



El "Valor de desecación" como factor climatológico

Efecto de la sequedad atmosférica sobre el hombre.

El presente artículo tiende, como ensayo preliminar que es, a examinar, desde un punto de vista distinto del usado hasta hoy, la humedad más o menos grande del aire en sentido climatológico. No puede tratarse aquí sino de un ensayo, por la razón que las circunstancias me imposibilitan para tomar en cuenta siquiera la literatura más indispensable, respectivamente, para practicar las investigaciones experimentales más necesarias.

El impulso a este estudio me lo dieron mis viajes por el Norte de Chile y Bolivia, donde recibí por vez primera en aquellas elevadas regiones de sequedad una impresión «corporal» del elemento climatológico de la humedad atmosférica (1).

(1) «Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.* (1911), tomo I, pág. 50: «la sangre privada de una parte de su agua, obra como estimulante intensivo sobre el sistema nervioso y aumenta su funcionamiento; aire seco y presión atmosférica disminuida tienen las consecuencias siguientes: excitación nerviosa, insomnio, aceleración de las pulsaciones, aumento de la

A poco de entrar en esas regiones, se me rasgó la piel y los labios, a pesar de haber friccionado éstos con mantequilla de cacao, cuya desecación del cutis iba acompañada de una sensación imposible de describir, que estoy tentado a llamar «específica».

La piel se secaba a tal punto que la conductibilidad eléctrica cesaba, notándose, al frotar los dedos con un trapo de lana, descargas eléctricas, perceptibles en el electroscopio (2).

En el trayecto de Antofagasta a Collahuasi, viajando en ferrocarril, se me desapareció como por encanto una tos violenta que desde tiempo atrás me molestaba, la que, sin embargo, volvió a aparecer a mi regreso.

En sumo grado desagradable se hacía la desecación de las mucosas, la que se notaba hasta muy abajo en la garganta, provocando no sólo una molesta sensación de cosquilleo sino una deglución forzosa y hasta peligrosa de saliva. Debido a esta circunstancia interrumpíase la respiración (aceleración de la circulación, aspiración profunda—Atemvertiefung) que, como todos saben, tiene una importancia capital en aquellas alturas, precisamente por su pobreza de oxígeno y, en consecuencia, se producía una respiración forzada hasta el último límite, haciéndose de este modo más intensiva la sequedad en la garganta, incrementada aún por el mayor movimiento del aire, y estimulando de nuevo la deglución.

sequedad cutánea, disminución del calor; el aire húmedo produce un efecto calmante en las funciones del sistema nervioso, sueño tranquilo, aumento de la eliminación de ácido carbónico, circulación más acompañada.»

(2) En otro estudio se volverá más explícitamente sobre estas condiciones.

Se ve, pues, que la sequedad del aire puede ocasionar una interrupción en el acarreo del oxígeno tan necesario en esas grandes alturas, dando así origen a la *enfermedad de las montañas* (o soroche andino) (3), o bien haciendo peligrosa esa enfermedad, caso que ya existiese (4).

Característica para el árido Norte de Chile es la fre-

(3) Véase W. KNOCHE, *Ein Beitrag zum Wesen der andinen Bergkrankheit. Berl. Med. Wochenschrift* N.º 17, p. 767/69. Compárese también HERMANN V. SCHROETTER, *Zur Kenntnis der Bergkrankheit (Beitraege zur klin. Medizin und Chirurgie. Cuaderno 21, 1899)*; v. Schroetter llama especialmente la atención que, además de la falta de oxígeno, debérase también tomar en cuenta los factores climatológicos para la solución de la enfermedad de las montañas, p. 80.—Ahí mismo cit. GUESSFELD, *Aconcagua-Expedition*, p. 62: «Es más que probable que el aire enrarecido y seco sea más dañino para el organismo que el aire húmedo».

También véase qué dice HANN sobre la Puna (Bergkrankheit) en su *Handb. d. Klimatol* (1911), tomo I, p. 197-198, cit. Plagemann).

El aire seco favorece quizás, por la excitación del sistema nervioso, una componente de la Puna, la *enfermedad psíquica (autosugestiva) de las montañas*.

(4) Hasta cierto grado padecía yo en mis viajes también la desecación de la mucosa de la nariz, y, según ZUNTZ y LAZARUS, cualquiera irritación de ella acarrea una estrechez de los bronquios, mediante la contracción de sus músculos anulares, como que en general cualquiera irritación de las vías respiratorias puede provocar asma. (Véase IDE, *Ueber Nord- und Ostseeklima, Med. Klinik*, N.º 28, 1914, p. 1186).

Conforme a esto, la escasez de humedad en el aire bastaría no sólo para provocar por irritación una supresión mecánica del acarreo de oxígeno, sino además un asma por irritación, o asma de altura, aumentando así el peligro de asfixia.

De ahí se explica por qué se recomienda a los viajeros, por ejemplo, en la Mina de Collahuasi, aunque la sensación de sed no sea muy imperiosa, a tomar continuamente té, (se prefiere manzanilla con limón); el alcohol está prohibido!

Quizás habría conveniencia en inspirar en grandes alturas de aire seco, aire impregnado artificialmente de agua, por medio de una especie de cachimba con depósito de agua, aunque sólo fuese para impedir una disminución excesiva del agua en la sangre.

cuencia de los abscesos del hígado, cuya enfermedad se atribuye por lo común, aparte del vicio del licor, a la pobreza de agua en el aire. Una nerviosidad acentuada (neurastenia) que se presenta a menudo, acompañada de insomnio, entre los moradores extranjeros de aquellas altas regiones, se achaca muchas veces a la sequedad del aire. Es posible que ella se produzca no sólo directamente por condensación de la sangre, (5) sino también indirectamente por aglomeraciones eléctricas (elektr. Aufladungen) las que son diferentes, como se ha comprobado, según la parte del cuerpo afectada por ellas (diferencias de potencial), así, por ejemplo, se afectan las partes peludas (6) de distinta manera que las privadas de pelo, las puntas de los dedos, de modo diverso que la palma, las partes abrigadas que las sin abrigos (la fricción del vestido, especialmente del de lana, origina diferencias de tensión entre el vestido y la piel) (7).

(5) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.* (1911). Tomo I, p. 50.

(6) Véase (2). Las diferencias en el grosor y la clase del pelaje, en especial del vello, podrían, v. g., ser las causantes de los efectos desiguales (individuales) de la humedad del aire. La individualidad desempeña un papel importante en esto, tal como en todas las influencias climáticas. Hay algunos individuos que apenas sufren bajo la acción de la sequedad, otros sufren al principio bastante y nada, una vez que se aclimatan, y una tercera categoría no empieza a sufrir sino tras larga estadía en el lugar.

(7) Si admitimos un potencial negativo de la piel, se favorece además con su ayuda la precipitación de sustancias radioactivas (por inducción) en forma concentrada (compárase el método de Elster y Geitel de medición por alambres de la actividad atmosférica).

Las distintas clases de radiación actuarían de este modo como un estímulo, bastante desconocido aún, sobre el organismo (quizás sobre los nervios vaso-motores), cuya acción dependería, sin duda, en cuanto a su intensidad, por una parte, de las emanaciones cargadas de radio o torio, por la otra, de una gran sequedad del aire.

Quizás sean las hemorragias por nariz y boca, las tan a menudo mortales sangrías de los pulmones (8) (la «pulmonía» de los mineros bolivianos), debidas no tanto a la altura cuanto a la eventual (9) escasez extraordinaria de agua en el aire de la Puna y Cordillera (otra vez efecto de la desecación del epitelio). Un caso análogo encontramos por ejemplo en las condiciones climáticas del desierto transcaspiano (10).

Efecto de la sequedad atmosférica sobre el mundo inanimado. Pero también de otro modo se hace sensible para el viajero la sequedad en la altiplanicie del Norte de Chile, y a veces hasta en la alta cordillera del Centro de Chile y de Bolivia. Los muebles se rasgan, los cigarros en cajas cerradas deben protegerse con hojas de lechuga, la goma de los sobres se quiebra de suerte que debe usarse lacre para el cierre de cartas, el papel se enrosca, (particularmente molestas por su obstinación se hacían las tapas de encerado de los cuadernos, al apuntar las observaciones), y el papel de excusado al desarrollarse, como también las planchas fotográficas al abrir los chasis, se iluminaban en la obscuridad a la luz azuleja de las descargas eléctricas silenciosas.

(8) El autor de este trabajo tiene hoy una opinión algo distinta de la que sostenía en el estudio bajo (3).—La tisis no es endémica en la altiplanicie boliviana y no puede ser causante de las sangrías.

(9) Naturalmente, prescindiendo de las oscilaciones diarias y estacionales, el aire puede ponerse muy húmedo, conforme al tiempo, si bien aquí tratamos de los frecuentes períodos de las mínimas de vapor de agua; no es preciso que los promedios mensuales sean excesivamente pequeños. Por lo demás, parece que la enfermedad de las montañas tenga cierta relación con el «tiempo».

(10) Cit. HANN, *Handb. d. Klimatol.* (1911). Tomo III, p. 271.

El buen «humor» de los mineros de aquellas regiones los induce a veces a parar los cadáveres de mulas, caballos, llamas y perros contra los postes telegráficos. Momificados, presentan estos fieles compañeros domésticos, por años enteros, un aspecto horrible-grotesco. De modo análogo se han conservado, por largos siglos, como momias, los cadáveres de indígenas sepultados.

El paisaje todo, con sus eflorescencias de sal, sus salares, su aridez, parece respirar sequedad, y los representantes tan escasos del reino vegetal, como la «llareta» son prodigios de la facultad acomodaticia a un clima reseca.

Esta parca descripción, con ser tan incompleta, hará ver cuán perceptible se hace el elemento de la humedad atmosférica en las áridas altiplanicies y montañas de Chile, Bolivia y otras comarcas de parecida configuración, tanto por medio del mundo exterior, como particularmente para nuestro propio ser, aunque por lo general no nos demos conscientemente cuenta de este elemento, excepto en el estado de bochorno, en contraposición con nuestra descripción, el que supone en el aire una cantidad grande de agua, a temperatura muy subida.

En general, el hombre no posee sensibilidad para la sequedad del aire. *Diariamente se repite la sorprendente experiencia que con temperaturas bajas y medianas no poseemos sensibilidad alguna para la humedad atmosférica,* en tanto que no

desciende a un valor muy bajo. Poco importa para el sensorio (en cierto modo, también para el bienestar) por ejemplo, que con una temperatura de 5-10°, o de 15-17° C, la humedad relativa descienda a 70%, 40% o hasta 30%. Las condiciones térmicas corresponden en el primer caso al semestre de verano de 1915, para Collahuasi (Altura=

4810 m, latitud=21°0' S, longitud=68°56' W), las del segundo caso al semestre de invierno, para Chuquicamata (Altura=2660 m, latitud=22°19' S, longitud=68°56' W), mientras que las humedades descienden en las dos partes *con frecuencia* a valores que están aún más bajos que 10 y 20%; mas, entonces, se presentan las consecuencias de la sequedad excesiva, que acabamos de mencionar.

En Santiago, por ejemplo, las alteraciones de la humedad relativa no se hacen muy sensibles; con 30° a la sombra y 30% de humedad, o a 25° y con 50% de humedad, los dos estados deberían sentirse, del mismo modo, en el sentido de la «Curve of comfort», de Cl. Abbe (11), pero, en realidad, tenemos la impresión que con 30° (a la sombra), el calor es mucho más grande que con 25°, de manera que en este caso determinan (12) sólo las temperaturas la sensación (¿el bienestar?), y no los valores de la humedad, aunque el termómetro húmedo marca a estas temperaturas 18°. La humedad inferior no mitiga, pues, la sensación de temperatura con temperatura atmosférica superior.

Sólo la humedad relativa muy pequeña se siente subjetivamente. Sea ahora que la sensibilidad subjetiva o bien influencias exteriores de otra índole jueguen un papel en esta cuestión, es seguro que, no pasando las temperaturas de cierta altura, las humedades relativas solamente se hacen perceptibles, a lo

(11) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.*, tomo I, pág. 59.

(12) En el Sur de Chile (frontera, región de los lagos), se siente hasta con humedad relativa de solamente 30%, un bochorno bien molesto, cuando por efecto del roce (incendio intencional de los bosques) las temperaturas suben a 30° cabaes.

menos ostensiblemente, cuando descienden a una cantidad muy pequeña (13).

(13) A tales temperaturas medianas y bajas se indica a menudo que el aire, con subida humedad relativa, debe llamarse húmedo. Respecto de esto diré que tuve ocasión de pasar en Puerto Varas (latitud=41°17' S, longitud=75°57' W), a orillas del lago Llanquihue, también algunos meses de invierno, en los que prevalecen los días «húmedos y fríos» (feuchtkalt). Me parece que este término tiene su origen en dos circunstancias: la primera es que con cielo nublado las temperaturas son muy bajas, y la segunda, que el suelo, debido a las incesantes lluvias (abstracción hecha de mojadura directa), está hecho un lodazal, y aun pasadas las lluvias permanece en ese estado; de ahí los pies mojados y helados (muchas veces hasta el traje) y, en consecuencia, (principalmente por la calefacción insuficiente de las habitaciones), la sensación de tiempo «húmedo y frío», aun cuando, después de las lluvias, la humedad relativa descienda a 60%. En cambio, si con la misma temperatura el suelo está seco, no influyendo, pues, ya ninguna lluvia en el organismo, si acaso nos sonríe un cielo despejado o se hace sentir el grato calor de alguna estufa en el cuarto, entonces ni con 90% de humedad he tenido la impresión de hallarme en un ambiente húmedo. Por mis experiencias, que naturalmente corresponden a mi sentir subjetivo, me he formado la idea que es errónea la opinión de que la humedad relativa permita, en general, la distinción entre «seco» y «húmedo». En otro lugar me he empeñado por explicar cómo el clima casero (estufa, clase de ventanas, material de construcción, etc.), influye en la calificación o condenación del clima natural. (Véase W. KNOCHE, *Betrachtungen ueber das Klima von Santiago*. Meteorol. Zeitschrift 8, p. 392; 1914).

Pocas veces se observa con detenimiento el modo cómo actúa directamente la humedad condensada, o cómo actúa indirectamente, según dijimos, por lo que recibimos una impresión falsa del clima. Este error se explica al reflexionar que la humedad relativa es con frecuencia muy subida durante o después de precipitaciones. La impresión de un ambiente «frío y húmedo» causa también, por ejemplo, el tiempo reinante en Santiago con temperaturas de 8-14° y con garúa incipiente, principalmente en primavera, un fenómeno que casi siempre ocurre en las tardes o noches. Entonces solemos tener (contrario a lo que sucede con neblina acuosa) aire bien transparente, la humedad, sin alcanzar el estado de saturación, llega a más de 80%, en el pavimento se presentan

¿Es la humedad relativa una medida para la evaporación? Estamos acostumbrados a considerar la humedad relativa que, junto con la temperatura y el viento en un lugar de determinada altura, debe ser la norma para la evaporación, respectivamente para la sed de agua del organismo, con temperatura dada (y con calma) hasta cierto punto como una función lineal para nuestro bienestar. Para esto nos basamos en el hecho que con humedad relativa de 50% le falta la mitad, con 25% tres cuartos, con 10% nueve décimos del vapor de agua que puede contener el aire saturado de agua, según la temperatura, infiriendo de ahí que estos cocientes han de ser equivalentes de la evaporación correspondiente o de la sensación adecuada de sed. Puesto que, como dijimos arriba, se presenta una irritación marcada por la estimulación debida a la cantidad más o menos grande de vapor de agua en la atmósfera (otras condiciones climatéricas constantes supuestas), con cierto grado inferior de humedad, debiéramos admitir que en este punto existe una linde (Reizschwelle) desde la cual se hace perceptible la sensación (respectivamente la influencia sobre el bienestar), o bien que se altera des-

manchas jaspeadas de humedad que a veces desaparecen pronto, y, sobre todo, en las mejillas sentimos una especie de suavísima picazón, provocada por diminutas gotitas. Apenas si tenemos la impresión de estar cayendo gotitas, sino más bien la sensación como si se produjera una instantánea condensación puntiaguda. Cuando, empero, en noches serenas de invierno la temperatura de la casucha desciende aún a 0° o más abajo, al paso que la humedad relativa sube a 90% y más arriba, sentimos, en verdad, un frío intenso, mas, sin tener la percepción consciente del alto grado de vapor de agua consistente con la temperatura respectiva. Aparte de esto, hasta precipitaciones condensadas, como la nieve, particularmente nieve fina, no provocarán a temperaturas bajas la sensación de «húmedo y frío», aunque el aire esté cerca del punto de saturación.

de cierto punto determinado la cantidad de agua como probable causante de la estimulación, es decir, que ella aumenta notablemente. En este caso la humedad relativa ya no podría tomarse como medida incontestable de la humedad sentida subjetivamente (14).

Si eligiéramos como medida del vapor de agua contenido en nuestro ambiente, en lugar de la humedad relativa, el déficit de saturación que se supone a menudo proporcional a la evaporación, no ganaríamos tampoco nada con ello, puesto que también las diferencias de presión máxima de vapor menos presión efectiva se aproximan linealmente desde 0 (saturación) a un valor máximo para cada temperatura, la presión máxima de vapor.

Sea que escogiéramos ahora la humedad relativa o bien el déficit de saturación para patentizar la sequedad de algún clima, en ningún caso (15) podríamos hacer abstracción de la temperatura para caracterizar ese clima, lo que quiere de-

(14) Cuando la humedad a temperaturas más subidas ($>20^\circ$) adquiere valores determinados, el aire se siente abochornado. El agua despedida por transpiración del cutis no puede evaporar bastante rápido para impedir una acumulación de calor, sobre todo cuando no hay movimiento en el aire. En este caso parece (siempre con suposición de una temperatura determinada superior) aumentarse paralelamente el incremento del vapor de agua y la sensación molesta de bochorno. Para demostrar con un ejemplo lo insuficiente que la humedad relativa caracteriza las condiciones de la humedad atmosférica, citaremos el ejemplo siguiente: LANCASTER (cit. HANN, *Handb. d. Klimatol.*, 1911, tomo I, p. 48) dice que para él, el aire era muy pesado (esto es: sofocante o bochornoso) con 21° y 75%, con 23.5° y 70%, con 25° y 65%, con 28° y 50%, y con 29.5° y 45% (o con presión de vapor de 14-15 mm). Lógicamente debía reinar entonces también bochorno con 35° y 36%. Mas meteorológicamente no puede calificarse como húmeda ni una humedad de 45%.

(15) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.*, 1911, tomo I, p. 52.

cir (16) que estamos en vía de buscar algún elemento que reúna ambos datos. Tal elemento lo constituye la fuerza de evaporación (17) o el *valor de desecación* de un clima, en el que puede tomarse en cuenta además la influencia del viento, como factor muy importante, y la presión atmosférica (altura sobre el nivel del mar).

W. Ule (18) ha reconocido primero que nadie la importancia de la fuerza de evaporación, la que determina mediante la diferencia psicrométrica, llamando la atención hacia lo insuficiente de la humedad relativa para la determinación de este valor y hacia la diferencia que existe entre el poder más o menos grande del aire de sustraer agua a los cuerpos, y la velocidad de evaporación.

G. Schwalbe (19) ha calculado de manera parecida primero unas cuantas marchas anuales de la evaporación, concretándose, empero, al parecer a las condiciones de la casucha, que dan lugar a errores, puesto que permanece sin control la influencia del viento.

F. Bigelow (20) nos ha capacitado para calcular aritmé-

(16) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.*, 1911, tomo I, p. 48.

(17) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.*, 1911, tomo I, p. 55.

(18) Véase W. ULE, *Zur Beurteilung der Evaporisationskraft eines Klimas*, Meteorol. Zeitschr., Marzo 1891, p. 91.

(19) Véase G. SCHWALBE, *Ueber die Darstellung des jährlichen Ganges der Verdunstung*, Meteorol. Zeitschr., Febrero 1902, p. 49.

(20) F. BIGELOW, *Las leyes de la evaporación del agua, etc.* Bol. 21 de la Ofi. Meteorol. Arg.

Séame permitido llamar aquí la atención a la nomenclatura poco satisfactoria que encierra los conceptos «seco» y «húmedo». Ora, se refieren los términos «seco» y «húmedo» (sequedad y humedad), de preferencia en la meteorología propiamente dicha, al vapor de agua contenido en la atmósfera, sea que fuere indicada absolutamente por la tensión de vapor, por la humedad relativa, el déficit de saturación o bien por la fuerza de evaporación; ora, encierra este último término la temperatura,

ticamente la evaporación para depósitos de distintas formas y para superficies dilatadas de agua, siempre que sean conocidas la temperatura superficial del agua, la

y a él refiérese particularmente, cuando se desea designar en sentido higiénico o balneoterapéutico algún clima, como p. e. el del Egipto.

Estas distinciones resultan, empero, ambiguas en cuanto a la circunstancia que con «seco» y «húmedo» se expresa principalmente en la geografía física (climatología) la pobreza o riqueza de una región en aguas condensadas (precipitaciones) (clima continental seco, invierno húmedo, las regiones de sequedad de la tierra, etc.).

A menudo se vuelve ambiguo el término «seco» y, respectivamente, «húmedo», como se ve ya en los ejemplos enunciados arriba, pero sobre todo cuando hablamos de un «clima tropical húmedo», que a la vez encierra los conceptos abundancia de lluvias y humedad del aire. Si es verdad que muchas veces un clima de aire seco escasea en precipitaciones, y que otro, de aire húmedo, abunda en ellas, con todo no se puede asentar esto como axioma, y la ambigüedad puede inducir a errores, precisamente en descripciones generales no acompañadas de estadísticas meteorológicas. Así encontramos según ABERCROMBY (cit. HANN, *Handb. d. Klimatol.* (1911) Tomo III, p. 572) el siguiente pasaje: «Iquique es típico para el clima costero, aire siempre seco, salubre... Ligeros chubascos hay 3-4 veces en el año, principalmente en Junio-Agosto». En este nexo es seguro que cualquier lector referirá el término «seco» también a la sequedad atmosférica: en realidad no puede haberse hecho referencia sino a la falta de aguas caídas en esta región de desierto, falta que precisamente en el litoral y en la zona angosta contigua con él, de la Pampa Salitrera, da a conocer su peculiaridad por la carencia absoluta de vegetación. Hay que tener presente que en 1915, Iquique tenía (precipitaciones atmosféricas 0.0 mm) una humedad relativa de 77% (en concordancia con la ideada por HANN l. c. p. 555), una absoluta de 12.5 mm con una temperatura de 18.5° (para la observación 2p son los promedios anuales de los valores: 74%, 13.4 mm, 20.3°). Estas son condiciones que hasta en el promedio anual dejan traslucir un estado atmosférico que se aproxima de día al bochorno y que, según LANCASTER (14), es consistente con 21° y 75%.

En efecto, en todas las localidades de la costa chilena es bien conocido este estado climatológico en los meses de verano, (formación de moho (orin) vegetal y metálico), mitigado en parte por la brisa de mar. En contra tenemos en el mismo año en Chuquicamata (aguas caídas: 18.6 mm) una humedad relativa de 30%, una absoluta de 3.0 mm a una temperatura

presión de vapor reinante sobre ella y la velocidad del viento.

Este cálculo puede hacerse en forma ideal para cono-

de 11.3° (Valores de 2p: 21%, 3.4 mm, 19.0°) y en Collahuasi en 1915 (aguas caídas: al menos 130 mm) en término medio por año los valores: 40%, 2.1 mm, 0.8° (para 2p 32%, 2.1 mm, 5.4°). Mientras que la humedad relativa descendía en Chuquicamata y Collahuasi a 0%, el mínimo de la humedad en Iquique era solamente de 60%.

El evaporímetro instalado en una casucha inglesa indicó en Collahuasi un valor vez y media más alto que en Iquique. Claro se ve aquí que, si bien las precipitaciones aumentan desde la costa hacia la Puna y Alta Cordillera de 0 a valores relativamente considerables, la cantidad de vapor de agua, en oposición a la costa, decrece simultáneamente en grado extraordinario. La cordillera es con respecto a precipitaciones mucho más húmeda, en cuanto a la sequedad de aire mucho más seca que la costa. Puna y Alta Cordillera no debían, en rigor, en razón de su geografía botánica, reputarse como desierto sino como estepa o estepa desierto, puesto que existe una vegetación adaptada a la sequedad del aire.

Para evitar equivocaciones, sería en el alto grado conveniente emplear los términos «seco» y «húmedo», en sentido único en la meteorología, climatología y geografía, esto es, con arreglo al vapor de agua atmosférico, o quizás aun mejor, con relación al valor de desecación, valor que indica la posibilidad de una eliminación de agua mayor o menor de cualquier cuerpo, bajo determinadas condiciones.

Para las precipitaciones acuosas bastarían los términos «de precipitaciones escasas» y «de precipitaciones abundantes».

El ejemplo dado respecto al Norte de Chile, da a conocer la importancia que tienen para la vida la precipitaciones condensadas, aun cuando sean escasas y la atmósfera excesivamente seca. Las plantas pueden absorber una parte de cualquier agua en forma líquida (recuérdese la vegetación a favor de las garúas en ciertos parajes del litoral del Norte de Chile) y guardarla por medio de órganos acomodaticios al medio ambiente (Plantas xerófilas).

A la inversa, aun en la atmósfera más abundante en vapor de agua de una región que carezca de precipitaciones condensadas (caso que no existían condiciones más o menos favorables de aguas subterráneas, no podría vegetar ni la plantita más humilde (desierto del litoral nortchileno), prescindiendo quizás en algunas regiones de algunas epífitas, cuyas raíces aéreas pueden producir condensación por enfriamiento.

cer, sin necesidad de instrumentos, basado en condiciones fijas la evaporación eventual, cuyo método ya ha sido mencionado brevemente en esta REVISTA (21).

Los valores antropo- y geoclimatológicos. Lícito nos parece denominar este método como el de la fijación del *valor de desecación* de un clima.

Dos de los términos, de los cuales depende la evaporación, respectivamente el valor de desecación, son de naturaleza puramente climatológica, es decir, la presión efectiva de vapor y el movimiento aéreo; la temperatura superficial (en verdad: la tensión máxima de vapor a la temperatura de la superficie) no sólo se determina por factores climatéricos sino también por otros; únicamente la temperatura superficial de un área de agua dulce en evaporación, perteneciente a una cuenca grande de profundidad dada, podría determinarse por las condiciones meteorológicas (temperatura, intensidad de irradiación, duración de las horas de sol, viento, etc.)

Por supuesto, todos estos factores actúan sobre la temperatura superficial de cualquier objeto al aire libre, pero diversamente con arreglo al calor específico y la conductibilidad del cuerpo respectivo, mientras no entra en la cuenta el *calor propio*. Este calor propio existe, por ejemplo, en una vertiente caliente con temperatura constante, expuesta a evaporación. Tal calor propio, que varía según las influencias fisiológicas o físicas, lo presentan ante todo los organismos, entre ellos el hombre. Para ningún otro elemento más que para el valor de desecación rige el postulado de *Meinardus* (22) de separar la clima-

(21) Véase W. KNOCHE. *La evaporación en Chile*. Revista Chilena de Historia y Geografía N.º 32, 1919, p. 398-441.

(22) Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.* 1911, tomo I, pág. 4.

tología aplicada a la biología y geografía general, de la climatología propiamente. *Hann* dice a este respecto: «La importancia de los distintos elementos climatológicos se establece, pues, desde una región extraña a ellos, y la climatología resulta de ahí una disciplina parcialmente auxiliar de otras ciencias y de la práctica. En efecto, esta circunstancia ya se espresa en la primera definición como la totalidad de las condiciones meteorológicas «en cuanto ellas influyen en la vida animal o vegetal». (Definición de Humboldt en su «Kosmos»). «Al tratar de la climatología como de una ciencia auxiliar de la geografía, hay que tomar en cuenta este punto de vista», y más allá «Los médicos dan una extensión mucho mayor al término clima, pues, le es menester tomar en consideración la influencia de los factores meteorológicos sobre el hombre sano y el enfermo. Del punto de vista del médico y del biólogo, la palabra clima encierra la combinación de las distintas condiciones de la atmósfera y superficie terrestre que constituyen la conveniencia de un paraje para la vida y salud de los organismos». *Hann* agrega, sin embargo, con razón: «Pero también se podrá tomar la palabra clima en una acepción más general y más amplia, pues no me parece del todo ilícito hablar de un clima de nuestra tierra, aun en aquellas épocas en que no existían todavía la vida vegetal y animal». Sin duda no podemos menos de distinguir *dos valores de desecación*, uno *geoclimatológico* (con inclusión del valor climatológico para la vegetación) y, si colocamos al hombre en el centro de los animales de sangre caliente, el otro *antropoclimatológico*. *Estos valores obtendremos, por ejemplo, cuando nos imaginamos dos porciones de agua de distintas temperaturas superficiales, expuestas a la evaporación, pues desde luego se ve que*

los resultados han de ser muy diferentes. Con presión y movimiento de aire idénticos, la evaporación será muy grande con alta temperatura superficial, y pequeña a temperatura pequeña.

Las temperaturas superficiales antropoclimatológicas y geoclimatológicas. La temperatura superficial antropoclimatológica de esa superficie imaginaria de agua está dada: ella debe corresponder a la temperatura de la piel.

La temperatura superficial geoclimatológica no puede, dada la diversidad de los objetos, definirse de un modo único. Suponiendo idénticas condiciones climáticas, un ventisquero presenta otra temperatura superficial que un lago grande de agua dulce, éste una temperatura diferente de un pequeño charco, o una solución concentrada de sal (por ejemplo en un salar), o el mar, o la superficie total del follaje de una selva.

La temperatura de la piel. La temperatura superficial de la corteza sólida de la tierra será muy variable según las plantas que la cubran y las sustancias que forman el suelo (roca, greda, arena (23), estructura granulada o unida, color, etc.)

Cuando nos proponemos servirnos para el cálculo del valor antropoclimatológico de desecación, de la temperatura cutánea como temperatura superficial, su determinación presenta dificultades grandes. Podríamos esquematizar

(23) HOMÉN (cit. HANN, *Lehrb. d. Klimatol.* 1915, pág. 49) observó en Finlandia a la temperatura del aire de 23°, para granito 35°, arena 42°, pradera de turba 28°, a 10° de temperatura aérea para granito 14°, arena 8°, pradera de turba 6°; el suelo arenoso que es muy permeable para la lluvia, acrecienta, pues, además con temperatura superior el valor de desecación; ¿no sería lógico explicar así la existencia de una vegetación xerófila (mirtáceas, etc.), en muchas partes de la región lluviosa del Sur de Chile?

muy bien, fijando una temperatura cutánea constante que se mantuviese, por ejemplo, con cualquiera temperatura y fuerza de viento, sea fisiológicamente por la alimentación, o higiénicamente por el vestuario, (resp. abanicándose, etc.), a 34°, cuya temperatura, en verdad se podría considerar normal con temperatura del aire a 15° (término medio de la temperatura de la tierra) y fuerza de viento de 2 Beaufort. Tratándose de alguna región, poco sujeta a cambios notables de temperatura y movimiento de aire, quizás sería recomendable esa manera de fijar la temperatura cutánea. En este caso dependería la magnitud del valor de desecación (con calma) únicamente de la humedad absoluta.

Pero también podemos utilizar para el cálculo del valor de desecación una temperatura variable (24) de la piel, poniéndola, para nuestro caso por supuesto, independiente de causas fisiológicas directas, (movimiento, alimentación, etc.), en relación con los factores exteriores. Para esto Vincent (25), ha formulado una relación. El encuentra la temperatura cutánea, con indicación del viento, en una fórmula antigua que parece producir, para ciertas condiciones climáticas, mejores resultados que la fórmula inserta más abajo:

$$P_v = 26.5^\circ + 0.3t^\circ - 1.2v + 0.2\theta$$

en que la t signifiaca la temperatura del aire (°C), v la velocidad del viento (m/seg), θ la diferencia entre un termómetro empavonado y la temperatura del aire.

(24) Según GOLDSCHIEDER, es la temperatura cutánea la única responsable de la sensación de temperatura. (Véase H. EBBINGHAUS, *Grundzuge der Psychologie*, tomo I, pág. 345.

(25) Cit. HANN, *Handb. d. Klimatol.* 1911, tomo I, págs. 58-59.

La fórmula nueva reza:

$$P_v = 30.1^\circ + 0.2t^\circ - v(4.12 - 0.13t^\circ),$$

y de ella nos hemos servido como base de la breve exposición estadística (compárense tablas III, IV, V).

Para la comparación de localidades tan distintas en cuanto a clima, como las contenidas en tabla III, parecía más atinado, aun esquematizando bastante, elegir para temperaturas superficiales, temperaturas cutáneas variables más bien que constantes.

Aumento de la temperatura cutánea por viento con temperatura del aire subida. Ambas fórmulas dan ya con *temperaturas cutáneas para calma*:

$$P_c = 26.5^\circ + 0.3t^\circ \text{ resp. } P_c = 30.1 + 0.2t^\circ.$$

valores bien diferentes, puesto que nos da, por ejemplo, con $t=0^\circ$ en un caso $P_c=26.5^\circ$ y en el otro $P_c=30.1^\circ$; con $t=30^\circ$ son los valores 34.5° respectivamente 36.1° ; con $t=-30^\circ$ $P_c=17.5^\circ$ respectivamente 24.1° . Tomando en cuenta el movimiento aéreo, las diferencias resultan aún más considerables, ya que en la nueva fórmula las mismas fuerzas de viento actúan sobre la temperatura cutánea como factores dependientes de la temperatura del aire, lo que no sucede con la fórmula antigua que además tiene otra constante distinta. Con 5 m/seg de velocidad de viento y temperatura 0° tenemos $P_v=20.5^\circ$ respectivamente 9.5° ; con 5 m/seg y $t=35^\circ$, de 31.0° respectivamente 39.0° (26) y con 5 m/seg y una temperatura del

(26) Este último ejemplo demostraría según Vincent (fórmula nueva) que a temperaturas muy subidas (a partir de 32°) no se produce un efecto

aire de -35° , temperaturas cutáneas de 10.0° respectivamente -20.2° .

Ya la cuantía de las diferencias en los resultados de las fórmulas del mismo autor, indica que la relación establecida entre la temperatura de la piel y el ambiente climatológico no resuelve el problema ni aproximadamente (27). Es probable que la acción de la velocidad del viento sobre el descenso de la temperatura cutánea no varíe sólo con la temperatura sino con la misma fuerza de viento (28). Además, en la fórmula de Vincent no se ha tomado en cuenta el vapor de agua contenido en el aire, el que va tomando importancia particularmente con temperaturas superiores, puesto que entonces debido a la transpiración (verdadera precipitación acuosa, sobre la piel) la evaporación desempeña un papel como factor reductor de la temperatura cutánea (29). No se trata en este estudio de

refrigerante del viento, sino lo contrario. Esto concuerda con una experiencia que hice durante un simún (Abril de 1907) en la bahía de Beirut (Syria) a bordo de un vapor. Por la mañana, de 6h a 6h.30' el termómetro habíase mantenido constantemente alrededor de 38° C. El viento parecía bocanada de horno y se sentía tanto más caliente cuanto más fuerte sopaba.

(27) Por desgracia, no tengo a mi disposición el trabajo original de Vincent. Posiblemente trátase de condiciones climatológicas europeo-occidentales, esto es, de la validez de la fórmula para una región limitada.

(28) Ensayos, aunque sólo preparatorios e imperfectos, que hice con el Homeótermo de Frankenhäuser, me han enseñado que la pérdida de calorías aumenta relativamente ligero con fuerzas pequeñas de viento, más lento con fuerzas crecientes y cesa el aumento del todo a partir de una fuerza determinada de viento.

Con vientos más fuertes puede resultar, debido a una hiperhemia venosa del cutis, hasta una elevación de la temperatura de la piel.

(29) La piel no debe, por supuesto, considerarse constantemente como un termómetro húmedo, como con frecuencia sucede. (Diferencia entre transpiración y perspiración).

Al operar, por ejemplo, con el homeótermo de Frankenhäuser, es



discutir el valor o sin valor de la fórmula de Vincent, pero deseamos subrayar que la derivación del valor de desecación antropoclimatológico en este trabajo representa un primerísimo ensayo que a la sazón carece de base sólida. Es, pues, preciso, no tomar los valores anotados en las tablas aun como aproximadamente absolutos; hasta su cotejo debía hacerse con reserva. Hacemos esta salvedad para dejar constancia que nuestro método de investigación, respecto a la sequedad del aire y la fuerza de evaporación, es enteramente insuficiente.

El valor antropoclimatológico se volverá aún más problemático con la introducción del incierto elemento de la temperatura cutánea. Si queremos mantener la comparabilidad, es preciso referirnos a las condiciones del cuerpo desnudo, al paso que en realidad la superficie de los adultos está cubierta en un 80%, siendo de notar que el vestuario además cambia de una manera extraordinaria según localidad, tiempo e individualidad (30).

Aplicando la fórmula de Vincent en las investigaciones en el cuerpo desnudo, respecto de su dependencia de la temperatura y, especialmente, del viento, llegaremos, cuando descienda mucho la temperatura y se aviva el movimiento aéreo, a valores tan bajos de la temperatura

conveniente no utilizar la «media húmeda» sino en determinados casos excepcionales, es decir, no siempre.

Hasta donde puede ir la sequedad de la piel, ya se mencionó a la entrada de este trabajo, (aglomeraciones eléctricas—elektr. Aufladungen). Por otra parte, la humedad de la piel es a menudo una condición constante de la zona tropical. (Véase también Hann «Einschraenkende Bemerkung» *Handb. d. Klimatol.* Tomo I, p. 59).

(30) El vestuario de los niños europeos se rebaja en ocasiones a un 40%, el de los pueblos primitivos a 0%; otros habitantes de la tierra (desierto, región ártica) tienen abrigado casi el 100% de su cuerpo.

cutánea (31) que con mucha anticipación se presentará por congelación el linde de la temperatura entre la vida y la muerte. Precisamente por esta disminución de la temperatura del cuerpo (y del cutis), el vestido es particularmente abrigado en regiones frías (32). Por interesante que sea para el higienista determinar el valor de desecación entre distintos pueblos, de acuerdo con el clima debajo del vestido, en su relación con el clima exterior, aquí tenemos que concretarnos, a pesar de las objeciones que se puedan alegar después de lo dicho con referencia a cierta comparabilidad, a la relación del valor de desecación respecto del cuerpo desnudo. Puesto que precisamente la fuerza de viento es un elemento tan perturbador, que además solamente se estima en la mayoría de las estaciones y que con su reducción al suelo se hace muy inseguro en cuanto a su magnitud, mencionaremos, para facilitar la comparación, los valores de desecación aun para el estado de calma, ya que no sólo en la casa sino también al aire libre (clima urbano) nos hallamos con frecuencia completamente al abrigo del viento y que además la mitad de nuestro cuerpo queda siempre privada del movimiento aéreo.

Pero hay aún otra razón que nos induce a concretarnos

(31) Estos valores tan bajos deben de ser demasiado ínfimos. Con viento muy fuerte, la fórmula antigua, con todo, da con ciertas circunstancias (temperaturas bajas) resultados más satisfactorios que la nueva. Nótese que con cuerpo desnudo la temperatura atmosférica de 15° causa ya sensaciones de frío, la de 11° de helada, al paso que la de 36° hace sentirnos todavía agradables.

(32) Cuanto más fría sea la temperatura exterior, tanto más grande es con cuerpo abrigado la diferencia entre la temperatura del aire y las partes desnudas, lo que prueba cuán poco influye el clima exterior en el clima debajo del vestido; un abrigo adecuado aumenta aún la temperatura de las partes no abrigadas del cuerpo.

a las condiciones de la sombra y es, que la relación de la irradiación solar (respectivamente de la radiación nocturna) a la elevación (respectivamente baja) de la temperatura cutánea nos es desconocida. Termómetros empavonados (compárese la fórmula primitiva de Vincent) no están en uso sino en contados puntos de observación, y además son poco a propósito para la comparación entre ellos. Por eso conviene tener presente que *al sol ha de haber un considerable aumento de la temperatura de la piel*, variable según la latitud, altura, hora del día, etc., *y a la vez del valor de desecación con respecto al obtenido a la sombra*. (Compárese Tablas IV y V). Los valores de desecación antropoclimatológicos a la luz solar vendrían a ser, como que corresponden a valores máximos, los más significativos (33).

(33) Hasta ahora no hemos hablado sino de un solo valor de desecación antropoclimatológico, es decir, del relativo a la piel. *En verdad, debiéramos establecer otro de igual importancia, nos referimos al valor de desecación que corresponde a la eliminación de agua por los pulmones*, valor que es de mucha entidad para todas las vías respiratorias. (Véase la observación de más arriba respecto de la acción desecante de estos órganos). Aquí podríamos sentirnos inclinados a adoptar una temperatura superficial fija de 37° cabales (calor del cuerpo humano), puesto que en la respiración el elemento de la velocidad de viento casi se elimina, y sólo vendría a valer para la eliminación de agua la cantidad absoluta de vapor de agua en el aire. (Véase HANN, *Handb. d. Klimatol.* 1911, tomo I, p. 47). Haciendo abstracción de factores interno-fisiológicos, resulta el proceso siguiente:

El aire penetra primero a las antecámaras de los órganos respiratorios, esto es, la nariz (indirecto), y la cavidad bucal (directo). En estas antecámaras reina en efecto, con boca cerrada y a la expiración, una temperatura constante con saturación, no sólo a consecuencia de la eliminación de agua por los pulmones, sino también por la secreción de las mucosas. Ahora, si inspiráramos aire de una temperatura de 37° , es evidente que no cambiarían las condiciones térmicas de todas las vías respiratorias. Pero inspirando aire frío (más exacto: aire de menos de 37°),

Determinación de la temperatura superficial geoclimatológica. Al tiempo de patrocinar la división en dos del valor de desecación hicimos valer las dificultades que obstan a la determina-

debe sobrevenir un enfriamiento repentino de las mucosas en la antecámara, enfriamiento que en realidad *sentimos*, cuando menos a temperaturas muy bajas. El estado de saturación por mucho tiempo no puede tampoco subsistir; debe producirse una mezcla del aire exterior escaso de vapor de agua, con el aire saturado de la cavidad bucal (si para mayor sencillez no contemplamos sino la respiración directa por ella).

Puesto que la eliminación de agua con una temperatura superficial superior, como la subsistente en la boca a la inspiración con $t=37^{\circ}$, es mayor que con temperatura atmosférica más baja, es lógico que la eliminación de agua en el caso anterior sea más grande que en el posterior; asimismo debe ser más grande a la entrada de aire escaso de vapor de agua, que a la de aire abundante en él.

Es cierto que, a consecuencia de estas condiciones en la antecámara de los pulmones, el aire llega a éstos ya caldeado y cargado de agua, protegiéndolos de esta manera contra las influencias del clima exterior tan variable en cuanto a tiempo y lugar, tanto más cuanto que se restablece momentáneamente la temperatura en las antecámaras, y que parece ilimitada la secreción.

En condiciones muy excesivas (falta absoluta o disminución del enfriamiento de las mucosas, simultánea con extrema sequedad atmosférica) sobreviene, sin embargo, un agotamiento de la secreción (compárese la sequedad de garganta mencionada al principio de este estudio), el que se acelera en grandes alturas. Entonces se aumenta la frecuencia de la respiración y asimismo se hace más profunda (Atemvertiefung), de suerte que se produce una sumación y aumento del movimiento aéreo con la inspiración (correspondiente a la importancia del viento para la evaporación cutánea) y con ella una desecación más pronunciada.

Cuando las mucosas ya no son capaces de secretar agua, entonces la mezcla del aire exterior seco no se opera sino más abajo en la tráquea o los bronquios, y en este caso existe un peligro directo de desecación (hemorragia?) que está en relación mutua con el peligro de *puna*, mencionado al principio (entre otros: supresión del acceso de oxígeno por la deglución de saliva).

El valor de desecación antropoclimatológico relativo a la piel (con calma) tendrá pues también, tomando en cuenta lo dicho arriba, cierta validez para el *valor respiratorio de desecación*.

ción de una temperatura superficial geoclimatológica, apropiada al cálculo del *valor geoclimatológico de desecación* de tanta entidad para cuestiones geomorfológicas. Aun aquí no nos aproximaremos a la meta sino mediante una restricción muy grande, observando tan sólo objetos a la sombra y suponiendo que en término medio la temperatura superficial sea idéntica a la del aire (34) para cuyo objeto ha de ser conducente distinguir entre objetos en calma (por ejemplo, al abrigo del viento) y con aire movido.

Para la investigación geoclimatológica necesitase aun más, en cierto sentido, que para la antropoclimatológica, precisamente el valor de desecación con irradiación solar, pues mientras tenemos a la sombra en general bajas temperaturas superficiales geoclimatológicas y (a causa del calor propio) temperaturas antropoclimatológicas superiores (por ejemplo, con 15° temperatura del aire, 33° temperatura cutánea), se invierten a menudo las relaciones con respecto al sol, siendo que la temperatura cutánea aun como *máximum* no pasará mucho de 40°, en tanto que la piedra (arena) con exposición favorable y materia a propósito puede ocasionalmente caldearse hasta 70° y aun 80°. En igualdad de condiciones, el valor de desecación podrá ser entonces al sol, un múltiplo del a la sombra. Con calma y suponiendo idéntico el contenido de vapor de agua, sería, por ejemplo, este valor con 70° tempe-

(34) Este punto de vista no es correcto respecto de aglomeraciones de agua, a causa de su gran capacidad calorífica y la correspondiente trasposición de los extremos de la temperatura superficial; aquí, como también en medios húmedos o humedecidos (incl. la vegetación) opérase además una disminución de la temperatura por evaporación (viento).

ratura superficial al sol más de 40 veces superior al de 30° a la sombra (35).

Si no resultaran tan diferentes las indicaciones según la colocación y el instrumento, podría uno ceder a la tentación de utilizar las temperaturas del termómetro empavonado (de noche de un termómetro al aire libre: descenso de la temperatura superficial por radiación) para el cálculo del valor de desecación (36).

La Tabla I que sigue está destinada a explicar someramente la marcha del valor de desecación geo- y antropoclimatológico, comparado con determinadas condiciones de temperatura y humedad.

(35) Compárese Bigelow l. c. (21) p. 123/24.

(36) Téngase aquí presente el derretimiento de hielo, capas de hielo, etc., al calor del sol, en que la temperatura superficial, con temperaturas a la sombra de menos de 0°, sube a 0°.

TABLA I

Marcha del valor geo- y antropoclimatológico de desecación a temperaturas diversas, en comparación con la humedad absoluta y relativa y el déficit de saturación (con calma).

$t^{\circ}\text{C}$	$e\text{ mm}$	$R\%$	$0.262(E_t - e)$	$\frac{E_t d E}{e d t}$	P_c	$\frac{E_p d E}{e d P}$
30°	31.56	100	0.00	1.81	36°	3.40
	30.00	95	0.41	1.91		3.58
	25.00	79	1.72	2.29		4.29
	20.00	64	3.03	2.86		5.36
	15.00	57	4.34	3.81		7.15
	10.00	32	5.65	5.72		10.73
	7.00	22	6.43	8.19		15.33
	5.00	16	6.96	11.44		21.46
	3.00	10	7.48	19.06		35.77
	2.00	6	7.74	28.60		53.66
	1.00	3	8.01	57.19		107.31
	0.50	2	8.14	114.38		214.62
	0.00	0	8.29	$\wedge$		$\wedge$
20°	17.41	100	0.00	1.07	34°	5.01
	15.00	86	0.64	1.24		5.81
	10.00	57	1.94	1.87		8.71
	7.00	40	2.73	2.67		12.54
	5.00	29	3.25	3.73		17.43
	3.00	17	3.78	6.22		29.05
	2.00	12	4.05	9.33		43.57
	1.00	6	4.30	18.66		87.14
	0.50	3	4.41	37.32		174.28
	0.10	1	4.53	186.60		871.40
	0.00	0	4.56	$\wedge$		$\wedge$

$t^{\circ}\text{C}$	$e\text{ mm}$	$R\%$	$0.262(E_t - e)$	$\frac{E_t d E}{e d t}$	P_c	$\frac{E_p d E}{e d P}$
10°	9.18	100	0.00	0.61	32°	7.07
	7.00	76	0.57	0.79		10.00
	5.00	54	1.09	1.12		14.13
	3.00	33	1.62	1.86		23.55
	2.00	22	1.88	2.79		35.32
	1.00	11	2.14	5.58		70.64
	0.50	5	2.27	11.16		141.28
	0.10	1	2.38	55.80		706.40
	0.00	0	2.40	$\wedge$		$\wedge$
0°	4.58	100	0.00	0.33	30°	12.49
	3.00	65	0.41	0.50		19.06
	2.00	44	0.66	0.76		28.61
	1.00	22	0.94	1.51		57.19
	0.50	11	1.07	3.02		114.30
	0.10	2	1.17	15.10		571.90
	0.00	0	1.20	$\wedge$		$\wedge$
-10°	1.97	100	0.00	0.14	28°	23.29
	1.00	45	0.25	0.27		45.89
	0.50	25	0.38	0.54		91.78
	0.10	5	0.49	2.70		458.90
	0.00	0	0.52	$\wedge$		$\wedge$
-20°	0.79	100	0.00	0.08	26°	46.59
	0.50	52	0.08	0.12		73.62
	0.10	13	0.18	0.60		368.10
	0.00	0	0.21	$\wedge$		$\wedge$
-30°	0.29	100	0.00	0.03	24°	100.16
	0.10	34	0.05	0.10		294.60
	0.00	0	0.08	$\wedge$		$\wedge$

En la primera columna encontramos la temperatura del aire t ($^{\circ}\text{C}$), en la segunda la presión de vapor consistente con esa temperatura e (mm) decreciente desde el valor de saturación respectivo hasta 0 mm, en la tercera columna la humedad relativa R (%) correspondiente a valores entre 100% y 0%, en la cuarta el déficit de saturación 0.262 ($E_t - e$), donde E_t significa el máximo de la tensión de vapor a la temperatura superficial t (aquí según hipótesis = temperatura del aire t) y 0.262 un factor constante para posibilitar una comparabilidad de esta diferencia ($E_t - e$) esencial en la fórmula primitiva de evaporación, según Dalton, con el factor $\frac{E_t dE}{edt}$ de la fórmula de Bigelow (37), que se encuentra en la quinta columna. La sexta columna contiene la temperatura cutánea P_c (con calma), calculada según la fórmula de Vincent correspondiente a la temperatura del aire, la séptima columna el factor correspondiente de evaporación, según la fórmula de Bigelow, en la que E_p se refiere, según lo hemos supuesto, a la tensión máxima de vapor con relación a la temperatura cutánea.

Ya nos hemos referido a la importancia que tiene la temperatura superficial (aquí igual a la temperatura respectivamente de la piel).

Los valores $\frac{E_t dE}{edt}$ y $\frac{E_p dE}{edP}$ dejan ver el muy rápido aumento con t y P ; comparando los valores de $e=1.0$.

Poniendo $e=1$, eliminamos la influencia de la tensión de vapor y obtenemos con $E_t \frac{dE}{dt}$ respectivamente $E_p \frac{dE}{dt}$ un

(37) Compárese Bigelow, l. c. (21), p. 16 y siguientes.

valor que da la evaporación, respectivamente el valor de desecación únicamente dependiente de la temperatura superficial, como lo indica con más claridad, fig. I. Según ella, el valor de desecación sube bastante lenta y continuamente de 0.0 (con 30°) hasta 19 (con 20°), para subir entonces más ligero, y de más ó menos 40° con $E_t \frac{dE}{dt} = 160$ muy rápidamente.

De esta exposición salta a la vista la diferencia que existe en el mismo lugar de observación entre el valor de desecación geoclimatológico y el antropoclimatológico (a la sombra y con calma), puesto que aún con los grados de frío más mínimos que pueden ocurrir, la temperatura cutánea no descenderá quizás de 20° ; así las diferencias: temperatura antro-geoclimatológica son máximas a temperaturas bajas del aire (38).

De este modo es $P_c = 28$ con $t = -10^{\circ}$; la relación del valor de desecación sería ($e=1$) $4589 : 27 = 170$.

Tenemos $P_c = 32^{\circ}$ con $t = 30^{\circ}$ y una relación $4064 : 558 = 13$. Con $P_c = 36$ y $t = 30^{\circ}$ el cociente de los valores de desecación sería $10731 : 5719 = 2$. Continuando el ascenso de la temperatura del aire hasta cerca de 40° , la temperatura cutánea no importaría, según nuestra hipótesis sino 38° , y a partir de estas temperaturas extremas, eliminando siempre el vapor de agua atmosférico, debería crecer mucho más el valor de desecación geoclimatológico que el antropoclimatológico determinado por el mismo elemento. La tabla y figura demuestran también que aun en igualdad de condiciones meteorológicas exteriores,

(38) Con cuerpo abrigado y bajo temperatura exterior sería relativamente grande la diferencia entre los dos valores.

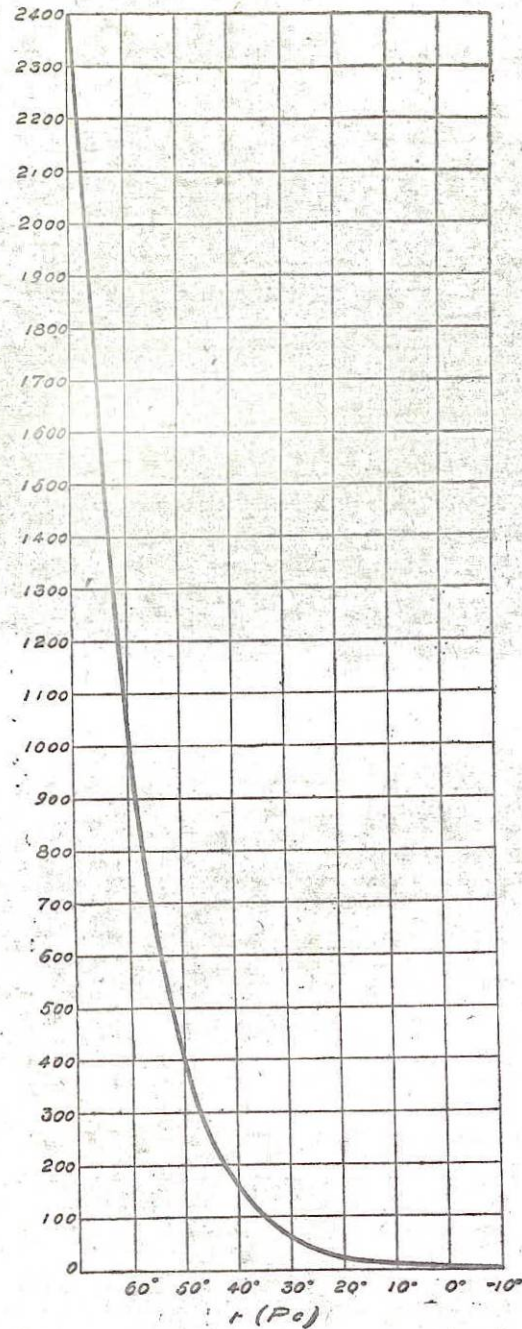
$E_r \frac{dE}{dT}$ resp. $E_p \frac{dE}{dP}$ 

Fig. 1.

Aumento del valor de desecación con la temperatura superficial.

con e muy pequeño, el valor de desecación geoclimatológico, por ejemplo, de una región cálida de desierto, sería, gracias a las grandes diferencias de la temperatura superficial, un múltiplo mayor que el de una región siberiana en invierno.

Volviendo a tomar $e=1$ (sombra, calma), entonces debería ser el valor de desecación geoclimatológico a la temperatura de 40° en un caso, 16 mil veces más grande que con -30° (39) en el otro.

Al suponer con insolación una temperatura superficial de 70° , obtendríamos aún un valor hasta 25 mil veces más grande que para -30° .

WALTER KNOCH.

(Concluirá)

(39) No puede existir a -30° valor alguno de $e=1$ porque la fuerza máxima de tensión asciende tan sólo a 0.3 mm. Lo introducimos aquí solamente para eliminar e .



cuadro gradual de los valores de desecación geoclimatológicos, que satisfaga a la vez a las curvas correspondientes. (Fig. II). Nótese que el escalón VIII puede ascender a los valores más altos e incluirá, ante todo, los valores que en general no figuran en Tabla III (de los promedios a la sombra) sino valores a la sazón del máximum de la evaporación, valores con irradiación solar etc., etc., compárese Tablas IV y V, (véase Fig. II).

Escala Geoclimatológica del valor de desecación

PODER DESECANTE DEL AIRE	ESCALÓN	VALOR DE DESECACIÓN	
casi nulo o muy pequeño	I	0.000—0.014	30 cm
pequeño	II	0.015—0.023	50 »
bastante pequeño	III	0.024—0.035	80 »
normal	IV	0.036—0.068	150 »
regular	V	0.069—0.114	250 »
grande	VI	0.115—0.183	400 »
muy grande	VII	0.184—0.264	600 »
extraordinariamente grande	VIII	0.265 <	^ cm

También podemos formar una *escala antropoclimatológica* al ejemplo de la precedente geoclimatológica, basán-

derablemente mayor sobre la superficie de un depósito de evaporación. En un área de medio metro cuadrado, como en nuestro caso, la disminución de agua es con viento de 2 km, 27%; con viento de 5 km, 59%; y a partir de 10 km, un 78% mayor que en una superficie extensa. Por esta razón han sido elevados relativamente los valores de la escala de evaporación, insertas en las tablas del presente estudio.

El "Valor de desecación" como factor climatológico

(Conclusión)

Para ordenar en forma sinóptica los valores de desecación, como se han señalado en Tabla III, conviene formar escalones, para cuyo efecto convertiremos el valor de desecación referido, según nuestra definición, a la evaporación de un depósito circular de medio metro cuadrado de superficie, durante 4 horas, en una evaporación anual, multiplicando por $(6 \times 365) = 2190$. Así obtendremos sumas de evaporación anuales que nos capacitan para formar, con arreglo a resultados prácticos obtenidos, (62), un

(62) Véase Hann, Handb. d. Meteorol.—(1915), p. 217/18. La evaporación es, según Craig, en Egipto Inferior, 133 cm; en Egipto Superior, 283 cm; Sudán Septentrional, 402 cm; en el mar, según el Dr. Luetgens, entre 60-50° latitud 45 cm, con vientos alisios 22 cm, en término medio, 153 cm. Compárese, además, las sumas anuales de la evaporación en las Tablas de W. Knoche l. c. (20), que se refieren a una superficie extensa de agua.

En esto hay que tener presente que, si la evaporación es con calma una misma para cualquiera superficie de agua, ella es con viento consi-

donos en hechos de experiencia. Los escalones que siguen podrán, por supuesto, modificarse a voluntad en cuanto a su extensión, lo mismo que los que preceden.

Sabemos, por ejemplo, que con tensión de vapor de 20 mm, (tensión máxima a 23.3°), el aire es muy sofocante, (63), ya que, según Lancaster, una atmósfera con 14 (tensión máxima a 16.5°)—15 mm presión de vapor producía la sensación de abochornada, (23).

El valor de desecación de 0.106 para $t=23.3^\circ$ con $e=20$ mm y de 0.134 para $t=16.5^\circ$ con $e=14$ mm puede servir perfectamente bien para la limitación de los escalones inferiores.

El escalón mediano (normal) resulta del valor medio total de la Tabla III. De ésta se puede derivar de un modo análogo el Escalón VII, mientras que para el Escalón VIII vale otra vez lo dicho arriba (compárese también Fig. III para la derivación de los escalones).

Para la designación de estos escalones haremos bien de introducir los términos «seco» y «húmedo» en el sentido de las observaciones bajo (21), es decir, no pensando en el vapor de agua contenido en la atmósfera, sino en su fuerza menor o mayor de evaporación. Así obtendremos la siguiente

(63) (Compárese 45). Los valores apuntados, 6 y 7, pertenecen a la Escala general y tendrían que multiplicarse por 0.023 para su compulsa con la escala antropoclimatológica indicada arriba.

Escala Antropoclimatológica del valor de desecación.

ESTADO ANTROPOCLIMATOLÓGICO DE HUMEDAD ATMOSFÉRICA	ESCALÓN	VALOR DE DESECACIÓN
extraordinariamente y muy húmedo	I	0.00—0.10
húmedo	II	0.11—0.13
bastante húmedo	III	0.14—0.20
normal húmedo	IV	0.21—0.35
bastante seco	V	0.36—0.50
seco	VI	0.51—1.00
muy seco	VII	1.01—2.00
extraordinariamente seco	VIII	2.01 <

Explicados así los factores determinantes del valor de desecación y formados los escalones arriba citados, estimamos ventajoso, para obtener una reseña climato-geográfica comparativa, ordenar las localidades indicadas en la Tabla III por escalones iguales. La Tabla III nos proporciona la posibilidad de establecer, con ayuda de los citados valores meteorológicos medios, como han sido formados los valores respectivos, mientras que la Tabla VI, inserta a continuación, contiene en los 8 escalones mencionados arriba los valores geo—y antropoclimatológicos separados para calma y para viento, como también para in-

vierno (hemisferio boreal: Julio, hemisferio austral: Enero) y verano (hemisferio boreal: Julio, hemisferio austral: Enero). (64)

Para subrayar la importancia geoclimatológica del valor de desecación, se añadió entre paréntesis la correspondiente suma de aguas caídas en cm, (65) al paso que los paréntesis de los valores antropoclimatológicos contienen para la mejor comprensión climatofisiológica el promedio de las temperaturas del mes respectivo.

(64) No debe echarse en olvido que cada escalón abarca un intervalo muy grande, el que crece considerablemente para los valores superiores. Escalón VII (antropoclimatológico) comprende el mismo intervalo que todos los seis precedentes, el Escalón VIII puede importar un múltiplo de los siete escalones en conjunto,

(65) Podríamos ordenar las precipitaciones atmosféricas también por escalones (refiriéndose al mes), por ejemplo, I (extraordinariamente abundante en precipitaciones) > 25 cm; II (muy abundante en precipitaciones) 18-25 cm; III (abundante en precipitaciones) 11-17 cm; IV (bastante abundante en precipitaciones) 7-10 cm; V (normal en precipitaciones) 4-6 cm; VI (bastante escaso en precipitaciones) 3 cm; VII (escaso en precipitaciones) 2 cm; VIII (muy escaso o nulo en precipitaciones) 0-1 cm. Si prescindimos de factores geomorfológicos (descurrimientos, posibilidades de infiltración, etc.), podríamos caer en la tentación de combinar las precipitaciones mensuales y el valor de desecación, por ejemplo, por multiplicación de los escalones, a un nuevo valor climático: los extremos serían IX. I=1 (evaporación mínima y precipitación máxima); y VIII. XVIII=64 (evaporación extraordinariamente grande y precipitación nula).

TABLA VI.—Reseña comparativa por escalones de los valores geo—y antropoclimatológico con calma y con movimiento aéreo.—(Sigue en la columna de S_{gc} y S_{gv} entre paréntesis la suma media de las aguas caídas en cm para el mes de Enero, respectivamente Julio de la Estación respectiva, de la de S_{pc} y S_{pv} la temperatura media en °C).

ESCALÓN I

S_{gc}		S_{gv}		S_{pc}		S_{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
(39 cm) Valdivia (3 cm) Madrid (10 cm) New York (1 cm) Lander (4 cm) Paris (4 cm) London (4 cm) Berlin (3 cm) Punta Arenas (4 cm) Moskou (4 cm) Goodthaab (4 cm) Archangelsk (7 cm) Angmagalik (3 cm) Gellivara (0 cm) Werchojansk (0 cm) Russkoje Ustje	(4 cm) Goodthaab	(4 cm) Goodthaab (4 cm) Archangelsk (3 cm) Gellivara (0 cm) Werchojansk (0 cm) Russkoje Ustje		(27°) Jaluit	(32°) Buschir		

ESCALÓN II

S _{gc}		S _{gv}		S _{pc}		S _{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
(1 cm) Tananarive	(279 cm) Tcherapundje	(39 cm) Valdivia		(27°) Port Blair	(27°) Jaluit		
(2 cm) Tcherapundje	(4 cm) Punta Arenas	(1 cm) Lander			(26°) Port Blair		
(9 cm) Tai Hoku	(9 cm) Archangel'sk	(4 cm) Moskou			(32°) Timbuktu		
(0 cm) Johannesburg	(3 cm) Angmagsalik	(4 cm) Archangel'sk			(28°) Kingston		
(5 cm) Buschir	(3 cm) Russkoje Ustje				(28°) Hongkong		
(2 cm) Heluan					(28°) Tai Hoku		
(0 cm) Córdoba					(23°) Tokio		
(17 cm) Perth							
(9 cm) Santiago							
(4 cm) Buenos Aires							
(7 cm) Adelaide							
(6 cm) Tokio							
(5 cm) Athenas							
(8 cm) Roma							
(1 cm) Chubut							

ESCALÓN III

S _{gc}		S _{gv}		S _{pc}		S _{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
(32 cm) Jaluit	(41 cm) Port Blair	(9 cm) Santiago	(4 cm) Goodthaab	(24°) Kingston	(31°) Chartum	(16°) Tai Hoku	
(4 cm) Port Blair	(24 cm) Tananarive	(4 cm) Berlin	(3 cm) Angmagsalik	(16°) Hongkong	(22°) Tananarive	(-1°) New York	
(3 cm) Kingston	(2 cm) Collahuasi	(3 cm) Punta Arenas		(16°) Tai Hoku	(19°) Tscherapundje	(-13°) Archangel'sk	
(0 cm) Collahuasi	(16 cm) Johannesburg	(3 cm) Madrid		(12°) Buschir	(18°) Johannesburg		
(2 cm) Hongkong	(12 cm) Córdoba			(12°) Perth	(27°) Heluan		
(0 cm) Assuan	(20 cm) Tokio			(7°) Chubut	(23°) Córdoba		
(- cm) Oasis Dachel	(7 cm) Valdivia				(24°) Perth		
	(11 cm) New York				(27°) Buenos Aires		
	(1 cm) Chubut				(27°) Athenas		
	(5 cm) Paris				(16°) Valdivia		
	(3 cm) London				(25°) New York		
	(10 cm) Berlin				(26°) Romi		
	(8 cm) Moskou				(20°) Chubut		
	Gellivara				(18°) Paris		
	(2 cm) Werchojansk				(17°) London		
					(18°) Berlin		
					(18°) Moskou		
					(16°) Archangel'sk		

Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Chuquicamata (1 cm)	38 cm) Jalut (5 cm) Kingston (27 cm) Hongkong (23 cm) Tai Hoku (— cm) Buschir (1 cm) Perth (0 cm) Santiago (6 cm) Buenos Aires (3 cm) Adelaide (1 cm) Madrid (2 cm) Roma (2 cm) Lander	(1 cm) Tananarive (2 cm) Tschcrapundje (1 cm) Perth (4 cm) Buenos Aires (5 cm) Athenas (8 cm) Roma (1 cm) Chubut (4 cm) Paris (4 cm) London	(4 cm) Punta Arenas (8 cm) Gellivara	(22°) Chartum (14°) Tananarive (15°) Assuan (11°) Tschcrapundje (14°) Oasis Dachel (12°) Heluan (10°) Córdoba (8°) Santiago (10°) Buenos Aires (10°) Adelaide (9°) Athenas (7°) Valdivia (4°) Madrid (8°) Roma (2°) Paris (3°) London (0°) Berlin (1°) Punta Arenas	(32°) Assuan (31°) Oasis Dachel (20°) Santiago (22°) Adelaide (24°) Madrid (19°) Lander (11°) Punta Arenas (6°) Goodthaab (6°) Angmagtsalik (14°) Gellivara (15°) Werchojansk	(27°) Jalut (24°) Kingston (16°) Hongkong (19°) Buschir (12°) Perth (10°) Buenos Aires (10°) Adelaide (4°) Tokio (9°) Athenas (7°) Valdivia (7°) Chubut (2°) Paris (3°) London (0°) Berlin (1°) Punta Arenas (—10°) Moskou	(27°) Jalut (22°) Tananarive (28°) Hongkong (19°) Tschcrapundje (18°) Johannesburg (32°) Buschir (22°) Córdoba (24°) Perth (23°) Tokio (16°) Valdivia (23°) New York (26°) Roma (20°) Chubut (18°) Paris (17°) London (18°) Berlin (11°) Punta Arenas (6°) Goodthaab (16°) Archangel'sk (10°) Russkoje Ustje

ESCALÓN V

S _{gc}		S _{gv}		S _{pc}		S _{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
(0 cm) Chartum (0 cm) Timbaktu (— cm) Chuquicamata (— cm) Heluan (0 cm) Athenas	(0 cm) Chartum (0 cm) Timbaktu (— cm) Chuquicamata (— cm) Heluan (0 cm) Athenas	(3 cm) Kingston (0 cm) Collahuasi (0 cm) Assuan (9 cm) Tai Hoku (5 cm) Buschir (2 cm) Heluan (7 cm) Adelaide (6 cm) Tokio (10 cm) New York	(24 cm) Tananarive (2 cm) Collahuasi (279 cm) Tschcrapundje (7 cm) Valdivia (1 cm) Chubut (10 cm) Berlin (9 cm) Archangelsk (2 cm) Werchojanek	(21°) Timbaktu (7°) Johannesburg (4°) Tokio (—1°) New York	(26°) Port Blair (32°) Timbaktu (28°) Kingston (28°) Tai Hoku (20°) Santiago (24°) Buenos Aires (22°) Adelaide (19°) Lander (18°) Moskou (6°) Angmagtsalik (14°) Gellivara (15°) Werchojansk	(27°) Port Blair (14°) Tananarive (15°) Assuan (11°) Tschcrapundje (7°) Johannesburg (12°) Heluan (10°) Córdoba (8°) Santiago (4°) Madrid (8°) Roma (—11°) Goodthaab	(26°) Port Blair (32°) Timbaktu (28°) Kingston (28°) Tai Hoku (20°) Santiago (24°) Buenos Aires (22°) Adelaide (19°) Lander (18°) Moskou (6°) Angmagtsalik (14°) Gellivara (15°) Werchojansk

ESCALÓN VI

S_{gc}		S_{gv}		S_{pc}		S_{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
	(0 cm) Assuán (-cm) Oasis Dachel	(32 cm) Jaluit (4 cm) Port Blair (2 cm) Hongkong (-cm) Oasis Dachel (0 cm) Johannesburg (0 cm) Córdoba	(38 cm) Jaluit (5 cm) Kingston (1 cm) Perth (0 cm) Santiago (20 cm) Tokio (11 cm) New York (2 cm) Roma (2 cm) Lander (5 cm) Paris (3 cm) London (8 cm) Moskou (3 cm) Russkoje Ustije	(-7°) Lander (-10°) Moskou (-11°) Goodthaab (-13°) Archangelsk (-10°) Angmagssalik (-10°) Gellivara	(15°) Chuquicamata	(22°) Chartum (21°) Timbuktú (14°) Oasis Dachel (-7°) Lander (-10°) Angragsalik (-10°) Gellivara	(31°) Chartum (32°) Assuán (32°) Oasis Dachel (27°) Heluan (27°) Athenas (24°) Madrid

ESCALÓN VII

S_{gc}		S_{gv}		S_{pc}		S_{pv}	
Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
		(0 cm) Chartum (0 cm) Timbuktú (1 cm) Chuquicamata	(0 cm) Timbuktú (27 cm) Hong Kong (9 cm) Tai Hoku (6 cm) Buenos Aires (3 cm) Adelaide	(-4°) Collahuasi (8°) Chuquicamata	(4°) Collahuasi	(-4°) Collahuasi (8°) Chuquicamata	(4°) Collahuasi (15°) Chuquicamata

ESCALÓN VIII

S _{ge}	S _{gv}		S _{pc}		S _{pv}	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano
		(41 cm) Port Blair (0 cm) Chartum (— cm) Chuquicamata (0 cm) Assuan (— cm) Oasis Dachel (16 cm) Johannesburg (— cm) Buschir (— cm) Heluan (12 cm) Córdoba (0 cm) Athenas (1 cm) Madrid	(—49°) Werchojansk (—39°) Ruskoje Ustje		(—49°) Werchojansk (—39°) Ruskoje Ustje	

Por lo general, difiere el valor antropoclimatológico en los ejemplos aducidos, aun según la escala arbitraria empleada aquí, del valor geoclimatológico, ante todo en los escalones extremos. Con calma y en invierno no hay concordancia geo—y antropoclimatológica sino para Kingston y Hongkong Escalón III, para Timbuktu Escalón V, es decir, en estaciones con temperaturas relativamente subidas, donde las diferencias entre los dos valores de desecación son de por sí pequeñas (compárese la derivación explicada del valor de desecación y véase Tabla I).

Por el mismo motivo hallamos en los escalones medianos, concordancias más frecuentes en *verano*, por ejemplo, comunidad del Escalón III para Tananarive, Johannesburg, Córdoba, Valdivia, Nueva York, Chubut, París, Londres, Berlín, Moscou, y del Escalón IV para Santiago, Adelaide, Madrid, Lander.

Ya que el viento no influye en sentido idéntico en los valores antropoclimatológicos (compárese lo arriba indicado Fig. V) debiera esperarse una posibilidad mayor de concordancia.

A temperatura relativamente baja, cuando un viento pequeño hace descender mucho la temperatura cutánea y con ella el valor de desecación, concuerdan en el Escalón mediano IV:

Perth, Buenos Aires, Atenas, Chubut, París, Londres. En los Escalones V, VI, VII: Assuan, Oasis Dachel y Chuquicamata, respectivamente. Estos últimos lugares presentan, empero, de por sí condiciones extremas.

En verano coinciden los valores de desecación solamente para Punta Arenas (Escalón IV), y Werchojansk (Escalón V).

Al revés, ocasionalmente, se encuentran en escalones

opuestos los valores geo—y antropoclimatológicos, por ejemplo, los valores invernales (con calma y con viento) de Werchojansk y Ruskje Ustje en Escalones I y VIII, respectivamente. Ambas localidades tienen temperaturas atmosféricas extremadamente bajas, y, por consiguiente, tensiones de vapor extremadamente bajas, de suerte que el valor de desecación geoclimatológico no puede pertenecer sino al escalón más ínfimo, en tanto que, a la inversa, el valor antropoclimatológico ocupa, a la temperatura cutánea comparativamente bastante alta y la presión de vapor muy baja, el escalón más alto.

Vistas las diferencias enormes entre las temperaturas de invierno y verano, hay que suponer que el verano tenga en general valores superiores de desecación que el invierno, tanto más cuanto que el vapor de agua contenido en el aire no alcanza un valor superior correspondiente. Sólo unas pocas estaciones, ubicadas en los trópicos, pueden, con calma, caer en el mismo intervalo, tales como Tscherrapundje (Escalón II), Port Blair y Collahuasi (Escalón III), Chartum y Timbuktu (Escalón V); con movimiento aéreo pertenecen al mismo intervalo Collahuasi (Escalón V), Jaluit (Escalón VI), Timbuktu (Escalón VII).

El único lugar que presenta valores antropoclimatológicos del mismo escalón en Enero y Julio con calma es Port Blair que en todo el año no muestra sino una oscilación muy pequeña de los elementos meteorológicos. Excepción hecha de Jaluit con su posición ecuatorial oceánica, todas las demás estaciones tienen a menudo en invierno y con calma, si bien a temperatura atmosférica inferior, valores de desecación considerablemente mayores que en verano, ya que la presión de vapor en invierno es pequeña, con temperatura antropoclimatológica alta

y relativamente constante. Siendo generalmente en verano más fuerte el movimiento aéreo, el valor estival es con viento en la mitad de todos los casos mayor que en invierno, y más frecuente la coincidencia de los valores estivales e invernales. Así, pertenecen al mismo escalón: Jaluit, Hongkong, Buschir, Perth, Tokio, Valdivia, Chubut, París, Londres, Berlín, Punta Arenas (Escalón IV), Port Blair, Santiago (Escalón V), Chartum, Oasis Dachel, Collahuasi, Chuquicamata (Escalón VII).

Los valores de desecación geoclimatológicos más bajos (Escalón I) hallamos en invierno a temperaturas atmosféricas bajas y con calma. A esta categoría pertenecen, como regiones en que la evaporación desciende a un mínimo, Werchojansk y Russkoje Ustje, ubicados en la región siberiana, en la que el movimiento muy pequeño del aire hace permanecer hasta el valor de desecación (S_{gv})=0.00.

Goodthaab en Groenlandia tiene aún en verano y con calma sólo un pequeño valor S_{gc} .

En verano la fuerza de evaporación con viento es siempre tan grande que faltan los escalones «muy pequeño» y «pequeño», encontrándose «bastante pequeño» y «normal» sólo en lugares árticos y subárticos. Es particularmente notable que lugares como Valdivia o Berlín (verano) tengan con viento el mismo valor geoclimatológico que Timbuktu o Chartum con calma (Escalón V) (66). A

(66) Esto suena como paradoja, más es sabido que a menudo una débil corriente de aire ayuda, por ejemplo, a secar la ropa, o que el cuerpo transpirado, aún con temperatura templada, puede enfriarse intensiva y hasta peligrosamente, debido al enfriamiento por evaporación. (Compárese 52).

Un buen ejemplo para la magnitud del valor de desecación con aire movido ofrece la preparación del charqui.

la inversa, no son alcanzados con calma los escalones más extremos; en invierno los Escalones IV y V tan sólo por Chuquicamata (desierto nor-chileno), Chartum y Timbaktu (Sahara resp. Sudán).

Aun en verano se encuentran sólo Assuan y Oasis Dachel (Sahara) en el Escalón $S_{gc}=VI$.

Al Escalón VIII pertenecen aún con movimiento aéreo sólo en verano algunos lugares que en su mayor parte están situados en las conocidas regiones de sequía, pero también Port Blair, ubicado en una región tropical insular, tiene, *gracias a los vientos* relativamente fuertes que ahí reinan, un *poder geoclimatológico sumamente grande* (67).

Se cree en general, particularmente en Europa, que el charqui no es sino un producto de regiones «sub-tropicales» secas. Charquerías grandes se encuentran, sin embargo, por ejemplo, en el Sur de Chile, donde llueve tan abundantemente, en Valdivia y Osorno. En estas localidades se construye para el efecto en verano (a veces también en primavera y otoño), grandes esqueletos de cañas de colihue, en que se extiende la carne fresca, salada, rebanada en tajadas delgadas, a todo sol y viento, convirtiéndola así en una superficie extensa, con lo que se logra fabricar el charqui en 4 a 5 días. La carne debe guardarse noche a noche para impedir que «atraiga» la humedad.

(67). Llámase otra vez la atención (véase (21) (44) (65)) a la diferencia que existe entre Port Blair, con sus precipitaciones en extremo abundantes, y, por ejemplo, el Oasis Dachel, que carece absolutamente de ellas. Por otra parte, debe haber una gran diferencia, por ejemplo, en cuanto a la vegetación, si coexiste con una precipitación en exceso abundante a la vez un valor pequeño de desecación (véase: Tcherrapundje en verano, con calma), o un valor grande (véase Port Blair).

En Port Blair las plantas están expuestas, en verano y con viento, a un poder evaporante siete veces mayor que en una posición abrigada del aire. Páreceme que en regiones con hartas precipitaciones, debía prestarse mucha atención a la *fuerza de evaporación* precisamente *respecto a la vegetación*.

En el Sur de Chile, por ejemplo, son decididamente más tiernas las

Los valores antropoclimatológicos más bajos encontramos para calma en Jaluit (Enero) y Buschir (68) (Julio).

legumbres como la lechuga, las arvejas, los repollos, etc., que en el Norte, en la costa más sabrosos que en el Valle Central. Es verdad que en el Norte e interior se sustituye la lluvia por la irrigación, a menudo hasta con creces, pero no hay compensación con respecto a la menor evaporación en el Sur o las regiones del litoral, (¿desgaste aminorado de los tejidos vegetales por eliminación menor de agua?, ¿reacción de los tejidos con transpiración aumentada?). Véase Tabla III. Estaciones Santiago y Valdivia y además W. Knoch, La Evaporación en Chile, l. c. (20).

Aquí puede intercalarse también la quema de las plantas por efecto de evaporación demasiado intensiva y escasa protección contra la misma (compárese W. Knoch, «Breve información sobre la ley de evaporación y su significado para la irrigación». — *Rev. de Hist. y Geogr.* N.º 23, 1916, p.)

(68). Hann, Handb. de Klimatol, (1911), Tomo I, p. 180, menciona el «insoponible» calor húmedo en Buschir, que no deja dormir ninguna noche. «Mayo-Octubre, son por demás desagradables a causa del gran calor, junto con mucha humedad del aire. En esa época no hay nubes ni lluvia». «Al divisar la ciudad, llaman la atención ante todo las torres de 20 y 30 metros de altura, que sobresalen del conglomerado de casas bajas hechas de adobes y barro (greda); estas casas están completamente abiertas por el costado Noroeste, de donde sopla el viento predominante. Estas torres llamadas «Badgir», esto es: «ventiladores», sirven para captar el viento y por este medio refrescar el aire en las casas de abajo. Con viento es también en Bushir normal el valor de desecación. Por desgracia, no me es dado establecer a qué hora del día sopla el viento; en todo caso habrá que achacar en todas partes una importancia grande al valor de desecación con calma, en general una importancia quizás más grande que al valor S_{pv} . Dado el caso que uno se llevara al aire libre, sea en Bushir o en otra parte, la temperatura cutánea subiría por efecto de la irradiación solar, pero también el valor de desecación. *La acción refrigerante del aire movido que a la vez enfría la piel y aumenta la evaporación, y eventualmente actúa de nuevo como refrescante, puede también artificialmente producirse con calma.* La Punka, en la India; goce de los paseos en carruaje en los trópicos).

Esto explica un hecho curioso que se observa a menudo en Santiago. Ocurre que los viandantes, cuando en verano el sol de mediodía es abrasador, en medio de las calles sin sombra y sin un asomo de aire, prefie-

sólo que Jaluit se distingue por condiciones de temperatura más agradables.

Los valores antropoclimatológicos más altos se hallan con calma y con viento (en invierno y verano) en Collahuasi y Chuquicamata (Escalón VII) y en invierno en Werchojansk y Russkoje Ustje (Escalón VIII) (69).

ren encaminarse, en lugar de tomar el tranvía eléctrico en el paradero a la vista, a pie hacia el paradero próximo. El movimiento de aire, producido por el andar, les parece preferible a quedarse parado, a pesar del esfuerzo que tienen que gastar.

(69) Bajo (33) (compárese también 60) se demostró cómo el aire exterior de temperatura más baja, debe originar una eliminación menor de agua por los órganos respiratorios que aire más cálido. En esto debè consistir la gran diferencia que ha de haber entre el aire con valor de desecación antropoclimatológico muy grande en el desierto, en la Puna y Alta Cordillera, respectivamente, y en Siberia.

La Siberia es, en cuanto a la eliminación de agua por los pulmones, mucho menos seca que la altiplanicie nor-chilena, o boliviana, por ejemplo.

Por cuanto se trata de la eliminación de agua por la piel, parece que el frío ejerce una irritación específica sobre las glándulas transpiratorias en el sentido de volverlas inactivas, mientras que en la alta montaña esas glándulas tal vez sean privadas de sus funciones por eliminación extrema del agua, a consecuencia del valor tan subido de desecación antropoclimatológica. (Compárese 56, aumento de la temperatura cutánea en aire enrarecido).

La temperatura del aire ambiente muestra una influencia marcada sobre las funciones respiratorias de la piel; ella puede compensar todas las demás influencias, tales como el estado barométrico y el vapor de agua contenido en el aire. Véase A. J. Kalmann «Ueber die Beeinflussung der Wasserabgabe der Haut durch klimatische Faktoren, etc.»; W. Pfueger, Archiv d. Phys. 1906, cuadernos 11-12, ps. 561-99. Es preciso distinguir rigurosamente entre la influencia de la temperatura como factor físico en la eliminación de agua por la piel a consecuencia del descenso de la temperatura cutánea, y su influencia fisiológica específica sobre algunos órganos mediadores en la eliminación de agua. Esta diferencia no se hace notar de ninguna manera ni en este trabajo ni en otros. Los

En cambio, las estaciones del Sahara (respectivamente

límites climáticas para el ensayo son, por desgracia, demasiado estrechos.

Se dice que en Collahuasi la aspirina no provoca transpiración, aun produciéndose artificialmente un clima a propósito, por ejemplo, con arroparse bien en la cama. Hubo por ahí un cholo, tenido por una gran excepción, porque a veces traspiraba. Esta excepción es memorable, pues en cierta manera prueba que la transpiración es suprimida más bien a consecuencia de un acto fisiológico que físico.

En los parajes de frío excesivo (véase (30), el vestuario parece producir, gracias a su poca permeabilidad un clima artificial de mayor humedad atmosférica que, por ejemplo, en la Puna, donde se acostumbra usar trajes relativamente livianos con la irradiación fuerte de sol. Respecto del clima conviene observar que el promedio del valor de desecación antropoclimatológico es muy subido en las regiones de intenso frío, pero no que puede sufrir grandes oscilaciones, al paso que en la región Andina (véase tabla IV) el valor a la sombra de 2 p es considerablemente mayor que el término medio, y además, viene a complicarse, en contraposición al Asia del Norte en invierno, con un valor subido de desecación con irradiación.

Los valores extremos son, en ocasiones, también más altos en Collahuasi, Chuquicamata o en la mina «Aguila» (compárese Tabla V) que en Werchojansk o Ruskoje Ustje. ¿Cuáles serán las condiciones en una habitación calentada en la Siberia?

Cuando sube la temperatura exterior de la atmósfera, estando inalterada la humedad absoluta, de seguro debieran presentarse condiciones como en los Altos Andes. Pero es más que probable que tenga lugar, en las habitaciones bien cerradas y caldeadas con leña, junto con un aumento de temperatura un incremento considerable del vapor de agua (no solo debido a eliminación de agua por el organismo, sino también de la misma leña) de suerte que el clima de las habitaciones adquirirá tal vez un valor de desecación considerablemente menor que el clima exterior.

En Collahuasi, por lo contrario, es creencia que la viviendas calentadas artificialmente son peligrosas, cuando menos para personas recién llegadas. Las casas están construídas con bastante ventilación. Ya que el combustible usado, la yareta o el guano seco de llama, enjuta como yesca, difícilmente aumentará el vapor de agua, es lógico que el valor de

del Sudán) como Chartum, Timbuktú, Assuan, Oasis Da-

desección antropoclimatológico de la vivienda se eleve con respecto al ambiente exterior.

En los Andes agrégase a todo esto, contrario a lo que pasa en la Siberia, el aumento de la frecuencia de respiración y de su profundidad (*Atemtiefe*, profundización de la respiración), cuyos factores agrandan, como queda demostrado en la entrada de este estudio, los valores de desecación respiratorios y en general, la eliminación de agua. Al fin y al cabo no viene a ser lo mismo un mismo valor de desecación a 40° que a 10° de temperatura.

Es conocido que casi todos los viajeros que han pasado algún tiempo en la Siberia invernal, califican su clima como seco y, en efecto, a juzgar por su valor antropoclimatológico de desecación, debe otorgárseles ese calificativo a pesar de las restricciones recién señaladas. Ferd. Müller (cit. Hann. Handb. d. Klimatol. (1911). Tomo III p. 297, escribe: «A la salud le prueba admirablemente bien esta estabilidad y sequedad del clima. Enfermedades de los pulmones no se conocen en la Siberia (como tampoco en la Puna. El autor). Tísicos que llegan aquí, sanan con frecuencia».

Un ejemplo clásico cita Hann (l. c. p. 257) de Jenisseisk: «El observador salió (estando el termómetro a -58.6°) y no sentía nada, a lo menos mientras se hallaba en terreno plano. Pero, al subir a una loma baja, vióse obligado a pararse a cada paso a causa de la respiración fatigosa.

Aquí parece pintado un acceso típico de la puna, originado por esfuerzos al aire libre.

Que la sequedad en ocasiones se hace sentir intensivamente también en regiones de mucho frío, lo refiere Nansen en el párrafo siguiente («Nacht und Eis», Tomo II, p. 446/47):

«Nosotros caminábamos por algún tiempo de un lado a otro, respirando a plenos pulmones el aire cálido (-6 C). Era agradable sobre toda ponderación poder bañar las mejillas en brisa tan templada. Sí, hai una gran diferencia entre vivir en una temperatura así y respirar a diario un aire de 40° a 50° bajo cero! En cuanto a mí, no me molesta gran cosa, pero hay muchos que se quejan de dolores en lo profundo del pecho. Yo noto solamente que, después de haber estado mucho en movimiento, tengo la boca reseca como tostada.»

Cuando Hann, al contrario, alega (Handb. Klimatol. 1911, Tomo I, p. 47) que con 10° a 20° de frío (a pesar de poca humedad absoluta, o mejor dicho, a pesar del gran valor de desecación) la sensación de sed no era

chel, Heluán, alcanzan hasta con aire agitado sólo los es-

tan grande como con 30° en verano, esto prueba únicamente que *no es la humedad del aire la que excita la sed, sino la temperatura*, pues tampoco se nota en Collahuasi en estado de reposo una pronunciada sensación de sed, a pesar de la exorbitante sequedad antropoclimatológica que allí reina.

Para este caso prescribe *la profiláctica contra la puna, servirse a menudo, aun sin sed, de pequeñas cantidades de algún líquido* (por ejemplo: dos platillos de sopa, dos tazas grandes de té y cuatro vasitos de agua, por día) para reemplazar metódicamente el agua perdida. (Vea Zuntz, l. c. 3, p. 468; según Poeppig, «los indios de los Andes se sirven de limonada fría como remedio para la enfermedad de las montañas»).

En las húmedas regiones tropicales, la sed es, al contrario, con frecuencia sumamente grande. Existen al presente ciertas informaciones que parecen contradecir los resultados indicados en Tabla III, según los que el *valor de desecación geoclimatológico* descende en las partes más heladas de la Siberia a valores extremadamente pequeños y se aproxima sensiblemente a cero, pues sostienen que también en sentido geoclimatológico debía ser considerable la evaporación.

Según Ferd. Müller (Hann. Handb. d. Klimatol. 1911, Tomo II, p. 296) «es tan grande la sequedad del clima que los objetos de madera, y aun las cajas de resonancia de los pianos, fabricados en países húmedos, se inutilizan muchas veces después de poco uso». En este caso hay, por supuesto, que tomar en cuenta *el valor de desecación de las habitaciones*, el que seguramente se apartará bastante del geoclimatológico al aire libre, puesto que la superficie del objeto adquiere (por la calefacción) la temperatura de la habitación.

Aun cuando aumenta, como nosotros suponíamos, para condiciones siberianas el vapor de agua de la atmósfera en el cuarto y se reduce de esta manera relativamente la eliminación orgánica de agua, siempre será la tensión de vapor en sentido absoluto mucho más pequeña en una vivienda siberiana que la tensión del vapor en el lugar de fabricación. Pero también participará en tales condiciones el cambio, eventualmente brusco, de temperaturas entre localidades calentadas y sin calentar, y otro tanto la gran oscilación de los valores de desecación.

Tocante a la observación (Hann, l. c.) que Kirolow ha tenido oportunidad de ver en la Transbaikalia, ríos de estepa congelados hasta el fondo y con una capa de hielo de 20 cm de espesor que se evaporó completamente hasta el mes de Marzo, ella es fácil de comprender al tener

calones V y VI, en tanto que en verano con calma, Char-

presente que se trata de latitudes donde la irradiación solar despliega cierta actividad también en invierno (compárese v. g. «Ermans Klima-beschreibung fuer Irkutsk», Hann, l. c. p. 294).

La desaparición del hielo debe atribuirse con seguridad en parte, no a la evaporación, sino al derretimiento. Pero supongamos que sólo durante 4 horas diarias se forme bajo la influencia de la irradiación del sol una delgada capita de agua derretida de 0° a una tensión de vapor de 0.5 mm y una fuerza de viento de 2Bft; en tal caso desaparecería sólo por este efecto una capa de hielo de 20 cm de espesor.

En la Transbaikalia las condiciones climatológicas no son por cierto tan extremas como en la región del polo glacial.

Cierta dificultad presenta la observación de v. Middendorf (Hann, Handb. d. Klimatol. (1911) Tomo I, p. 53) que al parecer está en contradicción con el valor por demás pequeño de desecación geoclimatológico. Según ella, una piel, humedecida en la Siberia Oriental de día por la transpiración humana, se seca enteramente, estando espuesta al aire en la nieve con pelo arriba durante la noche.

Pero aun, un fenómeno de esta naturaleza es bien posible, dadas las condiciones climatológicas, ya que por una parte la piel presenta una superficie extraordinariamente favorable para la evaporación y que, por otra parte, la capita de agua que reviste cada uno de los pelos, es muy tenue.

Aun una superficie congelada evaporaría en el curso de una noche siberiana en una fracción pequeñísima de un milímetro y por consiguiente, bien podía secarse una piel completamente si no existe *hidrofilia alguna* de parte de los pelos.

Yo creo que este es un punto importante que muchas veces deja de tomarse en cuenta en la cuestión del poder de evaporación y que, en primera línea, depende de la materia del objeto evaporante, y en segunda línea, del modo de portarse de esta materia con respecto al ambiente climático.

Ule, 18, dice que tenemos en el peso más o menos grande de un objeto seco al aire, una medida de la fuerza de evaporación de un clima, si se entiende por esto la facultad mayor o menor de sustraer a un cuerpo el vapor de agua contenido en él.

Un paño secado en Batavia guardará una cantidad bien distinta del agua que el mismo paño expuesto al aire, por ejemplo, en medio del Sahara. No hay duda que esta observación es muy atinada, pero no es for-

tun y Heluán tienen un valor de desecación bastante pequeño, Timbuktú hasta uno más pequeño (70).

zoso que esté conforme en todas sus partes. Bien podría ser, por ejemplo, que en Batavia algún objeto determinado, (v. g. sal o cuero), puesto a secarse al aire, retuviese, gracias a la higrofilia, una cantidad de vapor de agua en proporción mayor que el mismo objeto colocado en el Sahara, es decir, mayor de la que corresponde a la evaporación.

Designando el valor de desecación con S y con Q la higrofilia, podríamos expresar la *condición de húmeda F de algún objeto* por la ecuación $F=S-Q$, quizás mejor por $F=S-Q f[S]$, en que Q representa una función dependiente de S. A temperaturas extraordinariamente bajas es probable que desaparezca casi del todo el valor de la higrofilia Q, de modo que bien pueda secarse una piel en una noche siberiana.

El hecho de que el valor de desecación (como lo señala la Tabla III para las condiciones a la sombra) es en la Siberia efectivamente sumamente pequeño, está comprobado por las mediciones directas de la evaporación practicadas en Nertschinsk (La= $56^{\circ} 19' N$, Lg= $119^{\circ} 37' E$), que dieron los siguientes valores, para Diciembre y Enero 0, para Febrero 1 mm. (Véase Arrhenius, *Kosmische Physik*, Tomo II, p. 623).

A estas condiciones debe atribuirse que el higrómetro de pelo pierda su eficacia con sequedades extraordinarias, casi totalmente, y descienda más del punto 0 fijado mediante el ácido sulfúrico concentrado. Además se altera el punto 0 en casos de humedad muy pequeña, de tal manera, que en estas condiciones el higrómetro de pelo no puede servir ya como instrumento de medición de la humedad relativa. (Observaciones personales del autor en el Norte de Chile y Bolivia).

(70). C. Schieffer escribe sobre el Egipto (*Zeitschr. f. Physik. u. diätet. Therapie*, 1912, p. 161), respecto de la «sequedad constante del aire, no alcanzada en ninguna otra parte». Esta es una gran exageración, pues ya los promedios a la sombra dan el resultado arriba indicado; cuanto más darán los valores diarios, medios y extremos (compárese los valores antropoclimatológicos de las Tablas IV y V) de la posibilidad mucho superior de evaporación del clima del alto desierto nor-chileno, respectivamente de la Puna chilena y boliviana, en comparación con los egipcios. En este sentido *debe tener el clima del interior del Norte de Chile una potencia terapéutica imponderable*, ya que el clima, como vimos al principio de este estudio, tiene una influencia poderosa sobre el hombre sano.

Assuán, por ejemplo, tiene en invierno la misma temperatura (14.8°)

Resumen

Ni la humedad relativa, ni la absoluta, ni el déficit de saturación son valores climatéricos que determinen satisfactoriamente la evaporación en general, ni la necesidad de agua de los organismos. Para esto sirve mucho mejor el valor que determina el poder desecante del

que Chuquicamata en verano, pero Assuán se elige solamente como balneario invernal, ya que el verano con bien 32° (Enero) es demasiado caluroso. Chuquicamata ofrece, en cambio, aun en invierno con una temperatura media de 8° (Julio) y espléndida irradiación solar una estadia muy agradable, es, pues, frecuentable por todo el año.

El valor invernal de desecación es en Assuán, si bien a la sombra y con calma, igual al valor de desecación de Berlín (con insolación es, por supuesto, más grande), en Chuquicamata, empero, 3½ veces más grande que en Assuán o Berlín, y con viento en Assuán apenas 2 veces tan grande como en Berlín, en Chuquicamata, empero, 5 veces más alto. A esto agrégase en el norte de Chile la ausencia de polvo y la acción del clima de altura, que no existe en Egipto; aparte de esto se sabe que la altura favorece la acción del clima de desierto (producción de los glóbulos de sangre, aumento de la hemoglobina).

Sin duda recetará el facultativo sólo con mucha precaución el clima del desierto en el norte de Chile o de la Puna y se verá en la necesidad de excluir como contraproducente (gegenindiziert) a artero-escleróticos, asmáticos, enfermos del corazón de todas clases, enfermos del hígado y neurasténicos. En cambio encontrarán el mayor alivio de sus males: enfermos de los riñones, reumáticos, enfermos de los bronquios, operados quirúrgicamente y, en particular, tuberculosos, siempre que estos guarden las precauciones aconsejadas por el clima descrito (acomodación lenta, reposo, protección del aire nocturno, rigurosa supervigilancia médica, etc.)

A este respecto es Chile un país feliz, puesto que cuenta, en oposición al Egipto, con un sinnúmero de ámbitos climatológicos. Así tenemos en el norte (como también en las demás regiones de la República) el clima de mar al lado del interior, y desde el litoral hasta la Puna y Cordillera pueden alcanzarse por ferrocarril todas las alturas de 0 a 5,000 metros. En el viaje de Santiago al norte, se pasa por localidades que poseen las condiciones climatéricas propias de los altos desiertos en forma moderada (Ovalle, Vallenar, Vicuña).

La Alta Cordillera de Chile ofrece, a lo menos en verano (probable-

aire, el valor de desecación, puesto que toma en cuenta la temperatura superficial, (eventualmente aun la irradiación del sol), el agua contenida en el aire, el movimiento aéreo y la altura sobre el nivel del mar, elementos que todos tienen que ver en la eliminación de agua de cualquier objeto.

Es indispensable distinguir dos valores de desecación, esto es, el geoclimatológico que se refiere al poder desecante del aire respecto de los elementos que componen la superficie terrestre, y el antropoclimatológico que está llamado a ser la medida de la eliminación de agua por el organismo (humano), sujeta al clima.

El valor antropoclimatológico de desecación posee mediante la indicación de la temperatura aérea (71) un alto significado fisiológico (biológico).

WALTER KNOCHÉ.

mente también en invierno), condiciones ideales para la curación de las enfermedades citadas, en sus alturas medianas y altas. Es verdad que el Egipto se encuentra a las puertas de Europa, pero es de esperar que en día no remoto la ola siempre creciente del turismo mundial vendrá, gracias al aumento continuo de las facilidades de tráfico, a romper en estas nuestras lejanas playas chilenas, brindándonos las comodidades apetecidas. Entonces habrá llegado el día, en que el norte de Chile, único en el mundo por sus cualidades climatológicas, será frecuentado por numerosos viajeros en busca de salud. Oasis como los de Pica, Calama, San Pedro de Atacama, etc., están en particular llamados para la instalación de sanatorios [curaciones climatoterapéuticas].

(71) La indicación de la temperatura atmosférica es indispensable por razones fisiológicas; puesto que ella ha sido incluida como factor físico en el cálculo del valor de desecación.

