



Cultura, topoclimatología y cambios de clima en la zona andina del desierto de Atacama

Hugo Iván Romero Aravena¹, Guillermo Espinoza², Dustyn Opazo¹ y Daniela Sepúlveda¹

1 Departamento de Geografía, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile. hromero@uchilefau.cl

2 Centro de Estudios de Humedales, Centro de Estudios del Desarrollo. gespinoza@ced.cl

Eixo: Climatologia em diferentes níveis escalares: mudanças e variabilidades

Resumen

Las investigaciones geográficas sobre cambios de clima deben considerar simultáneamente las aproximaciones topoclimáticas estadísticas convencionales y aquellas culturales, basadas en las prácticas, conocimientos y símbolos de las comunidades locales, para dar cuenta de las síntesis territoriales sobre las que la sociedad necesita decidir sus estrategias de adaptación. Nuevos conceptos relativos a la diada clima-cultura permiten interpretar la epistemología, ontología y metodología que caracterizan a las redes de actores y sus topologías espaciales, representadas en zonas topoclimáticas que caracterizan al Norte de Chile. Los topoclimas y los cambios de climas son revisitados a partir de interpretaciones etnográficas, actualizadas con informaciones aportadas por talleres y entrevistas realizados en las comunidades andinas de la región de Tarapacá.

Palabras claves: topoclimatología, comunidades andinas, Norte de Chile

1 Introducción

Durante los últimos años y debido al creciente conocimiento sobre los cambios globales del clima, ha aumentado la sensación de riesgo en territorios cuya variabilidad espacio-temporal climática es muy alta como en el desierto de Atacama, uno de los paisajes más áridos del mundo. Para los pueblos originarios que han habitado por milenios estos aparentemente inhóspitos paisajes, la variabilidad y cambios de clima han sido parte sustancial de su existencia y permanencia (Nuñez et al., 2010), lo que implica conocimientos, prácticas, gestión e interpretación de sus territorios que requieren ser conocidos y comprendidos. Los desafíos que enfrenta la topoclimatología geográfica de estos lugares se define como una expresión sintética de las relaciones estrechas establecidas entre los componentes de los sistemas naturales y de éstos con la sociedad (Popke, 2016; Hulme, 2015) originando un híbrido que puede corresponder en la actualidad a una topoclimatología cultural o socioclimatología de los pueblos andinos (Romero y Mendonça, 2016; Romero y Opazo, 2016).



2 Topoclimatología andina

Se ha interpretado un conjunto de imágenes satelitales que proporcionan los patrones de distribución de las temperaturas superficiales y de productividad vegetal, de lo que resulta una compleja matriz comandada en primer lugar, por ejes latitudinales de influencia marítima, particularmente en la sección norte del área de estudio (fig.1), que posteriormente, avanzando hacia el sur, dan paso al predominio de la pampa árida y franjas longitudinales, destacando las cordilleras y altiplanos, que pueden ser alcanzados por el monzón amazónico y sus lluvias estivales (Romero et al., 2011 y 2013; Mendonça et. al, 2014). Por ello, el altiplano andino posee un extraordinario valor geográfico y territorial, debido a que las montañas que lo rodean localizan “torres de agua” cuyos recursos constituyen las únicas fuentes de que depende la vida. El clima de las culturas andinas es un híbrido sionatural, en la medida que significa no solo un evento atmosférico sino que también un constructo social que ordena fases de la vida cotidiana de las comunidades, en un sistema de conocimientos, prácticas y representaciones que no separa los hechos biofísicos de los metafísicos, los humanos de los no-humanos o la vida del tiempo y del espacio (Boelens, 2014; Romero y Mendonca, 2016).

Según Matheret al., (1980:285) la topoclimatología es “la relación sinérgica entre procesos climáticos, rasgos de la superficie terrestre y acciones humanas”, cuyo estudio debe unir a los geógrafos físicos, culturales y humanos para abordar una entidad híbrida, caracterizada por materialidades biofísicas y medioambientales, por un lado, y por conocimientos socioculturales, afectos y prácticas, por el otro (Popke, 2016:2). El desafío es dar cuenta, valorizar y legitimar, diversos rangos de conocimientos, prácticas y experiencias, sobre los cuales las comunidades adoptan decisiones. La epistemología y ontología híbridas implican repensar la materialidad del clima, reconociendo que hay complejas redes de relaciones, comunalidades, interdependencias y comunicaciones entre lo humano y lo no humano, que conforman manifestaciones y respuestas a los cambios ambientales (Hulme, 1987). Las comunidades indígenas andinas elaboran el conocimiento climático e interpretan su significado social desde puntos de vista muy distintos a los de la ciencia occidental (Van Kessel y Salas, 2002). Para la interpretación de esta ontología, se requieren nuevos instrumentos, tales como la Teoría de los Actantes-Redes y la Topología Semiótica Material (Popke, 2016, Goldman et al., 2016). En lo que respecta a la metodología híbrida, combina enfoques interdisciplinarios desarrollados con métodos cuantitativos y cualitativos, que complementan datos derivados de instrumentos o modelos científicos, con comprensiones interpretativas o etnográficas, desplazándose desde formas simplistas de explicación hacia un más incierto pero vívido “sentido de encuentro” entre los humanos, las cosas, plantas, animales, tecnologías (Head and Gibson, 2012: 705), reunidos en los *ayllus* o *chacras*.

El clima y la cultura existen como una diada, solamente en interrelación (Hulme, 2015) y el primero llega a ser culturizado a través de las interpretaciones simbólicas, y mediante ellas, los

humanos llegana estar aclimatados a lafiscalidaddeltiempo atmosférico. Esta interrelaciónacompañasiemprelasactuaciones de las comunidades andinas y tal como señalaTesuro (1988/1935) para el caso de las sociedades ancestrales japonesas, o Van Kessel y Salas (2012) para las andinas, el concepto separado de clima no existe enlas culturas locales. El clima y la cultura cambian constantemente y tanto laatmósfera como lasprácticas e imaginarioslocalesestánen constante flujoen escalas de tiempo y espacio diferentes. “La historia y el clima aislados uno de otrosón meras abstracciones” (Tesuro, 1988; 1935:68).

Bajo esta concepción cultural del clima, cabría preguntarse si es correcto aspirar a una estabilidad climática bajo control humano como objetivo político de bien público. Para Hulme (2008:14): “La idea de un clima global estable es una ilusiónenla medida que se trata de una co-construcción entre lafiscalidaddeltiempo atmosférico y lasideas y prácticas de las culturas humanas cuyasinterrelaciones entre estos mundos imaginativos y materiales cambiantes no son nunca estables” y difieren entre lugares. Para Hulme (2008), correspondería, por lo tanto, repensar laidea de cambio de clima, cuyas culturas conformansumaterialidad, y respecto a lascualeslapráctica de lacienciatiene lugar enmediosnaturales específicos con sus propios valores, supuestos y dinámicas de poder. La cultura no es menos central para lacompreñión e implementación de laadaptación al clima: laidentificación de losriesgos, lasdecisiones acerca de lasrespuestas, y losmedios de implementación, son mediados por la cultura, que es dinámica y reflexiva, y está a su vez conformada por laidea de cambio de clima. La cultura y suanálisis, soncentrales para comprenderlas causas y significados de loscambios de clima y susrespuestassociales, como unhecho cultural

3 La topoclimatología estadística del Norte de Chile

Sobre la base de un Sistema de Información Geográfica que incluyelas relaciones espaciales entre topografía, límites de cuencas, datos proporcionados por estaciones meteorológicas (cuadro 2) y ladistribución de la temperatura y vegetación, obtenida de imágenesatelitalescorrespondientes a losaños más húmedos y secos de la serie, se preparó una representación cartográfica (figura 3 a) y en forma paralela, se correlacionó, a través de un modelo de regresiónmúltiple, ladistribución espacial de las temperaturas medias de veranocon diferentes factores geográficos explicativos, tales como la altura, exposición, continentalidad y temperaturas de emisión superficial (Romero y Opazo, 2017), cuyarepresentación espacial se encuentraenla figura 3 b y suformulación estadística enelCuadro 1).

Cuadro N°1: Modelo de regresiónmúltiple

$\text{Temperatura Atmosférica (}^{\circ}\text{C)} = -(\text{Altura} * 0,345) - (\text{vegetación} * 0,012) + (\text{distancia al mar} * 0,001) + (\text{T}^{\circ}\text{ emisión superficial} * 0,24) - (\text{orientación} * 0,002) + 4,027$	0,810
--	-------

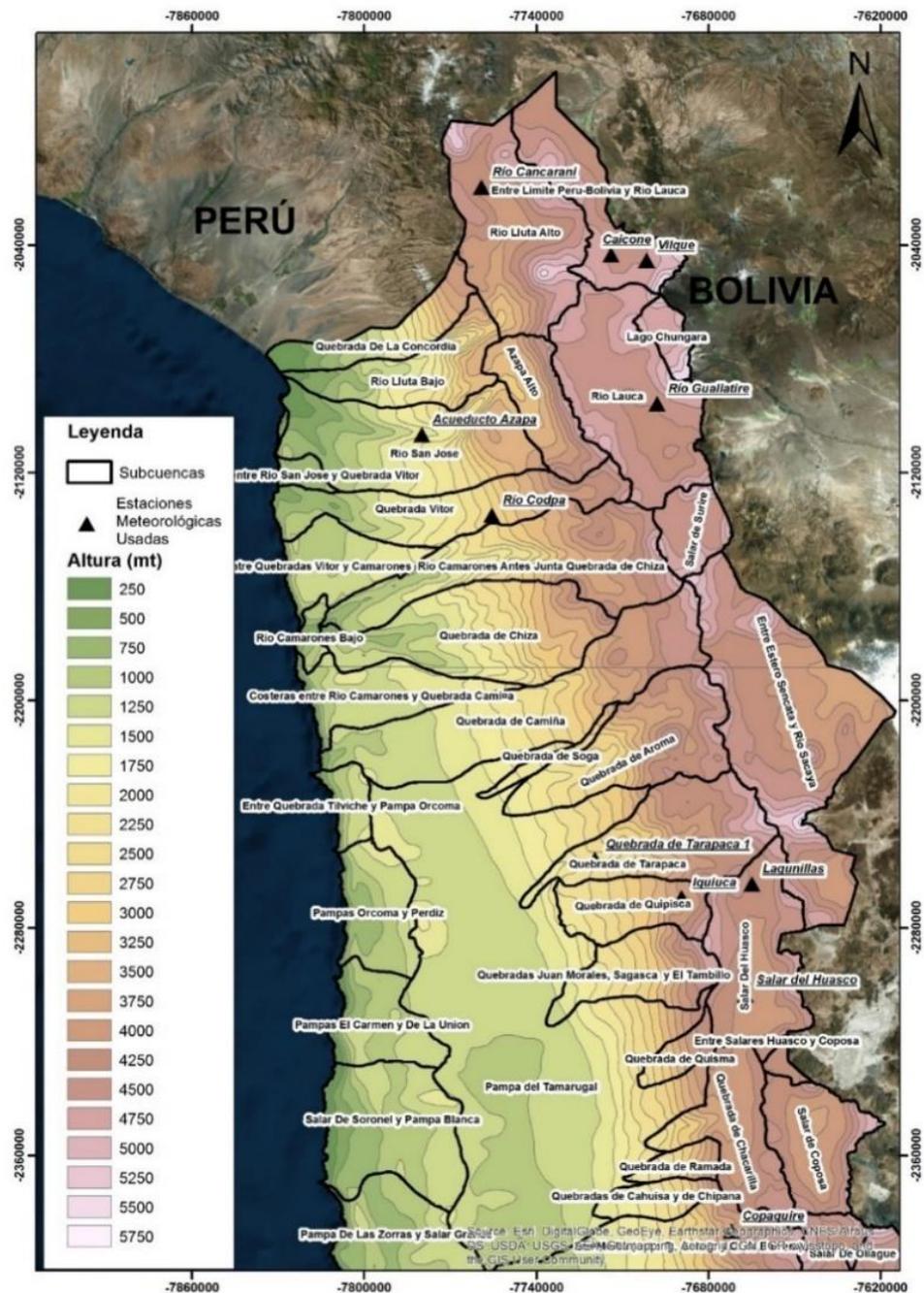


Figura N°1: Cuencas y subcuencas del Norte de Chile y estaciones meteorológicas consideradas
Cuadro N°2: Temperatura promedio de verano, localización geográfica, distancia al mar, altura y exposición de las estaciones meteorológicas consideradas en el modelo de regresión múltiple



Estación Meteorológica	Temperatura promedio de verano (°C)	Distancia al mar (Km)	Orientación	Altura (m.s.n.m)	Localización	Zona Topoclimática
Acueducto Azapa	13,67	50 km	Oeste	1500	N 7944399 E 406241	Zonas templadas de interfluvios de la zona costera de las cuencas
Río Codpa	14,62	76 km	Oeste	1850	N 7917546 E 421622	Zonas templadas de transición sin vegetación
Camiña	12,3	86 km	Sur-oeste	2500	N 7864392 E 456168	Zonas frías con vegetación de la precordillera
Quebrada de Tarapacá	10,2	87 km	Oeste	2750	N 7804366 E 463769	Zonas templadas de interfluvios de la zona costera de las cuencas
Río Caracarani	6,81	96 km	Sur-oeste	3908	N 8027046 E 425885	Zonas frías con vegetación de la precordillera
Parca	13,1	97 km	Oeste	2500	N 7787125 E 478731	Zonas frías con vegetación de la precordillera
Iquiuca	9,3	118 km	Oeste	3500	N 7791887 E 492220	Zonas frías con vegetación de la precordillera
Caicone	4,8	124 km	Nor-oeste	4250	N 8004258 E 468750	Zonas con vegetación del Altiplano
Río Guallatire	5,8	128 km	Sur	4280	N 7955232 E 484223	Zonas con vegetación del Altiplano
Copaquire	5,7	136 km	Oeste	3750	N 7682766 E 508490	Zonas con vegetación del Altiplano
Vilque	5,3	136 km	Oeste	4500	N 8002389 E 480533	Zonas con vegetación del Altiplano
Huasco	8,1	140 km	Sur-oeste	4000	N 7759885 E 513160	Zonas frías de depresiones cordilleranas
Lagunillas	6	143 km	Sur-este	4250	N 7796412 E 515201	Zonas con vegetación del Altiplano

El cuadro 3 permite observar que en general, las temperaturas registradas superan significativamente (sobre 2°C) a los valores estimados en las estaciones Acueducto Azapa y Río Codpa, y sobre 1°C en Camiña y Parca. Las temperaturas estimadas superan a las registradas, aunque levemente, en las estaciones de Iquiuca, Vilque, salar de Huasco y Lagunillas, lo que se debería a condiciones topoclimáticas específicas de los sitios de registro.

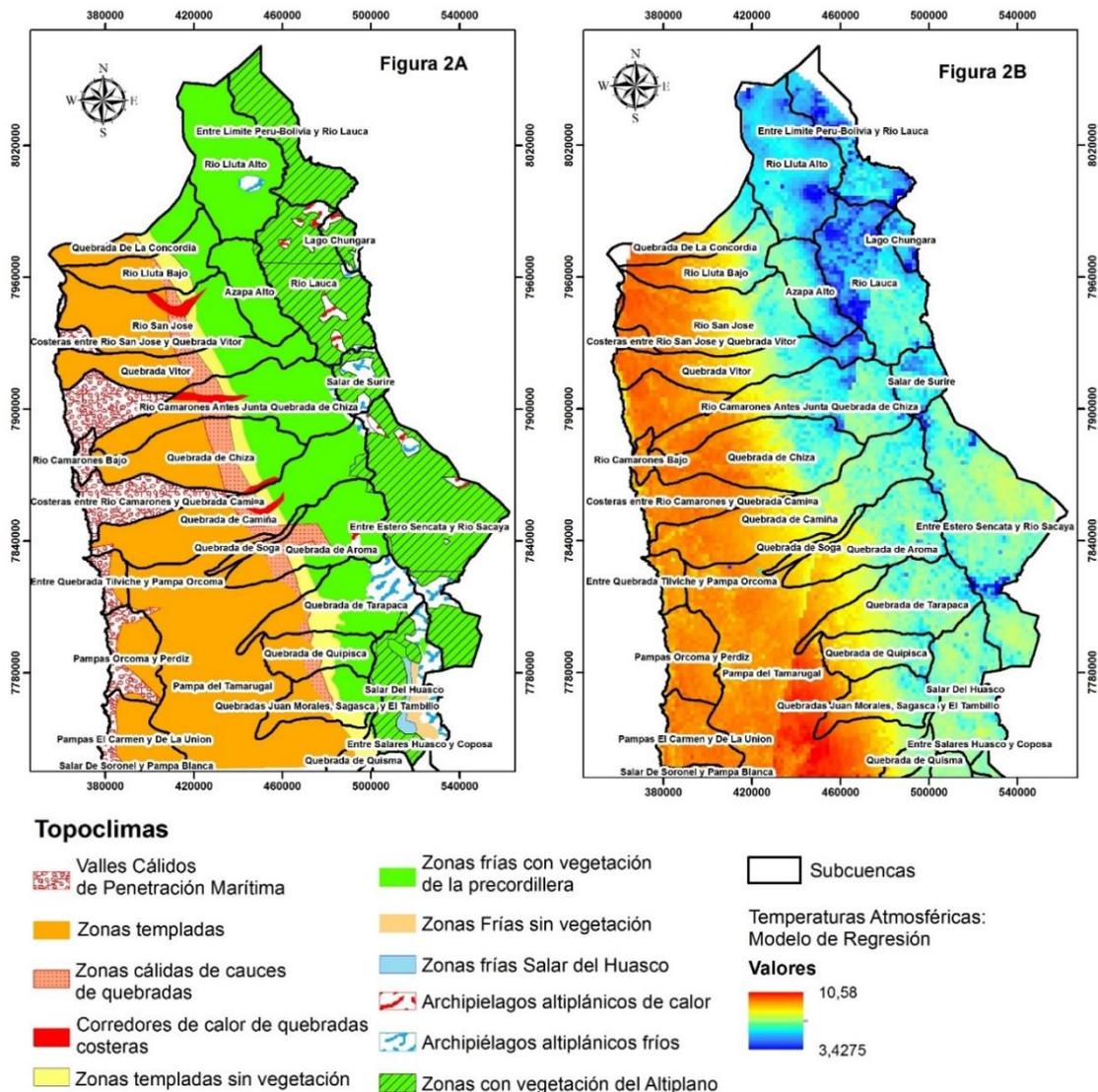


Figura N°3: Zonas topoclimáticas interpretadas y estimadas en las regiones del Norte de Chile

4 Climatología cultural de las comunidades andinas

La climatología de los pueblos andinos se inscribe en una multiescalaridad que asocia funcional y simbólicamente no solo escalas propias de los espacios regionales euclidianos sino que, preferentemente, redes ontológicas que vinculan lo real con lo simbólico, al dar cuenta de las grandes variabilidades espaciales y temporales que la caracterizan. Sus asentamientos se han desplazado históricamente sobre la divisoria de aguas de la Cordillera de los Andes, que separa las influencias áridas del océano Pacífico de las masas de aire húmedas provenientes del Monzón Amazónico (Romero et al., 2011 y 2013; Mendonca et al., 2014) y en función de las diferentes cargas



de radiación, exposición a las masas de aire, grados de continentalidad y presencia de coberturas vegetales

Cuadro N°3: Temperaturas promedio observadas y estimadas en las zonas topoclimáticas

Estación	Temp. observada	Temp. estimada
Acueducto Azapa	13,67	11,1
Río Codpa	14,62	11,2
Camíña	12,3	11,01
Quebrada de Tarapacá	10,2	10,96
Río Caracarani	6,81	6,29
Parca	13,1	11,15
Iquiuca	9,3	9,52
Caicone	4,8	4,31
Río Guallatire	5,8	5,33
Copaquire	5,7	5,64
Vilque	5,3	5,61
Huasco	8,1	8,94
Lagunillas	6	6,42

En los casos analizados por Van Kessel y Salas (2002), Van Kessel (1992) y Grebe (1990), la interpretación rítmica de los climas, identifica una estación de lluvias- *lapara pacha*- o de *crianza de la vida*, que abarca desde aproximadamente la primera quincena de noviembre hasta una similar en abril, cuando se registran precipitaciones eventualmente torrenciales, truenos, fuertes vientos, granizos y nieve, que varían grandemente de lugar en lugar. A continuación, se desarrolla la estación de heladas- *gasapacha* o *chirawapacha*, que abarca desde la primera quincena de abril a la primera de agosto, donde los cielos despejados favorecen la ocurrencia de temperaturas muy bajas. Finalmente se registra la estación de secas- *ch'akipacha*- entre la segunda quincena de agosto y de noviembre, que alcanza su mayor aridez en este último mes debido a la evaporación más elevada. La figura 4 es una ilustración modificada de la circularidad con que los aimaras de la región de Tarapacá diseñan icónicamente su calendario anual de actividades agrícolas y pastoriles, que constituyen la manera en que las variaciones climáticas son incorporadas en la vida cotidiana. Red de pastoreo (veranadas).

Conclusiones:

Los cambios de clima son estudiados, comprendidos y gestionados de manera diferente y muchas veces contradictoria por los enfoques empleados por la ciencia occidental y por los conocimientos



locales de las comunidades indígenas andinas. Sus epistemologías, ontologías y metodologías son diferentes y por lo tanto, las actuaciones voluntarias o impuestas difícilmente van a conseguir acoplarse en medio de tales diferencias culturales, que resultan ser para las comunidades la parte fundamental de la diada tiempo atmosférica-cultura. La topoclimatología cultural puede contribuir a asociar diversas fuentes de conocimiento, proporcionando síntesis por las cuales los cambios de clima se aproximan mejor y a una escala más cercana a la vida cotidiana. Mientras esto no se comprenda seguirán generándose conflictos, despojos e imposiciones que en nada contribuyen a la democracia y justicia ambiental de la zona.

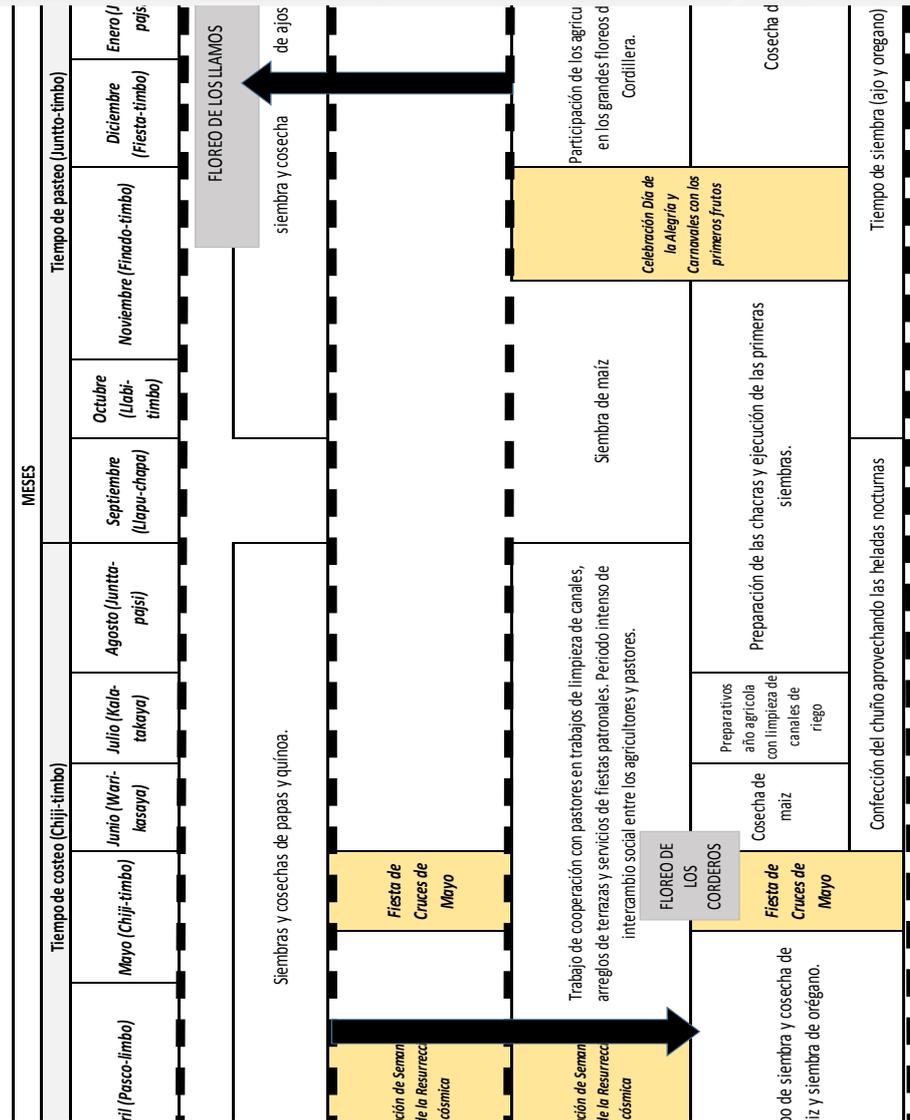


Figura 4: Calendario agrícola de las comunidades andinas de la región de Tarapacá, norte de Chile

5 Bibliografía

- BOELENS, R. (2014). Cultural policies and the hydrosocial cycle: Water, power and identity in the Andean highlands. *Geoforum* Volume 57, November 2014:234-247.
- GOLDMAN, M.; Daly, M. and Lovell, E. (2016). Exploring multiple ontologies of drought in agro-pastoral regions of Northern Tanzania: a topological approach. *Area*, 2016, 48.1:27-33.
- GREBE, M. E. (1990). Concepción del tiempo en la cultura aymara: representaciones icónicas, cognición y simbolismo. *Revista Chilena de Antropología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile. (9:63-81).
- HEAD, L. and GIBSON, C. (2012). Becoming differently modern: geographic contributions to agenerative climate politics. *Progress in Human Geography* 37:93-114.
- HULME, M. (2015). *Climate and its changes: a cultural appraisal*. Geo: Geography and Environment, published by John Wilwy and Sons.
- HULME, M. (2009). *Cosmopolitan Climates: hybridity, foresight and meaning*. Theory, Culture and Society on Global Heating: social theory looks at climate change.



- HULME, M. (2007). Geographical work at the boundaries of climate change. *Transactions of the Institute of British Geographers* 33:5-11.
- MATHER, J.R.; FIELD, R.T.; KALLSTEIN, R.S. AND WILMOTT, C.J. (1980). Climatology: the challenges of the eighties. *Professional Geography* 32: 285-92.
- MENDONÇA, M., ROMERO, H. y OPAZO, D. (2014). Análise multiescalar para a compressão de causas e consequências da variabilidade climática na América do Sul. *Experimentos em Climatologia Geográfica*. Organizadores: Charlei Aparecido de Silva, Edson Soares Fialho e Ercilio Torres Steinke. *Asociación Brasileña de Climatología Geográfica*, pp. 271-290.
- NUÑEZ, L., GROSJEAN, M., and CARTAJENA, I. (2010), Sequential analysis of human occupation pattern and resource use in the Atacama Desert. *Chungará*, Vol. 42, N°2: 363-391.
- POPKE, J. (2016). Researching the hybrid geographies of climate change: reflections from the field. *Area*, 2016, 48, 1: 2-6.
- ROMERO, H.; OPAZO, D. y SEPULVEDA, D. (2017). Topoclimatología andina del norte de Chile: estimaciones estadísticas e interpretaciones culturales. XVI Encuentro de Geógrafos Latinoamericanos, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, 24-28 de abril de 2017
- ROMERO, H. y OPAZO, D. (2016). Socioclimas, riesgos y ordenación del territorio en las comunidades altoandinas del desierto de Atacama, En *Clima, Sociedad, Riesgos y Ordenación del Territorio*. Jorge Olcina, Antonio Rico y Enrique Moltó (editores), *Asociación Española de Climatología Serie A*, n°10: 610-612.
- ROMERO, H. y MENDONCA, M. (2016). Socioclimas y glocalización en el Desierto de Atacama. IX Simposio Latinoamericano y V Iberoamericano de Geografía Física. Guimaraes, Portugal.
- ROMERO, H., MENDONCA, M., MENDEZ, M. y SMITH, P. (2011). Multiescalaridad, relaciones espaciales y desafíos ecológico-sociales de la climatología sudamericana. El caso del desierto de Atacama. *Revista Brasileira de Climatologia*. Año 7. Vol. 8. Pp. 7-29.
- ROMERO, H., MENDONCA, M., MENDEZ, M. y SMITH, P. (2013) Macro y mesoclimas del Altiplano Andino y Desierto de Atacama: Desafíos y estrategias de adaptación social ante su variabilidad. *Revista de Geografía Norte Grande*, PUC-Chile, volumen 55, 2013. Pp. 19-41.
- ROMERO, H. y VINAGRE, J. (1985). Topoclimatología de la Cuenca del Río Mapocho. *Inform. Geogr. Chile* 32: 3-30.
- TESURO, W. (1988/1935). *Climate and Culture: A philosophical study* (Trans Bownas, G.) Green Wood Press, New York.
- VAN KESSEL, J. y SALAS, P.E. (2002). Señas y Señaleros de la Santa Tierra. *Agronomía Andina*. Número 4 de la Serie: "Wageningen studies on heterogeneity and relocalization" del Departamento de Sociología Rural de la Universidad de Wageningen, Holanda.
- VAN KESSEL, J. (1992). La organización tempo espacial del trabajo entre los aimaras de Tarapacá: la perspectiva mitológica. En *Etnicidad, economía y simbolismo en los Andes: II congreso*. ARZE, Silvia (dir.). Nouvelle édition. Institut français d'études andines.