

cosechas perdidas por consecuencia de la irradiacion nocturna del calórico. Los Incas habian determinado perfectamente las condiciones bajo las cuales debia temerse el hielo durante la noche, y habian reconocido que no helaba sino cuando el cielo estaba sereno y la atmósfera tranquila. Sabiendo pues que las nubes impedian el hielo, imaginaron para proteger sus campos contra el frio de las noches, hacer en cierto modo nubes artificiales. Cuando el aspecto de la noche indicaba que era de temerse el hielo, es decir cuando en tiempo de calma las estrellas brillaban con luz pura, los Indios encendian hogueras de paja ó estiércol, cuyo humo turbaba la transparencia tan temible de la atmósfera. En caso de viento la precaucion seria infructuosa, pero tampoco seria necesaria, puesto que cuando hay viento no es de temerse el hielo causado por la irradiacion nocturna ¹. No dudo que este método seria provechoso y aplicable á las esplanadas de Bogotá y de Quito, y dejaré á los agricultores de Europa el cuidado de averiguar en que circunstancias podria serles ventajoso imitar el ejemplo de los Indios del Cusco.

La práctica de los Indios que dejo indicada está descrita por Garcilaso de la Vega, en sus *Comentarios Reales del Perú* (part. 1.^a cap. 5.^o lib. 7.^o). Garcilaso nació en el Cusco, y en su infancia vió muchas veces á los Indios hacer humazos para preservar del hielo sus sementeras de maiz. Antes de concluir citaré textualmente este pasaje verdaderamente notable del historiador de la Conquista del Perú.

» Viendo los Indios á prima noche el cielo raso y sin nubes, » temiendo el hielo, pegaban fuego á los muladares para que se » hiciese humo, y cada uno en particular procuraba hacer humo » en su corral ; porque decian que con el humo se escusaba el » hielo, porque servia de cubija como las nubes para que no he-

¹ Desde 1833 recomendé á varios agricultores de la esplanada de Bogotá esta precaucion y la indiqué en mis lecciones orales de química y física en la universidad de Bogotá. — En 1836 la practiqué en un campo de trigo que logré preservar del hielo en vecindario de Usaquen, pueblo situado á dos leguas al norte de Bogotá. Como habria sido muy costoso mantener hogueras toda la noche, no las hacia prender hasta la una de la mañana en que empieza el riesgo, y como rara vez hay calma perfecta, observé que era mejor colocar las hogueras en la extremidad del campo del lado de la direccion del airecillo, con el fin de cubrir de un velo de humo la sementera (*Nota del traductor*).

» lase. Yo vi esto que digo en el Cusco : si lo hacen hoy, no lo sé, » ni supe si era verdad ó no que el humo escusase el hielo, que » como muchacho no procuraba de saber tan por extenso las cosas que veia hacer á los Indios» .

NOTA. Los sabios redactores de los Anales añaden aqui que Plinio el naturalista consignó en sus escritos los útiles efectos de los humazos para impedir la congelacion nocturna. (*El T.*)

NOTA FINAL. Se ha observado desde tiempo inmemorial en la Nueva Granada que el enfriamiento producido por la irradiacion nocturna que supone una atmósfera clara y despejada es signo por lo general de buen tiempo. Asi es que cuando hace frio por la mañana y baja el termómetro, se dice que hará buen día. Todos exclaman, en Bogotá, por ejemplo, cuando el agua está fria, vamos á tener un tiempo sereno. En efecto, asi debia ser segun las nociones mas comunes de la meteorología, confirmadas por la anterior memoria sobre la irradiacion de la superficie de la tierra.

MEMORIA

Sobre la profundidad á la cual se halla bajo la tierra, la capa de temperatura invariable entre los trópicos. Determinacion de la temperatura media de la zona tórrida al nivel del mar. Observaciones sobre la disminucion del calor en las cordilleras.

Cuando se hacen observaciones meteorológicas en las regiones equinociales sorprende la poca extension de las variaciones termométricas. En los climas ardientes de las costas, como sobre las planicies aéreas de los Andes, el termómetro no oscila, en el lapso de un año, sino de algunos grados al rededor de la temperatura media. Sin embargo la determinacion de la temperatura media de un lugar, tan fácil de obtener para un observador sedentario, se hace impracticable para el viajero que se detiene pocos días en cada lugar. Asi es que por lo regular tiene que contentarse con fijarla aproximadamente, lo que en el estado progresivo de la Meteorología no ofrece grande interes á la ciencia.

En los dos años últimos que precedieron á mi regreso á Europa, veia con dolor, repasando mis trabajos, que entre tantos lugares cuya altura sobre el nivel del mar habia fijado, apenas poseia respecto de algunos los elementos de su temperatura media. Sin desconocer el interes que mis observaciones barométricas pueden ofrecer á la geología y á la geografia física no podia ménos de lamentar que muchas veces la rapidez de mis marchas me habia impedido atender á una de las cuestiones mas propias á ejercitar la curiosidad del físico que transporta sus instrumentos en las montañas: á saber, la disminucion del calor en las cordilleras. Reconoci entónces cuan importante seria imaginar un medio con cuyo auxilio un viajero pudiera en un espacio de tiempo muy limitado procurarse la temperatura media de un punto cuya elevacion absoluta hubiera calculado.

En Europa, la temperatura media de un lugar se calcula con bastante exactitud por la temperatura constante de las bodegas y aljibes; en la region de las cordilleras, en América, no hay que contar con este recurso, porque con frecuencia se caminan centenares de leguas sin hallar una bodega ó una cisterna y el uso de la sonda ofrece dificultades considerables á un simple viajero.

La profundidad á que se encuentra en la tierra la faja ó zona de temperatura invariable depende de la amplitud de las variaciones termométricas que se observan en un año. De aqui depende que en las altas latitudes esta profundidad debe ser considerables. En Paris, por ejemplo, M. Arago ha observado que á 25 piés bajo la superficie del suelo todavia no permanece el termómetro estacionario. Mas no es difícil imaginar que en un clima constante esta profundidad debe ser menor, puesto que si existiera un lugar en que la temperatura del aire fuese todos los días del año la misma, la superficie de la tierra conservaria la misma temperatura, y por tanto la profundidad de la faja de temperatura invariable seria nula y podria representarse por 0. Ahora bien, el clima de las regiones equinocciales es tan constante, que se aproxima al caso hipotético que acabo de mencionar, y debia por tanto sospechase á priori que la profundidad de aquella zona en semejantes regiones habria de ser tan poco

considerable, que, sondeando superficialmente, se hallaria á corta distancia del suelo.

Hacia este objeto dirigi mis experiencias en 1830 durante mi residencia en la Vega de Supia, y los resultados que logré sobrepasaron mis esperanzas. En efecto, resulta, segun creo, de mis observaciones que cualquier viajero puede en ménos de una hora hallar la temperatura media de una ciudad ó pueblo, en una palabra, de cualquier punto habitado entre los trópicos, cualquiera que sea por otra parte su elevacion absoluta respecto del nivel del mar.

En Europa las observaciones hechas para buscar la faja de temperatura invariable, por medio *de la sonda del minero*, se han practicado al descubierto, sin hacer caso del calor directo producido por los rayos del sol, ni de la irradiacion nocturna del calórico, ó de la accion de las aguas de lluvia, que debe variar segun la mayor ó menor porosidad del terreno. Mas como yo imaginaba que una perforacion no muy honda seria suficiente en mis observaciones en aquellas regiones, me importaba mucho observar bajo las condiciones mas favorables al objeto que me proponia. Así, para evitar la influencia de las causas de perturbacion que acabo de mencionar, he observado siempre en un lugar abrigado, como el piso inferior de una casa, en la choza de algun Indio, ó en una simple ramada. Cualquier techo es abrigo suficiente y satisface á las condiciones que exigen las observaciones.

En el pueblo de Supia, coloqué mi termómetro en un hoyo de ocho pulgadas de profundo y media pulgada de diámetro que hice en el piso inferior de una casa cubierta de hojas de palma. Introducido el termómetro pendiente de un cordón para sacarlo cuando se queria observar, tapaba luego el orificio con un carton, y sobre este ponía una piedra grande. La elevacion del pueblo de Supia sobre el nivel del mar es de 1225 metros, su temperatura media, calculada por varias series de observaciones termométricas hechas en 1825, 1826 y 1829, es de 21° 5.

Voy á dar cuenta ahora de la marcha del termómetro enterrado, segun resulta de las observaciones que hice en diferentes lugares.

Supia 1830.	A una profundidad de 8 pulgadas.	En el aire.
3 de Agosto á las 9 ^h mañana.	21,4 cent.	21,7 c.
á las 10.	21,4.	22,2
á las 11.	21,5.	22,2
á la 1.	21,5.	23,8
á las 3 tarde.	21,5.	22,8
9 Agosto á las 8 mañana.	21,4.	20,0
al mediodia.	21,4.	23,3
á las 5.	21,4.	22,2
10 Agosto al mediodia.	21,4.	23,3
á las 4.	21,4.	23,5
El 11 de agosto al mediodia.	21,4.	22,5
El 12 á las 9 mañana.	21,3.	20,5
al mediodia.	21,3.	21,1
El 13, á las 9 mañana.	21,3.	20,6
á las 3 tarde.	21,5.	22,6
á las 4.	21,3.	23,9
El 15 al mediodia.	21,3.	22,8
El 16 al mediodia.	21,3.	22,8
á las 3.	21,3.	22,3
El 18 al mediodia.	21,3.	24,4
Termómetro á un pié de profundidad.		
El 18 á las 3 ^h tarde.	21,5.	23,4
al las 4.	21,5.	22,3
á las 6.	21,5.	21,7
á las 9.	21,5.	22,2
El 19 á las 9 mañana.	21,5.	21,1
á mediodia.	21,5.	21,7
á las 2.	21,5.	22,8
á las 3.	21,6.	22,2
á las 6.	21,6.	22,2
El 20 á las 11 mañana.	21,5.	21,1
al mediodia.	21,5.	21,7
á las 3 tarde.	21,5.	22,2
El 21 á las 3 tarde.	21,6.	
á las 5 id.	21,5.	
El 22 á las 9 mañana.	21,5.	
á las 3 tarde.	21,6.	

En los meses de setiembre, octubre y noviembre el termómetro indicó siempre 21° 5.

Observaciones hechas en las minas de Marmato.

Se colocó el termómetro á un pié de profundidad debajo del suelo de una sala baja de la casa del superintendente de las minas. La temperatura media de esta casa deducida de un año de observaciones, es de 20° 5, y su elevacion sobre el nivel del océano es de 1426 metros.

	Termómetro bajo la tierra.
El 9 de setiembre de 1830 á las 11 de la mañana.	20° 5
á la 1.	20,5
á las 3.	20,5
El dia 10 á las 8 mañana.	20,3
á las 11.	20,3
á la 1.	20,4
á las 2.	20,5
á las 3.	20,5

Observaciones hechas en Anserma Nuevo.

El termómetro colocado á un pié de profundidad en el suelo de una casa baja.

	Termómetro.
El 16 diciembre de 1830 á las 8 ^h mañana.	23,8
El 19. á las 8 mañana.	23,7
El 21. á las 3 tarde.	23,7
El 22. á las 9 mañana.	23,7
á las 11.	23,7
á las 9 de la noche.	23,6
á las 10 de la noche.	23,6

Durante los meses de enero y febrero de 1831, el termómetro indicó siempre de 23° 6 á 23° 7.

Las observaciones hechas por Caldas cerca de Anserma, dan á esta parte del valle del Cauca una temperatura media de 23° 8.

Observaciones hechas en el pueblo de Puracé.

En la Troja del Cura, cuya elevacion sobre el nivel del mar es de 2651 metros, coloqué el termómetro á un pié de profundidad bajo del suelo.

	Termómetro al aire.
El 17 de abril de 1831 á las 11 ^h mañana.	13° 1. . . 14,8
al mediodia.	13,1. . . 15,7
á las 2.	13,1. . . 14,9
á las 4.	13,1. . . 14,2
El 18 á las 8 mañana.	13,1. . . 14,0
á las 9.	13,1. . . 15,7

Observaciones hechas en Popayan.

La altura de esta ciudad es de 1808 métrós sobre el nivel del mar. Caldas da á Popayan una temperatura media de 18° 7. Un termómetro introducido en la tierra á un pié de profundidad ha indicado constantemente por diez dias 18° 2.

Pasto (altura 2610 métrós).

A fines de mayo de 1831 un termómetro introducido á un pié

de profundidad permaneció estacionario á 14° 7. Caldas que residió largo tiempo en esta ciudad le asigna una temperatura media de 14° 6.

Quito (altura 2914 metros).

Las observaciones termométricas hechas en Quito con excelentes instrumentos (cuya exactitud me consta) y con el mayor cuidado por los coroneles Hall y Salaza establecidos en aquella ciudad, le dan una temperatura media de 15° 55. El termómetro se observaba al nacer el sol y dos horas despues de mediodia.

OBSERVACIONES DE HALL.		OBSERVACIONES DE SALAZA.	
Temperatura media		Temperatura media.	
1825. Julio. . .	16,5	1827. Julio. . .	13°7
Agosto. . .	16,7	Agosto. . .	15,5
Octubre. . .	15,1	Setiembre. . .	16,2
1826. Febrero. . .	15,9	Octubre. . .	15,8
Marzo. . .	15,7	Noviembre. . .	15,0
Abril. . .	15,5	Diciembre. . .	16,9
Mayo. . .	15,4	1828. Enero. . .	14,4
Junio. . .	14,1	Febrero. . .	15,9
Agosto. . .	16,	Marzo. . .	15,8
Setiembre. . .	16,4	Abril. . .	15,7
Octubre. . .	15,7	Mayo. . .	16,4
Noviembre. . .	15,7	Junio. . .	15,9
Diciembre. . .	14,8		
1827. Enero. . .	15,3		
Febrero. . .	16,5		
Marzo. . .	15,2		
Abril. . .	15,2		

Estando en Quito M. Salaza, á mis instancias continuó sus observaciones introduciendo el termómetro á un pié de profundidad en la tierra en una sala baja, y su resultado es el consignado en el adjunto cuadro.

Meses.	Fechas.	TERMOMETRO.			
		á las 7 mañana.	a las 11.	á las 2 tarde.	á las 4 id.
Setiembre 1831.	26	15°5	15,5	15°5	15°5
—	27	15,5	15,5	15,3	15,5
—	28	15,3	15,5	15,5	15,5
—	29	15,5	15,5	15,5	15,5
—	30	15,5	15,5	15,5	15,5
Octubre.	1	15,3	15,5	15,5	15,5
—	2	15,5	15,3	15,5	15,5
—	3	15,4	15,5	15,4	15,5
—	4	15,5	15,5	15,5	15,5
—	5	15,5	15,4	15,5	15,5
—	6	15,5	15,5	15,5	15,5
—	7	15,4	15,5	15,5	15,5

Las observaciones que he mencionado bastan me parece para probar de un modo indudable que la temperatura media de un lugar abrigado entre los trópicos es la temperatura de la tierra á un pie de hondura. Habiendo reconocido así la posibilidad de lograr por un medio tan pronto como fácil la temperatura media de un lugar, llevaba en todos mis viajes una barrena de minero con la cual hacia el hoyo de un pie de hondura, para determinar como lo verifiqué la temperatura propia de un número considerable de lugares cuya altura absoluta iba midiendo. En este género de investigaciones no tuve otro disgusto sino que me tuvieran por *Guaquero* ó busca *Santuarios* y *Guacas*, nombre que se da en América á los que se consagran con mas ó menos fortuna al hallazgo de las sepulturas de Indios, en las cuales suelen encontrarse sumas considerables en joyas y adornos de oro.

Mis observaciones comprenden desde el grado 11° de latitud boreal hasta el 5° grado de latitud austral. En el sentido vertical fui bastante afortunado para poder llevar mis instrumentos hasta una altura de 6000 metros ¹. Mas, ántes de dar á conocer los hechos que he recogido relativamente al clima de las diferentes alturas de las cordilleras, discutiré las observaciones hechas así sobre las costas del grande océano como sobre el mar de las Antillas, con el objeto de fijar tan exactamente como fuera posible la temperatura media de la zona tórrida al nivel y sobre las orillas del mar.

De la temperatura de las costas en las inmediaciones del Ecuador.

Las primeras nociones exactas respecto de la temperatura media de las regiones equinocciales se deben á M. de Humboldt, y aunque este célebre viajero no pudo reunir por sí mismo suficiente número de observaciones, supo discutir con tal capacidad los datos que consiguió, que el grado 27° 5 deducido por él me parece que se aproxima mucho de la verdad. Kirvan habia admitido el 29, y mas recientemente M. Brewster, en su fórmula climática, adoptó el de 28° 2. Otro sabio inglés, M. Atkinson, sometiéndolo al cálculo las mismas observaciones de M. de Hum-

¹ La mayor á que ningun observador ha llegado hasta hoy en el Nuevo Mundo. (Nota del traductor.)

boldt, halló por la temperatura media del Ecuador 29° 2. Esta temperatura es ciertamente demasiado elevada; sin embargo, no creo que pueda expresarse por un solo número de grados la temperatura media de la zona ecuatorial. El clima se modifica de tal suerte por las circunstancias locales, que puntos muy cercanos y al mismo nivel difieren de casi un grado centígrado, como se verá por la serie de observaciones que siguen, y de las cuales soy en parte deudor á la franca amistad del coronel Hall, que pudo dedicar, durante la guerra de la independencia, algunos momentos al cultivo de las ciencias.

Costas bañadas por el mar del Norte. — *Cumaná* (temperatura media 27° 5, según M. de Humboldt).

La Guaira. — Diez días de observaciones dieron el resultado de 27° 0 por la temperatura media de este puerto, que está situado al pié de una cadena de montañas elevadas.

Río de Hacha. — Por siete meses de observaciones, de diciembre 1822 á junio de 1823, el coronel Hall halló la temperatura media de esta ciudad á 28° 1.

Santa Marta. — En julio 1832 tomé la temperatura del agua de una cisterna del centro de la ciudad, y me dió á las seis de la tarde temp. 28° 6; el día 20 de julio y el 21 á las seis de la mañana 28° 6. La superficie del agua estaba á 5 metros de profundidad¹.

Barranquilla, en las bocas del Magdalena. — 27° 9 de temperatura media deducida de dos meses de observaciones del coronel Hall.

Cartagena. — La temperatura de las aguas de los aljibes ó vastas cisternas en donde se recojen las de lluvia para el consumo de la población en todo el año, me dió constantemente 27° 5².

¹ M. Carlos Degenhardt, cuya muerte prematura privó á la Nueva Granada de importantes trabajos científicos, me comunicó sus observaciones meteorológicas hechas en Santa Marta en los meses de enero y febrero, de las cuales resulta que la temperatura media de Santa Marta sería de 28, 8, que no difiere como se ve sino de 1/5 grado de la que halló Mr. Boussingault.

(Nota del traductor.)

² En todo el mes de Enero de 1831 observé en el pié de la Popa, lugar situado extramuros de Cartagena y al mismo nivel, cuatro y aun seis veces por día el termómetro centígrado, excelente instrumento de Buntzen comparado ántes de mi salida de París con los del observatorio, y hallé la temperatura media de

Costas del mar del Sur.

Panamá. — Mediante sus observaciones del mes de setiembre de 1824, el coronel Hall fijó la temperatura media de Panamá en 27° 2.

Tumaco. — En febrero de 1832 un termómetro introducido á un pié de profundidad en el suelo, al abrigo de una choza, señaló 26° 1. Tumaco está en el Chocó, y el país que le rodea es húmedo y cubierto de bosques.

Esmeraldas. — En junio de 1828 se hicieron observaciones que dan á este pueblo una temperatura media de 26° 4. Esmeraldas está situado á las orillas del río del mismo nombre, y sus alrededores son húmedos y poblados de árboles.

Guayaquil. — En enero de 1832, puesto el termómetro á un pié bajo el suelo, en un piso inferior, indicó 26. Según resulta de un mes de observaciones hechas por el coronel Hall, la temperatura media de Guayaquil no excede de 25° 6. Guayaquil situado á las orillas del río Guayas, está rodeado de bosques y pantanos.

Paita. — El termómetro introducido á un pié de profundidad en el suelo de una casa baja situada á la orilla del mar, indicó en enero de 1833 27° 1. Paita se halla en un terreno arenoso privado de vegetación; no llueve nunca.

Pueden reducirse estas diferentes observaciones al siguiente cuadro.

Puertos.	Latitud.	Temperatura media.	Observaciones.
Cumana.	10° 27 N.	27° 5.	País seco, pocos bosques.
La Guaira.	10, 37 N.	27, 5.	Montañas áridas.
Río de Hacha.	11, 40 N.	28, 1.	<i>id.</i>
Santa Marta.	11, 15 N.	28, 5.	País árido.
Barranquilla.	11, 0 N.	27, 9.	<i>id.</i>
Cartagena.	10, 25 N.	27, 5.	País pantanoso.
Panamá.	8, 58 N.	27, 2.	<i>id.</i>
Tumaco.	1, 40 N.	26, 1.	País húmedo, Selvas.
Esmeraldas.	0, 55 N.	26, 4.	<i>id.</i>
Guayaquil.	2, 11 S.	26, 0.	<i>id.</i>
Paita.	5, 5 S.	26, 1.	Muy seco.

27° 00. Observaba al nacer el sol, á las 9 de la mañana, á las 12, á las 3 de la tarde; algunas veces á las 5 y á las 10 de la noche. El menor grado de calor observado fué el día 4 de Enero á las 6 de la mañana. 22° cent; el mayor, los días 9 y 26 de Enero á las 12 del día, 30° 2 termómetro centígrado, casi siempre. En Cartagena la temperatura de las 9 de la mañana puede considerarse como la temperatura media del día, según se deduce de mis observaciones. La temperatura de las 5 de la tarde está en el mismo caso. (Nota del traductor.)