787, 1800 y, especialmente 1803-04, muy secos. Los El Niño de 1791 y 1803-04 fueron "muy fuertes" y podrían estar ligados a sequías severas. La sequía de 1786-87, descripta por Prieto & Herrera (1992), que afecto la mayor parte de los Andes esta también relacionada con un Niño.

Quinn proveyó una larga lista de eventos El Niño para el periodo 1784-1808. Pero, Hocquenghem & Ortlieb (1992), registran solamente los dos El Niño que causaron las sequías de 1792 y de 1803-04 en esta región, donde, para un periodo bien estudiado los El Niño "fuertes" y "moderados" provocaron sequías invariablemente.

Tabla 5. El siglo XIX

Potosí. El periodo 1803-04 fue muy seco como 1828-29, 1831, 1837-38, 1844, 1851, 1854-55, 1866, 1872 y 1877-78. El conjunto de estos fenómenos esta ligado a El Niño "moderados", "fuertes" o "muy fuertes" de acuerdo con Quinn. Se trata de casi todas las grandes sequías del siglo. En cambio los episodios secos de 1835, 1894 y 1896 -que no tienen ninguna relación con El Niño- representan el 25% de la muestra de las sequías.

Solamente dos El Niño acentuados, "fuerte" y "muy fuerte" según Quinn, no provocaron anomalías climáticas a fines del siglo XIX: los de 1884 y 1891. El de 1814 es un caso particular pues al encontrarse en plena guerra de la independencia (1809-25) los potosinos no dieron tanta importancia al clima. Por otra parte se puede observar que la clasificación de los El Niño según Hocquenghem y Ortlieb concuerda muy bien con la de Quinn para este siglo.

Cordillera. El periodo 1803-05 fue también muy seco como en Cochabamba y Potosí (1803-04). Los años 1824-25 fueron igualmente deficitarios, siempre en conjunción con un El Niño "fuerte", como en 1844, 1865-66 y 1897-1900. El XIX es el primer siglo donde El Niño puede ser asociado con seguridad a la sequía. A esta lista se puede agregar el año 1871, cuando se sucedieron lluvias torrenciales y sequías.

Los El Niño que no tuvieron impacto regional fueron los de los años 1828, 1838, 1850, 1854, 1877-78 y 1891.

Atacama. Las lluvias de 1819, 1852, 1859, 1868, 1878-79 y 1884-85 están ligadas a episodios El Niño. Solamente en dos oportunidades las lluvias estuvieron asociadas a años normales, en 1823 y 1882.

Durante el siglo XIX, un número importante de EL Niño clasificados como "fuertes" o "muy fuertes" para los especialistas de la historia del clima no dieron lugar a precipitaciones: 1814, 1824-25, 1827-28, 1832-33, 1837-39, 1844-46, 1850, 1854-55, 1887-89, 1891 y 1899-1900.

Tabla 6. Ensayo de síntesis (mitad del siglo XVI-fines del siglo XIX)

En el desierto de Atacama, al borde del Océano Pacífico, a partir de las observaciones del siglo XIX -que es una época ya próxima en el tiempo y bien conocida- las condiciones climáticas El Niño son necesarias pero no suficientes para provocar las lluvias. De acuerdo con Ortlieb (1995), son más probables las precipitaciones con episodios de El Niño "moderados".

Más al interior, detrás de la barrera de la cordillera occidental de los Andes, en la Bolivia contemporánea, se pueden sacar las siguientes conclusiones: en Potosí y en las tierras altas, las condiciones El Niño no son suficientes para crear perturbaciones del clima como las sequías. Sin embargo, para los periodos históricos particularmente bien conocidos como él de 1721-37 en Potosí, 1784-1808 en Cochabamba y el siglo XIX en las sierranías orientales de Sucre y de Tarija, las grandes sequías están todas relacionadas con episodios El Niño moderados, fuertes, o muy fuertes. Por el contrario, aún es difícil de hacer la conexión entre los El Niño "muy fuertes" y las sequías más graves.



MINISTERIO DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y PLANIFICACION
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

SEMINARIO EL FENOMENO DE EL NIÑO EN BOLIVIA EVALUACION, BALANCE Y PERSPECTIVAS



DIRECCION GENERAL DE PLANIFICACION Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL - INE - ALT - SENADECI
GOBIERNO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE LA PAZ
FACULTAD DE AGRONOMIA UMSA
SINSAAT

3, 4 Y 5 DE JUNIO DE 1998
LA PAZ - BOLIVIA

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA
E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA**

SEMINARIO

**EL FENOMENO EL NIÑO EN BOLIVIA
EVALUACION
BALANCE Y PERSPECTIVAS**

COORDINADOR:

**REYNALDO MALDONADO R.
METEOROLOGO
JEFE DE DEPARTAMENTO**

ORGANIZADOR:

**HUBERT GALLARDO C.
METEOROLOGO
JEFE DE DIVISION**

PRESENTACION

En 1997-1998 Bolivia experimentó nuevamente los efectos del fenómeno El Niño. En esta oportunidad se desarrollaron una serie de actividades orientadas hacia la previsión y mitigación de sus efectos que han puesto a prueba tanto los conocimientos disponibles como las instituciones encargadas de hacer frente a tales eventos.

Pero mas allá de la necesaria acción inmediata, este episodio climático a constituido la oportunidad para proceder a un balance científico sobre las variaciones del clima en Bolivia y sobre la capacidad institucional del país para enfrentar los riesgos correspondientes.

En este sentido, con el apoyo de la Organización Meteorológica Mundial (O.M.M.)y del IRD (Ex ORSTOM) de la cooperación francesa, el SENAMHI y la Dirección General de Ordenamiento Territorial del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación han organizado del 3 al 5 de junio de 1998 en La Paz, un taller cuyos resultados están plasmados en la presente publicación.

Tanto la diversidad de los temas tratados como la calidad de los textos proporcionados, permiten afirmar, sin lugar a dudas, que se trata de un aporte de suma importancia para fundamentar las estrategias de desarrollo sostenible de Bolivia.

Ing. Carlos Díaz
DIRECTOR NACIONAL SENAMHI

Dr. Daniel Dory
DIRECTOR GENERAL DE PLANIFICACION
Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
MINISTERIO DE DESARROLLO SOTENIBLE Y PLANIFICACION

Dr. Bernard Pouyaud
DIRECTOR DEL IRD