

CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA DE DESIERTO COSTERO Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS OASIS DE NIEBLA EN TARAPACÁ, CHILE

P. Cereceda¹, H. Larrain², F. Velásquez², B. von Igel¹, I. Egaña¹,
P. Osses¹, M. Farías¹ y R. Pinto

¹Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Chile, ²U. Bolivariana

* Fondecyt 1010801

Áreas de interés: climatología y biogeografía, niebla, desierto, oasis de niebla.

Resumen:

La información estadística oficial de la Dirección Meteorológica de Chile desde 1949 a la fecha, fue registrada en Los Cóndores a 515 m.s.n.m. y en Cavancha y Diego Aracena a pocos metros del nivel del mar. Asimismo, en Alto Patache, cordillera de la Costa, al borde del mega acantilado, a 750 m.s.n.m, se registraron temperatura y humedad relativa horarias entre septiembre de 2001 y agosto de 2003.

Tanto el comportamiento térmico como la humedad relativa difiere sustancialmente entre las estaciones de la planicie litoral y las de la cordillera costera, siendo estas últimas más frías y más húmedas, por ejemplo entre Cavancha y Los Cóndores hay 3,3°C de diferencia donde las mínimas absolutas pueden llegar a 1°C y la humedad relativa en Patache supera 80%. Las precipitaciones del siglo XX tuvieron un promedio anual de 1,7 mm y sólo hubo lluvias en el 40 % de los años. Se visualiza entre 1920 y 1940, un periodo más lluvioso que llega a casi 6 mm de promedio anual. Con respecto a la presencia de niebla, en la planicie litoral es mínima y difiere sustancialmente con lo registrado en Patache.

Los oasis de vegetación perenne se encuentran de preferencia sobre los 600 m de altitud (salvo los de *Eulychnia iquiquensis*, que se encuentran desde los 300 m). Por ello, para comprender el entorno en que se desarrollan estos ecosistemas de niebla, es necesario tener en cuenta las diferencias de los elementos del clima entre la planicie litoral y los de la cordillera de la Costa, en especial con respecto a la dirección y fuerza de los vientos y de la niebla.

1. Introducción

Desde el año 1997 se están realizando estudios geográficos en la Región de Tarapacá, específicamente en Alto Patache a 50 km al sur de Iquique (Fondecyt 1970248 y 1010801). Los objetivos son conocer la distribución espacial y temporal de la nube estratocúmulo y formación de niebla, analizar el potencial de agua que se puede colectar mediante atrapanieblas y reconocer su importancia para los ecosistemas desérticos que se encuentran en el farellón costero y en la cordillera de la Costa.

Se ha medido ininterrumpidamente desde 1997 la colección de agua mediante neblinómetros estándar (SFC) en el litoral en Alto Patache y en el interior a 12 km de Iquique (Larrain, 2002). Se han estudiado desde el punto de vista botánico, entomológico y biogeográfico algunos oasis de niebla de la zona (Pinto y Marquet, 2002; Cereceda et al., 1999, 2002; Larrain, et al., 2001; Sagredo et al., 2002; Pinto et al., 2001); los resultados demuestran la importancia de estos ecosistemas relictos cuya sobrevivencia se encuentra amenazada por factores naturales y antrópicos. Para comprender estos oasis es necesario conocer las características climáticas de las áreas donde se localizan. Sin embargo, salvo en Los Cóndores, donde se registraron durante un corto periodo de tiempo las variables climáticas de la cordillera costera, no hay estaciones meteorológicas representativas que permitan dicha caracterización. En el año 2001 se instalaron en Alto Patache sensores de registro continuo de temperatura y humedad atmosférica y dos pluviómetros. Asimismo, se iniciaron investigaciones mediante sensores remotos (imágenes GOES) para conocer el comportamiento de la nube estratocúmulo que genera la niebla (Farías et al., 2001, Farías et al., 2002).

En el Norte Grande de Chile de acuerdo a la clasificación climática de Köppen hay varios climas que se diferencian longitudinalmente. En la planicie costera, impera el clima desértico con nublados abundantes (BWn) y en la Depresión Intermedia, el desértico normal (BW). Cada uno de ellos presenta diferencias sustanciales en cuanto a temperatura, oscilación térmica y humedad relativa.

La vegetación xerófita de la costa y cordillera de la Costa se encuentra en lechos y desembocaduras de ríos y quebradas, en el farellón costero, en las primeras serranías de la cordillera de la Costa y en los corredores de penetración de niebla hacia el interior hasta más de allá de 10 km del borde costero.

2. Metodología

La recopilación de la información se realizó en los Anuarios Meteorológicos de Chile de las estaciones de la Fuerza Aérea de Chile de Los Cóndores, Cavanha y Diego Aracena en Chucumata. En Alto Patache a 750 m.s.n.m. se ubican en una caseta meteorológica sensores Dickson de registro continuo cada una hora: temperatura atmosférica, humedad relativa, temperatura del suelo; dos pluviómetros, uno marca Davies y el otro Rain O'Matic; y a 850 m un neblinómetro de 1 m² (SFC) descrito por Schemenauer y Cereceda (1993).

Tabla 1: Localización de las estaciones meteorológicas

Estación	Coordenadas geográficas	Altitud (m.s.n.m.)	Distancia a Iquique (km)	Años de registro	N° de Años del periodo	N° de meses El Niño	Meses El Niño respecto al periodo total (%)
Cóndores	20°15'S-70°07'W	515	5 al E.	1949-1966	18	54	25
Cavancha	20°12'S-70°11'W	6	0	1970-1980	11	34	26
D.Aracena	20°30'S-70°10'W	12	45 al S.	1980-2001	22	82	31
A. Patache	20°49'S-70°09'W	750	55 al S.	Sept.2001-Ago.2003	2		

El análisis estadístico es simple y se basa en las siguientes variables: temperatura media anual, mensual y horaria; máximas y mínimas medias; máximas y mínimas absolutas del período estudiado; temperaturas medias de los meses más fríos y más cálidos; oscilaciones térmicas anuales, del mes más frío y del mes más cálido; humedad relativa media anual, mensual y horaria; dirección predominante del viento y velocidad a las horas antes mencionadas.

Cabe hacer presente que se analizaron los datos de la costa en Cavancha y Chucumata por separado para poder comparar el comportamiento en los distintos emplazamientos, pero al final se unieron para caracterizar el clima de la planicie costera a través de 30 años de registro.

La precipitación media anual se trabajó por decenios para identificar ciclos lluviosos y de sequía. Las fuentes consultadas fueron: "Pluviometría de las Zonas del Desierto y las Estepas Cálidas de Chile" (1899-1947) de Elías Almeida Arroyo; "Pluviometría de Chile", Fascículo II (1930-1960), y de la Dirección Meteorológica de Chile, informes y anuarios de la Fuerza Aérea de Chile, para los años 1968-2002. Abarca el estudio el periodo 1899-2002; sólo faltan los años 1967 a 1969.

El análisis con respecto a la niebla, se realizó en función de una comparación entre Alto Patache ubicado a 850 m.s.n.m., ubicado en la cordillera de la Costa próximo al borde del farellón y Cerro Guatalaya (20°12'S-70°W) a 1.065 m de altitud y a 12 km al interior de Iquique en la cordillera mencionada. En ambos lugares se tienen registros mensuales desde 1997 hasta 2003 mediante neblinómetros estándar (SFC).

Cabe hacer presente que la disparidad de años entre estaciones es una grave limitante; además de no ser coincidentes los períodos analizados, la medición en Alto Patache es de sólo dos años. Por esta razón, de ninguna manera se pueden entregar conclusiones sobre el clima de este último lugar; sin embargo, dado que es la única estadística con que se cuenta, sus resultados son indicativos y reflejan tendencias climáticas.

Los antecedentes sobre la localización de los oasis de niebla se han obtenido del estudio realizado por memoristas en el transcurso de las investigaciones Fondecyt 1971248 y 1010801.

3. Antecedentes geomorfológicos

Para comparar las zonas geográficas en que se encuentran las estaciones meteorológicas se entrega aquí una descripción geomorfológica de su emplazamiento.

La Base Aérea de Los Cóndores, desmantelada en la década de 1980, se ubicaba antiguamente en las pampas Alto Hospicio Chico en plena cordillera de la Costa. El lugar se encuentra en un corredor de niebla de más de 15 km ubicado entre los cerros de aprox. 1.000 m de altitud Esmeralda, Descubridora y Huantajaya , y los de Tarapacá y Vista Faro de igual altitud a unos 10 km al sur. Próximo a la estación está el cordón Santa Rosa que produce una angostura en el corredor; es una zona que va ascendiendo lentamente desde el farellón costero hasta los 515 m. Siguiendo este corredor y hacia el noreste, se encuentra la zona de medición de niebla en el Cerro Guatalaya a 12 km de la costa, en una cima de 1.065 m, donde se ubica el neblinómetro SFC. Aquí el corredor se angosta hasta casi desaparecer.

La estación de Cavancha se encontraba en el sector del mismo nombre en Iquique, donde funcionó el aeropuerto de la ciudad hasta comienzos de la década de 1980. Se hallaba en la terraza litoral próxima a la línea de costa formada por una caleta y playa limitadas por la punta Cavancha, una pequeña península que la divide de la extensa Playa Brava hacia el sur. La planicie en el sector tiene un ancho de 2,5 km y culmina en el abrupto farellón costero de 500 m de altitud. Hacia el norte, continúa la planicie ampliándose hasta el centro de la ciudad.

La estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Diego Aracena se encuentra en la planicie litoral correspondiente a la punta Chucumata de unos 3 km entre el mar y el farellón costero hacia el este, que se alza abruptamente hasta los 650 m de altitud. La planicie se prolonga hacia el sur. A 2 km del mar está la estación de medición a 12 m.s.n.m.

La caseta meteorológica de Alto Patache se encuentra emplazada en una pequeña pampa a pocos metros del borde del acantilado costero que aquí se eleva hasta los 750 m. El acantilado próximo forma una medialuna que enfrenta al sur. Se encuentra enmarcada al E y W por pequeños cerrillos de aproximadamente 100 m. de altura. En la costa, la punta Patache se extiende de norte a sur 5 km y las planicies oscilan entre los 2 y 5 km de ancho.

Desde el punto de vista meteorológico, es interesante el emplazamiento de estos sitios en relación a la altitud, que varía desde casi el nivel del mar hasta los 740 m y 1.065 m, de modo que las partes altas, quedan dentro del ámbito de la nube estratocúmulo típica de la zona.

Algunas estaciones se encuentran relativamente próximas entre sí, por ejemplo, sólo hay 5 km entre Cavancho y Los Cóndores, sin embargo hay 500 m de altura de diferencia; Diego Aracena y Alto Patache distan entre sí casi 30 km en sentido norte sur, y hay 700 metros de diferencia de altura entre ellas.

Es difícil asignar el carácter de costero o interior a la estación de Alto Patache, ya que al estar próxima al borde del acantilado o farellón costero, podría definirse como una localidad litoral, sin embargo, al estar emplazada en una meseta en el borde occidental de la cordillera de la Costa, se podría considerar como una estación del interior. Los resultados del análisis del comportamiento climático contribuirán a su clasificación.

4. Los oasis de niebla.

En las planicies litorales y cordillera de la Costa de Tarapacá la vegetación se encuentra en los lechos y desembocaduras de ríos y quebradas, en el farellón costero, en las serranías próximas a la costa y en los corredores de penetración de la nube estratocúmulo que origina la niebla de advección. Las zonas vegetadas en sectores alejados de los escurrimientos intermitentes propios del desierto, tienen su alimentación hídrica en las frecuentes nieblas de tipo orográfico y advectivo, conocidas localmente como “camanchaca”. Las formaciones vegetacionales son pluriespecíficas y monoespecíficas. Las primeras están formadas por arbustos y hierbas, y también cactáceas y las segundas por la Bromeliacea *Tillandsia sp*

5. Resultados

A continuación se entregan los resultados sobre los elementos del clima y las diferencias encontradas entre las estaciones de la planicie litoral y de la cordillera de la Costa. Asimismo, se comentan su importancia con respecto a los oasis de niebla.

5.1. El comportamiento térmico

Como se puede ver en la Tabla 1, el comportamiento térmico difiere sustancialmente entre las estaciones de la planicie litoral y las de la cordillera costera, siendo estas últimas mucho más frías. La temperatura media anual de los 33 años medidos en Cavancho-Diego Aracena es de 18,3°C, con 0,6 °C de diferencia entre ellas; sin embargo, la diferencia es notoria entre Cavancho y Los Cóndores, con 3,3°C ; mayor aun es la disparidad entre Diego Aracena y Alto Patache con 6°C de diferencia. La explicación de los comportamientos diferenciados entre el litoral y las estaciones cordilleranas se deben buscar en el factor altitud y en la influencia de la nube estratocúmulo. Las temperaturas máximas medias anuales son interesantes desde el punto de vista de la variación entre Los Cóndores y Alto Patache donde hay una diferencia de 1,6°C; también son interesantes los 5°C de diferencia que hay entre Diego Aracena y Alto Patache, lugares que distan 30 entre sí. Es necesario tener en cuenta que Alto Patache tiene un diferencia altitudinal de 235 m con Los Cóndores y de 740 m con Diego Aracena, es probable que este sea el factor más decisivo en los resultados encontrados; hay

que recordar que el periodo de medición de Alto Patache es de sólo dos años. Las temperaturas medias y máximas absolutas son similares en todas las localidades estudiadas; esto no sucede en relación a las temperaturas mínimas absolutas; llama la atención la cifra de 1°C en Los Cóndores que se da en varios años, lo que podría explicarse por su carácter de estación interior, con menor influencia marina y por lo tanto mayor continentalidad. Alto Patache muestra tanto en su mínima media anual, como en su mínima absoluta, la influencia del mar, ya que, como se dijo, está muy próxima a la línea de costa.

Tabla 2: Temperaturas registradas en las estaciones meteorológicas (en °C)

Variable	Los Cóndores	Cavancha	Diego Aracena	Cavancha D.Aracena	Alto Patache
T° media anual	14,6	17,9	18,5	18,3	12,5
T° máx. media anual	18,5	21,2	22,0	21,7	16,9
T° mín. media anual	10,1	15,4	16,1	15,8	9,6
T° máx. absoluta	30,0	29,4	31,2	31,2	30,5
T° mín. absoluta	1,0	7,3	7,6	7,3	4,5
T° media mes+cálido	18,8	21,1	22,0	21,7	17,6
T° media mes + frío	10,5	15,5	15,5	15,5	9,9
Oscilación térm. anual	8,3	5,6	6,5	6,0	7,7

Las fluctuaciones de las temperaturas máximas y mínimas medias a lo largo de los meses, presentando la misma tendencia del promedio mensual antes analizado; sin embargo, hay una mayor diferencia en los valores mínimos entre las estaciones de la planicie costera con respecto a las de Los Cóndores y Patache. Hay diferencias térmicas entre las estaciones bajas y las de altitudes mayores analizadas. Por una parte está el factor altitud y por otra la distancia al mar; la primera implica temperaturas más altas en la planicie costera; y la segunda, menores oscilaciones térmicas en dicho sector.

5.2. Humedad relativa

La humedad relativa media anual en las estaciones en estudio es alta y refleja el clima BWn que les corresponde según Köppen. Todas las estaciones superan el 68% de humedad, siendo la más alta, la de Alto Patache con un valor de 82,5%. Llama la atención la diferencia entre las estaciones de Cavancha y Diego Aracena, ya que ambas están a similar altitud y distancia del mar; hay que recordar al respecto que los años de registro son consecutivos y por lo tanto no corresponden al mismo periodo; por otra parte, D. Aracena tiene un mayor porcentaje de meses El Niño y durante su periodo, se registró el evento de 1982/83, que como se dijo fue el más intenso (Tabla 3).

Tabla 3: Humedad relativa media anual

Estación	anual	8 h.	14 h.	19 h.
Cóndores	76,9	81,8	68,9	79,8
Cavancha	73,5	77,8	66,5	76,3
D.Aracena	68,8	71,1	61,2	73,9
Cav-D.A.	71,1	74,4	63,8	75,1
Patache	82,8	86,6	73,9	82,5

Tabla 4: Humedad relativa media mensual

Est/meses	ene	feb	mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
L.Cóndores	67,5	67,2	72,9	77,4	81,1	82,6	83,6	82,6	81,7	79,4	76,2	70,9
Cav-D.A.	68,2	68,8	70,2	71,7	72,3	72,9	72,7	72,8	72,3	70,3	68,7	68,3
Patache	73,6	73,8	78,6	80,8	83,1	88,3	84,0	91,3	87,9*	83,4	84,4	81,1

*dato de septiembre de los años 2002 y 2003

En relación a la distribución horaria de la humedad relativa, es notoria la baja que se presenta a las 14 horas en todas las estaciones, lo que coincide con los estudios con imágenes GOES, donde la menor expansión de la masa nubosa estratocúmulo y penetración continental se da precisamente en las horas próximas a mediodía (Farías et al., 2003). Es interesante analizar los porcentajes de humedad relativa en Alto Patache, donde a las 8 de la mañana hay 86,6%, el mayor valor se da a las 4 de la mañana, donde el promedio de los dos años alcanzó a 87,8% (próximo a la hora de temperatura mínima); esta información es importante cuando se relaciona con la presencia de niebla, situación en que la masa atmosférica está a 100% de humedad relativa, corroborando lo estudiado con respecto a la presencia de nubes bajas en un mes de invierno y uno de verano donde la mayor frecuencia en las horas de la noche y madrugada.

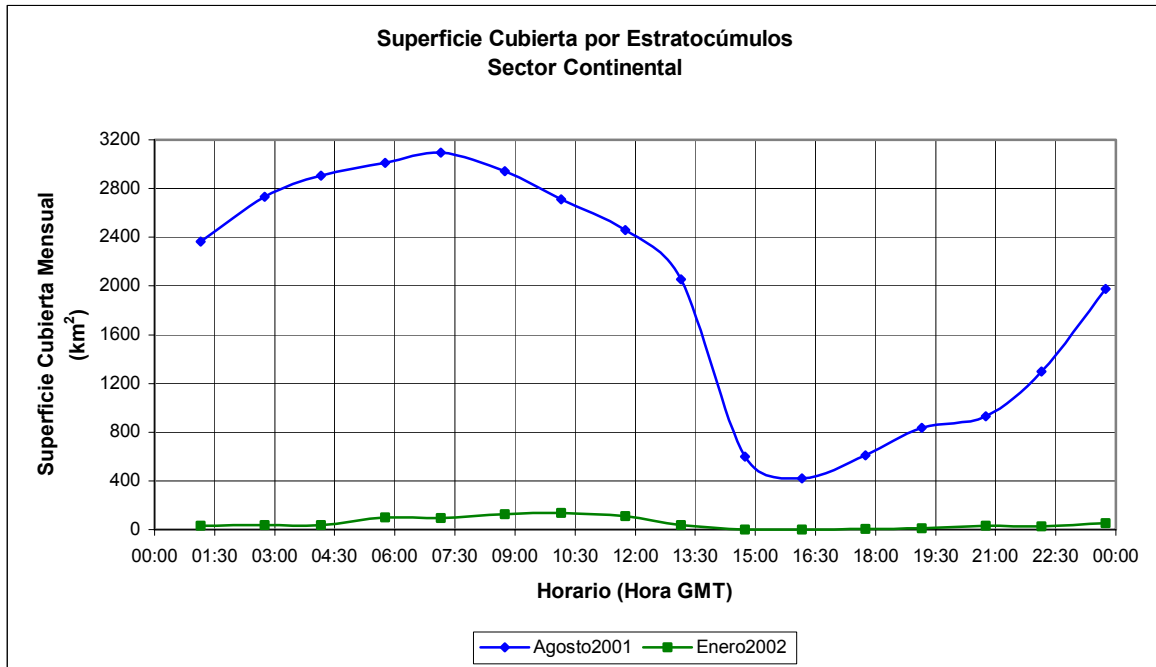


Figura 1.- Comparación superficie cubierta en el Sector Continental.

La humedad relativa mensual sigue una marcada tendencia estacional, siendo en algunos meses similar en todas las estaciones, salvo en Alto Patache. Los meses entre mayo y septiembre son los de mayor porcentaje y los de verano, enero y febrero, los de menor humedad. Cabe mencionar la similitud entre las estaciones costeras y Los Cóndores en los meses de verano, sin embargo en el invierno la última estación mencionada muestra hasta 10% de diferencia. La humedad relativa en Alto Patache es especialmente alta durante todo el año, siendo los meses de junio, agosto y septiembre los que presentaron valores mayores. Es interesante el mes de agosto donde en el año 2001 hubo un promedio de 93% y en 2002, 89,6%. Esos meses fueron de mucha niebla en la zona, como se verá más adelante. En todo caso, es importante recalcar que estos promedios que se entregan sobre Patache son de dos años y por lo tanto, son indicativos solamente.

5.3 Precipitaciones

A continuación se analiza el régimen pluvial registrado en las localidades estudiadas en dos instancias: primero se discute la información de los años que se presentan en este estudio(1966-2001) y luego una estadística prolongada de los últimos 99 años.

El análisis de las precipitaciones en la zona de estudio es especialmente interesante debido a la escasez de lluvias a lo largo del periodo que en este acápite se reporta. Se puede observar que el promedio en los 16 años estudiados en Los Cóndores, entre 1949 y 1966, fue de 1,7 mm, sólo llovió en 3 años y en otros 4 años hubo lloviznas que no alcanzaron a 1 mm. El año 1957 llovieron 16,2 mm, al año

siguiente, 4,2 mm y en 1965, cayeron 8,7 mm. En Cavancha, entre 1970 y 1980, sólo llovió en dos oportunidades con cifras de 1,5 y 1,1 mm, y sólo se registró llovizna en un año con 0,4 mm. Entre 1981 y 2000, en Diego Aracena sólo hubo lluvia en 4 años y llovizna en 3. Las mayores precipitaciones se produjeron en los años El Niño de 1992 con 11 mm y en 1983 y 1984 con 7,3 y 3,6 mm respectivamente. Las intensidades mayores se dieron en Los Cóndores en 1957 con 9 mm en 24 horas, en Diego Aracena en 1992 con una pluviosidad de 11 mm y en 1983, 7,3 mm en las mismas 24 horas indicadas. Las escasas lluvias se producen entre los meses de mayo y septiembre.

Tabla 5: Precipitaciones promedio y máximas del periodo

Estación	Promedio anual	Máxima anual periodo	Máxima en 24 horas	Año de máxima en 24 hr.
L.Cóndores.	1,7	16,2	9,0	1957
Cavancha	0,27	1,5	1,1	1977
D.Aracena	1,27	11,0	9,1	1992
Cav-D.A.	0,91	11,0	9,1	1992

Dada la importancia de este elemento meteorológico, se recopilaron antecedentes de precipitaciones desde 1899 hasta el año 1965 con el fin de llenar una serie que superara los 100 años, sin embargo por problemas de datos, se consideraron 99 años para trabajar los promedios. En ese tiempo, sólo hubo lluvia en 41 días y la media aritmética fue de 1,7 mm.

(Fig. # 2). Destaca en la primera mitad del siglo XX, los años 1940 con 20 mm y 1903 con 15 mm.

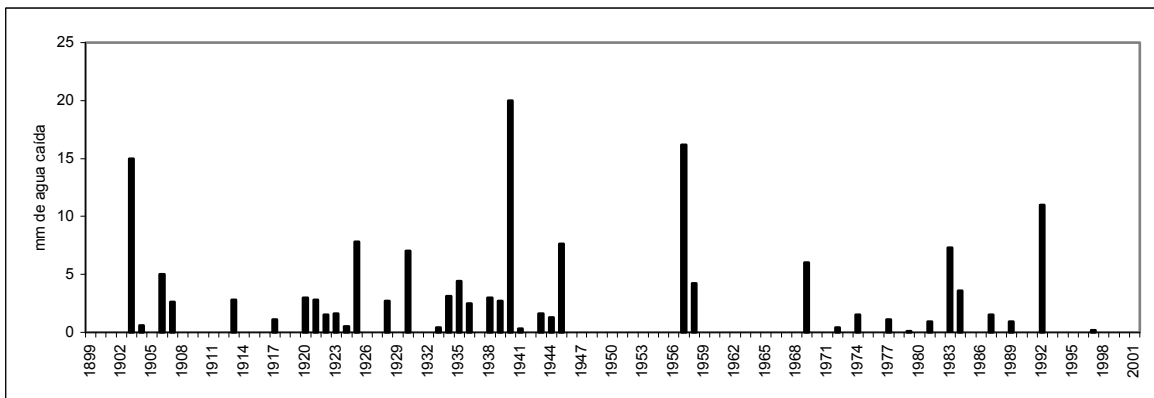


Figura 2: Precipitaciones en la costa de Tarapacá Iquique, Cavancha, Diego Aracena

3.6 Comportamiento del viento

El comportamiento eólico en el área de estudio es diverso, tanto en las direcciones predominantes en las distintas estaciones como en los cambios a lo largo del día. En Los Cóndores y Cavancha sobresalen las calmas en las mañanas, si bien en la estadística de la primera estación, hay una componente del este que se deja sentir en algunos meses del año. Algo similar sucede en Alto Patache, pero no hay un registro suficientemente largo como para establecerlo aquí, sin embargo, la experiencia de las campañas de medición en terreno, permiten postular lo siguiente: normalmente hay calma a las 8 horas o una leve brisa desde el este y noreste.

En Los Cóndores el relieve es determinante en la dirección del viento, ya que en los meses de invierno a las 8 horas hay calmas o viento del E, el que cambia de dirección al W, corroborándose la “brisa mar – tierra” propia del lugar, donde la gran pampa de la Depresión Intermedia actúa de centro de baja presión aumentando la velocidad del viento a las horas de mayor calor.

Es interesante que el viento de las 8 horas en Diego Aracena sea desde el S. A las 14 horas, las dos estaciones de la planicie litoral tienen viento SW, sin embargo a las 19 horas, es diferente: SW en Cavancha y S en Diego Aracena. Entre el año 1999 y 2003 en Alto Patache se hicieron mediciones de viento en forma periódica, si bien son datos puntuales, permiten inferir que la dirección predominante en el borde del acantilado es en más del 70% de las observaciones viento sur (entre 170°-200°). No se incluyen tablas de la dirección del viento por meses, ya que salvo en Los Cóndores, todas las estaciones muestran siempre la misma tendencia.

Tabla 6: Dirección de vientos

Estación/hora	8 hrs	14 hrs	19 hrs
L.Cóndores	C	W	W
Cavancha	C	SW	SW
D.Aracena	S	SW	S
Patache		S	S

Tabla 7: Velocidad del viento

Estación/hora	8 horas	14 horas	19 horas
L.Cóndores	1,4	6,7	4,6
Cavancha	0,0	5,7	3,6
D.Aracena	5,5	12,7	9,0

Llama la atención las diferencias que se producen con respecto a la velocidad del viento entre las distintas estaciones, especialmente entre Cavancha y Diego Aracena, siendo estas últimas muy superiores a las encontradas en Iquique, donde los vientos tienen la mitad o un tercio de la fuerza que en Chucumata.

3.7. Comportamiento de la niebla

Como se dijo, la niebla en relación a los oasis del desierto es interesante con respecto a la cantidad de agua que se puede coleccionar mediante instrumentos especialmente diseñados para estas mediciones. Esto debido a que lo que se pretende conocer es la cantidad de agua que está disponible para el uso de las plantas.

Las diferencias entre el sector próximo a la costa en Alto Patache y el interior en Cerro Guatalaya es sustancial, el promedio en seis años, entre agosto de 1997 y julio de 2004 de ambas estaciones es de 7,8 para la primera y 0,93 para la segunda. Las tendencias estacionales se mantienen, destacándose especialmente los meses de invierno. Son interesantes las colectas del período El Niño de 1997 y que finalizó en 1998, ya que en Alto Patache hubo una captación muy alta en el verano del último año mencionado.

Tabla 8: Colecta media estacional en Alto Patache y Cerro Guatalaya
(L/m²/día)

Patache	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Media
Verano		7,23	1,49	1,56	1,27	0,47	1,47	0,97	2,07
Otoño		5,20	3,33	4,24	5,57	3,53	6,01	2,31	4,31
Invierno		11,18	15,06	12,82	14,11	17,42	15,47		14,34
Primavera	11,45	9,12	11,12	7,30	7,30	6,76	7,36		8,63

Guatalaya	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Media
Verano		0,17	0,06	0,03	0,01	0,17	0,08	0,04	0,08
Otoño		0,80	1,00	0,87	1,10	1,37	0,14		0,88
Invierno		1,82	1,99	1,64	1,50	0,87	1,80		1,60
Primavera	0,92	0,90	0,50	0,72	0,88	0,69	0,66		0,75

3.8. La localización de los oasis de niebla

Parece interesante analizar el emplazamiento de algunos oasis de niebla que han sido estudiados durante el transcurso de esta investigación. El oasis de Alto Patache se encuentra tanto en el mega acantilado como en la meseta interior próxima al borde de dicho farellón. La vegetación arbustiva se encuentra en las fuertes pendientes y sustrato rocoso del farellón de preferencia en altitudes próximas a los 700 y 750 m; hay vegetación herbácea en el farellón, pero prolifera en la meseta durante los años lluviosos. El oasis de Alto Chipana donde predomina la cactácea *Eulychnia iquiquensis* y asociada a ella producto del agua que ella colecta en sus bases se encuentra de vegetación de preferencia herbácea. En el área estudiada la vegetación se encontró en una serranía cuyas laderas enfrentan los vientos que advectan la niebla de preferencia entre los 840 y 960 m, sin embargo, en el farellón de esa zona es frecuente encontrarla entre las cimas y una altitud de 300 m. El oasis de Pajonales I y Pajonales III se encuentra en un corredor de niebla que nace frente al puerto de Patillos y se prolonga prácticamente hasta la Pampa del Tamarugal. Está compuesto por *Tillandsia sp* (probablemente *T. Landbeckii*). Este cordón se ubica a 23 km al interior de la línea de costa y está constituido por el cerro Pajonal I (1.215 m.s.n.m.) y cerro Pajonal III (1.072 m.s.n.m.). El cordón Pajonal presenta un largo de 13,75 km en sentido N-S y un ancho que va desde los 600 m en promedio en el extremo norte hasta los 2,5 km en el extremo sur. Los paños de tillandsias se ubican en altitudes que varían entre los 850 y 1.250 m y su exposición predominante es hacia el NW, W y SW, precisamente desde donde proviene la niebla.

4. Conclusiones:

Se ha caracterizado el clima de las planicies litorales y de la cordillera de la Costa próxima al litoral (hasta 5 km) encontrándose sustanciales diferencias en el comportamiento térmico y de humedad relativa. Los factores que aparecen más relevantes son la altitud y la proximidad al océano. La presencia de la frecuente nube estratocúmulo es decisiva en la dinámica climática, ya que su situación a partir de los 650 m hacia altitudes superiores modifica dichos elementos del clima. Los vientos son también diversos, tanto en dirección como en velocidad, siendo el relieve uno de los factores determinantes. De acuerdo a los registros de precipitación de casi 100 años, es difícil que una vegetación arbustiva y de cactáceas pudiera sobrevivir y a veces presentarse con vigor, si no fuera por el agua de la niebla. Si bien es posible que las herbáceas se asocien más a periodos de lluvia, es probable que la explicación de los Tillandsiales alejados del mar, esté dada por la penetración de la niebla a través de corredores.

Agradecimientos: a Juan Pablo Arancibia por el procesamiento de la información estadística de las estaciones meteorológicas.

Bibliografía

- Almeida Arroyo, Elías** (1948): "Pluviometría de las Zonas del Desierto y las Estepas Cálidas de Chile" (1899-1947) de Editorial Universitaria, S.A., Santiago de Chile.
- Farías, M, P.** Cereceda, P. Osses y Larrain H (2004) "Comportamiento espacio-temporal de la nube estratocúmulo, productora de niebla en la costa del desierto de Atacama (21° lat. S., 70° long. W.), durante un mes de invierno y otro de verano". Enviada a Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México
- **Cereceda, P.** Osses, F. Osses, H. Larrain y M. Farías (2002) "The importance of fog in arid ecosystems and as an economical and social water resource" Kluwer Academic Publishers, in an internal monograph by TWNSO, and/or included in the final report to GEF. Italia Ciudad: Trieste
- **Cereceda, P.** Osses P., Larrain, H., Fuentes, L y R. Schemenauer (1999). "Campos de tillandsias y niebla en el desierto de Tarapacá". Revista de Geografía Norte Grande, vol 27, 37-52.
- Fuerza Aérea de Chile** (1965): "Pluviometría de Chile", Fascículo II (1930-1960), , Oficina Meteorológica de Chile.
- Dirección Meteorológica de Chile:** Informes y anuarios climatológicos, Fuerza Aérea de Chile, para los años 1968-2002.
- Larrain H.,** Velásquez, F., Espejo R. Pinto, P., Cereceda P., Osses P. and R.S.Schemenauer (2002): Fog measurements at the site "Falda Verde", North of Chañaral (Chile) compared with other North Chilean fog stations. En Atmospheric Research, Volume 64, Issues 1-4, Pages 271-284
- Larrain H.,** R. Pinto, P., Cereceda P., Osses P., Lázaro P. and R.S.Schemenauer (2001): "Three years of zoological records at fog site in Alto

Patache, south of Iquique Northern Chile, during El Niño and La Niña events (1997-2000) En: Second Conference on Fog and Fog Collection, St. John's Canada

-**Pinto R.** y P. Marquet (2002). "Distribución y conservación de los Tillandsiales de Tarapacá". En XLV Reunión anual de la Sociedad de biología de Chile. Puyehue.

-**Pinto R.**, Larraín H., Cereceda P., Lázaro P. y P. Osses (2001) Respuesta de la flora y fauna al influjo de las neblinas costeras (camanchacas), en períodos de "El Niño" (1997 - 1998) y "La Niña" (1998 - 2000) en la costa sur de Iquique, norte de Chile. 8° Encuentro de Geógrafos Latinoamericanos EGAL. (Publicada en CD)

-**Schemenauer R.S.** y P. Cereceda (1993): "A standard fog collector for use in high elevation regions". En Journal of Applied Meteorology, Vol 33, N°11

-**Sagredo, E.**, H. Larrain, P. Cereceda. A. Ugarte y P. Osses (2002) Variación espacio-temporal de la entomofauna de coleópteros detectados en trampas en el oasis de niebla de Alto Patache (20° 49' S, 70°09' W) y su relación con factores geográficos E. Sagredo, H. Larrain, P. Cereceda. A. Ugarte y P. Osses Vol. 29 Pág. 121-133