

APUNTACIONES SOBRE EL CLIMA Y GEOGRAFÍA

DE LA REPÚBLICA DE COSTA RICA.

OBSERVACIONES Y EXPLORACIONES

EFECTUADAS EN EL AÑO DE 1888,

POR

H. PITTIER.

Director del Instituto físico geográfico nacional.

(Del Boletín del Instituto Meteorológico Nacional).

TOMO I.—1888.

San José de Costa Rica.

1889.

TIPOGRAFÍA NACIONAL.

(E.) Resultados de las observaciones y exploraciones efectuadas en el
año de 1888,

POR

H. PITTIER.

No pretendemos entrar aquí en discusión sobre los materiales recogidos, que para eso no disponemos ni del tiempo ni de los datos comparativos necesarios.— Nuestro objeto es más bien resumir brevemente las indicaciones recopiladas y cuya mayor parte se ha publicado ya *in extenso* en los cuadros que acompañan el tomo 1º del Boletín del Instituto Meteorológico Nacional.

No pocas series de observaciones quedan incompletas y hubiéramos prescindido de su publicación si no fuera que deseamos vivamente poner de manifiesto la extensión que se piensa dar á los estudios del Instituto. Disimúlense, pues, las lagunas que hayan quedado en nuestros trabajos y que nosotros deploramos muy de veras, y considérese que el año que acaba de expirar ha sido para el establecimiento no otra cosa que un período de organización, según resulta de lo expuesto en la primera parte de este informe (vide loc. cit. pp. 24-31).

Lo dicho en cuanto á las observaciones meteorológicas no es por fortuna aplicable á nuestras investigaciones sísmicas y geográficas; pues aunque el material recogido no es del todo completo, tenemos la seguridad de que su valor científico es en todo tiempo incuestionable.

I.—OBSERVACIONES METEOROLÓGICAS.

1. *Temperatura del aire libre.*—Comparando el promedio anual de la temperatura de 1888 (aire libre) con el sacado durante los quince años de observaciones practicadas por F. Maison, hallamos que aquel tiene $1^{\circ},29$ C. menos que el último. Esta diferencia se explica ó por error de los instrumentos empleados, ó por la diferencia de exposición de éstos, ó, lo que bien puede suceder, porque la temperatura ha sido realmente inferior á la normal en 1888.

Del resumen general que ponemos á continuación del presente trabajo, resulta que la temperatura media ha sido de $29^{\circ},46$, siendo el mes más frío enero con $18^{\circ},30$, y el mes más cálido mayo con $20,29$ grados. La oscilación anual ha sido, pues, de $1,99$ grados; pero la diferencia entre los extremos absolutos alcanzó á $19,3$ grados. Esta diferencia va más allá de lo que pudiera suponerse haciendo el examen de los promedios mensuales. Es de notar que el calor es en todo tiempo moderado y agradable; el curso de la temperatura tiene todos los caracteres propios de un clima insular, sin que la humedad sea tan abundante.

En los últimos meses del año hemos obtenido, por medio del termógrafo, el trazado continuo de la temperatura; las indicaciones horarias están impresas en las páginas 46-47 y 54-55 de los cuadros que acompañan el Boletín. Según puede verse, en noviembre la amplitud de la oscilación diurna ha sido de $9,3$ grados, habiéndose verificado el *mínimum* un poco antes de las 6 am., y el *máximum* á la 1 pm. La curva es normal hasta esta última hora, pero desde este momento hasta las 4 pm., presenta una depresión ligera, que corresponde al tiempo en que caen los aguaceros diarios.

En diciembre esta anomalía de la curva térmica casi no existe; además, la variación diurna sólo alcanza á $7,3$ grados. Las horas de los extremos son siempre las mismas, y la comparación de los dos cuadros nos revela un paralelismo casi completo de las curvas, desde las 5 de la tarde hasta las 2 de la mañana, habiendo una

diferencia de algo como 0,5 grados á favor de noviembre.

2. *Radiación solar.*—Los datos referentes á este importante factor del clima son, á lo que creemos, los primeros de su género obtenidos en la América Central. No es posible, pues, hacer comparación entre los grados actinométricos de varios años ó de varios lugares de estas partes. Por eso nos concretamos á hacer notar que en la primera columna (A'-A) se ha inscrito la diferencia entre el actinómetro de depósito negro y el de depósito pulido, mientras que en la siguiente (A'-T) viene la diferencia entre el termómetro de máximum debajo del abrigo, y el actinómetro de depósito negro.

3. *Temperatura del suelo á 1 metro.*—A esta profundidad la variación diurna del calor ya se hace sentir distintamente, siendo la oscilación por noviembre y diciembre de 0,56 grados; también la amplitud anual es bastante y alcanza á 2,13 grados. Hasta el mes de octubre, el instrumento empleado en estas observaciones permaneció en el jardín de mi casa de habitación. Habiéndolo trasladado al lugar donde se halla actualmente, la temperatura del suelo se encontró algo más elevada, de tal modo que los promedios de los dos últimos meses no se pueden comparar con los demás.

4. *Presión atmosférica.*—En el desorden á que dió margen el terremoto del 30 de diciembre, se extravió la mayor parte de los datos barométricos de este mes. Por eso hemos tenido que limitarnos á dar en el cuadro los promedios de 11 meses. He aquí las observaciones hechas á partir del 24 de diciembre, y que creemos bueno reproducir, por la relación que pueden tener con los terremotos:

| Dicbre. | 7 h. | 10 h. | 1 h. | 4 h. | 7 h. | 10 h. | T. medio. |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 24 | — | 668,0 | 666,6 | 665,2 | 666,6 | 667,7 | — |
| 25 | 667,8 | 67,6 | 65,8 | 67,0 | 67,2 | 67,3 | 667,12 |
| 26 | 67,1 | 67,3 | 66,8 | 65,8 | 65,5 | 66,6 | 66,52 |
| 27 | 66,7 | 66,9 | 66,0 | 65,2 | 66,4 | 67,4 | 66,43 |
| 28 | 66,8 | 67,9 | 65,7 | 64,8 | 65,9 | 66,8 | 66,32 |
| * 29 | 66,5 | 67,3 | 65,4 | 64,8 | 66,3 | 67,8 | 66,35 |
| 30 | 67,0 | 67,3 | 66,0 | 65,2 | 66,1 | 67,9 | 66,42 |
| 31 | 67,4 | 65,9 | 66,9 | 66,1 | 67,0 | 67,7 | 66,83 |

5. *Vientos*.—Aunque se han observado durante todo el año la dirección y la intensidad del viento, primero por estimación y en seguida por medio de la veleta Willd colocada en su lugar á principios de agosto, no he querido incluir estos datos en los cuadros, excepto los que corresponden á los meses de noviembre y diciembre, es decir los recogidos después de la colocación del anemómetro. Ni tampoco he podido hacer un resumen mensual, sino solamente en diciembre, por ser deficientes las observaciones de noviembre.

Por punto general se puede decir que el número de las calmas es muy reducido (166 $\frac{1}{100}$) en diciembre, y llega á su máximum á las 7 h. am.; la dirección ordinaria del viento varía de N á E, con velocidad mayor entre las 10 y las 12 am.

Si es verdad que la atmósfera permanece en calma raras veces en el día, es preciso también agregar que el viento casi nunca pasa de lo que se llama en Náutica *viento fresco*, es decir *moderado*. He notado en todo el año, y especialmente de abril á octubre, 22 días de viento fuerte, siendo la mayor velocidad observada de 11^m,4 por segundo, viento NE, el 20 de diciembre.

En la estación seca este viento es muy desagradable en la ciudad, á consecuencia de los torbellinos de polvo que levanta; pero en desquite es muy agradable y lleno de frescura en los días calientes y húmedos del in-

vierno. Su papel higiénico es incuestionable sin duda, y creo que una estadística sanitaria bien hecha demostraría un máximo de enfermedades epidémicas en las épocas de más calma atmosférica, esto es al principio de cada una de las estaciones, que es cuando la atmósfera ya sofocante por su misma inmovilidad, se carga rápidamente de peligrosos miasmas.

6. *Nebulosidad*.—El cielo ha sido relativamente claro en los tres primeros meses del año; éstos comprenden por sí solo 73 % del número total de los días cuya nebulosidad ha sido inferior á 2,1.

De mayo á octubre inclusive, no se ha notado ni un solo día claro; este período abraza el 78 % de días sombríos, es decir cuya nebulosidad ha sido superior á 7,9.

La suma de los días claros y oscuros asciende á 153, y así es que más de la mitad del año se compone de días mixtos. Este número relativamente considerable se explica por la circunstancia de que el cielo se oscurece usualmente en las horas más calientes del día, debido á la corriente atmosférica ascendente que se establece entonces en la meseta central. Esto es más bien favorable á la uniformidad del clima, siendo así moderada la intensidad del calor.

7. *Humedad relativa del aire*.—La serie de observaciones higrométricas tiene interés particular por ser la primera que se ha obtenido en Costa Rica. Los resultados son muy favorables para el clima de San José, porque acusan un término medio de humedad relativa inferior con mucho á lo que es de esperarse en países intertropicales; siendo éstos reputados insalubres precisamente por el calor húmedo en exceso que se les atribuye, y que no existe probablemente sino en las costas.

La curva anual ofrece tres mínima y tres máxima. Los primeros vienen, según su intensidad, entre febrero y marzo, en julio, y entre noviembre y diciembre; los otros en el mismo orden en junio, setiembre y diciembre. Como se puede conjeturar, esta línea es casi pa-

ralela á la que representa la distribución de la lluvia en el curso del año.

En diciembre se pudo dar principio á la observación de la humedad por medio del higrómetro registrador de Hottinger. El resultado conseguido en este mes acusa un máximum de humedad á la salida del sol, un mínimum á las 2 pm., con una oscilación media de 24. Las observaciones directas, por medio del psicrómetro, son inferiores á las indicaciones del higrógrafo en las horas de la mañana (7 h. y 10 h. am.) y de la noche (10 h. pm.), y superiores en el día (7 h. 4 h. 7 h. pm.); pero el término medio permanece casi el mismo.

8. *Lluvia*.—La caída de agua parece haber sido normal. La primera lluvia fuerte cayó el 29 de abril, y el 19 de noviembre se puede considerar como término de la estación lluviosa. El aguacero más abundante fué el del 22 de mayo, durante el cual cayeron 36,6 m/m. de agua en 1 hora 30 minutos.

El pluviógrafo funcionó á partir del 1º de agosto y así es que por lo tocante á los cinco últimos meses del año podemos indicar no solamente la cantidad de agua recogida, sino también la duración de la lluvia, su intensidad y el momento en que principió y concluyó. Resulta de los cuadros, que el 1º/10 de la caída total se ha verificado entre 0 y 6 h. am., el 2º/10 de las 6 á las 12 am., el 7º/10 de las 12 h. am. á las 6 h. pm. y el 27º/10 de las 6 á las 12 h. pm.

El número total de días lluviosos ha sido en el año de 161; pero este guarismo nos da una idea muy deficiente de su duración efectiva, exagerándola considerablemente. En efecto, resulta que á los cinco últimos meses corresponden 100 días, mientras que el número de horas ha sido solo de 215, correspondientes á nueve días.

Un rasgo peculiar del clima de San José es que, aunque las lluvias son muy abundantes desde mayo hasta octubre, con raras excepciones, duran apenas unas cuantas horas cada día. Las mañanas son espléndidas casi regularmente, el aire es purísimo, el sol resplandeciente y no pocas veces podemos contemplar la puesta

del astro del día aun en los meses más crudos del año. Estos hechos se caracterizarán mejor después, cuando podamos disponer de series más completas del pluviógrafo, así como también del registro paralelo de la duración de la insolación.

Los 100 días lluviosos que hubo en los cinco últimos meses dan 2 h. 9 m. como duración media de los aguaceros diarios, lo que apoya también lo sentado anteriormente.

Siguiendo la indicación del Dr. Hann, en la *Meteorologische Zeitschrift* (vol. VI, 1889, p. 156), he destinado una de las columnas del cuadro al número de días cuya lluvia arroja una cifra mayor de 0,9 m/m.— Soy de parecer, sin embargo, que datos susceptibles de comparación tendremos solamente cuando podamos dar para cada lugar una representación convencional de la precipitación acuosa que allí se verifica, en la cual entren como funciones matemáticas, además de la cantidad de agua recogida, la duración de la caída. Se podría, por ejemplo, tomar la hora como unidad, y dar en los cuadros solo el cociente de la división del agua recogida por el número de horas de lluvia, eso sin perjuicio de los datos que ahora se acostumbra publicar.

II.—SEISMOGRAFÍA.

Por la importancia suma que tiene para nosotros el estudio de los movimientos del suelo, me he dedicado á él preferentemente. Mis observaciones, sin embargo, no son todovía completas, tanto porque el tiempo de que he podido disponer ha sido extremadamente limitado, como porque la organización del Observatorio aun está lejos de la perfección. Con todo, no por eso los datos de que dispongo carecen de valor; antes al contrario, creo que pueden muy bien servir de base y punto de partida para investigaciones más completas.

En otro lugar se encontrará una lista cronológica de todas las sacudidas observadas desde el 1º de enero de 1888 hasta el 23 de febrero de 1889. He llevado la enumeración hasta la última fecha, porque tengo para

mí que entonces terminó la serie de sacudidas cuyo máximum ocurrió el 29-30 de diciembre.

Los *sismos* notados forman tres grupos distintos: los temblores del 25 de febrero, 21 de julio y 7 de setiembre me parecen movimientos aislados, sin relación aparente con los demás; los del 29 de abril al 31 de mayo forman una serie bien caracterizada, así como las varias sacudidas que empezaron el 10 de octubre y continuaron hasta el 21 de febrero próximo pasado.

Mis observaciones se refieren especialmente al último grupo. Antes de exponerlas es preciso recordar sumariamente los acontecimientos más notables de este período.

Los temblores del mes de octubre pasaron casi inadvertidos, aunque el último fué bastante fuerte. Pero las dos sacudidas relativamente intensas del 30 de noviembre—seguidas de algunas otras débiles y del choque repentino del 17 de diciembre—y sobre todo la noticia traída por unos cazadores de que el Irazú daba señales inequívocas de haber entrado en un nuevo período de actividad, despertaron temores bastante fundados en las poblaciones. Por desgracia, se justificaron después aun más de lo que era de esperarse.

A instancias del señor Gobernador de Cartago, el Gobierno tuvo á bien comisionarme para ir á examinar el Irazú. Pasé allí y pude constatar una verdadera recrudescencia en el desprendimiento de los gases y aguas termales. Aunque la pequeña erupción parecía seguir su curso normal y me inspirara previsiones más bien optimistas, juzgué preferible reservar mi dictamen y no darlo en forma absoluta en el informe que presenté al señor Ministro de Instrucción Pública; cosa de que no me arrepentí, pues el 29 de diciembre en la tarde sacudidas repetidas se hicieron sentir con fuerza inusitada. Se continuaron toda la noche y á las 4 h. 12 m. de la mañana del 30, ocurrieron los choques más violentos; el más largo tuvo una duración estimada, cronógrafo en mano, en 25 segundos. Este destruyó por completo unas cuantas casas, dañó muchas otras, junto con algunos edificios públicos, y produjo en los flancos del Poás numero-

sos derrumbamientos, uno de los cuales, el de la Laguna de San Isidro, ocasionó la muerte de cinco personas. No hubo otros muertos, con excepción, según se dice, de un italiano que pereció aterrado en los escombros de la Catedral de San José. Esta ciudad fué la que relativamente sufrió más. Algunos edificios de Alajuela y Heredia sufrieron mucho también.

A pesar de la gravedad del acontecimiento, nos es permitido afirmar que se ha exagerado mucho su importancia: algunos periódicos extranjeros han publicado descripciones fantásticas hasta el absurdo, y aun el Anuario Estadístico de la República contiene á este respecto datos que van probablemente mucho más allá de la realidad.

En vista de tales desastres y queriendo en lo posible averiguar el origen de las sacudidas, el Gobierno envió luego al químico don Juan de Dios Céspedes, con misión de observar los cambios ocurridos en los volcanes de Barba y Poás, que el rumor público acusaba de todo el mal. Basta recordar aquí que, en razón de varias circunstancias, el resultado de esta expedición fué del todo nulo. El señor Céspedes no llegó ni al Barba ni al Poás, y, desde el principio hasta el fin, su informe fué escrito á favor de la idea *a priori* concebida de que el Barba era causa y centro del movimiento.— Este trabajo, exceptuando algunos hechos aislados de algún interés, carece, pues, de toda base científica.

Días después fuí delegado allí con instrucciones análogas. Acompañado del Licenciado don Pablo Biolley, hice una exploración cuidadosa á las masas del Barba y del Poás. Constaté que el primero no había sufrido ningún cambio y que las trazas de derrumbamiento y de resquebrajamiento del terreno cesaban ya á media altura; adquirí, además, la certeza casi absoluta de que no hay actualmente cráter activo en toda la masa del Barba.

En seguida, un examen detenido del Poás demostró hasta la evidencia que su masa había sido profundamente quebrantada; á cada paso, topábamos en sus flancos con derrumbamientos y deslizamientos del terreno,

los cuales habían muchas veces interceptado el curso de los ríos, formando estanques temporales cuyas aguas se precipitaron repentinamente con más fuerza en seguida y causaron algunos daños en las honduras.

Además, el cono que corona el volcán se hallaba al parecer flojo y suelto como si hubiera sufrido larga y poderosa vibración. De las alturas que dominan el actual cráter, pudimos observar repetidas veces chorros de aguas lodosas intermitentes, á manera de geisers, y brotando con violencia del medio de la laguna hirviente, cuya temperatura era mucho más elevada que en otras épocas.

Estos hechos no me dejaron duda en cuanto al origen del cataclismo: era bastante claro que el Poás tenía buena parte de culpabilidad. No es preciso repetir aquí las conclusiones de mi informe, una vez que este fué publicado en aquel entonces. Solo agregaré que una nueva excursión al volcán Irazú, junto con un estudio detenido de los fenómenos observados, me permitió confirmar estas conclusiones. Diré, en fin, que los temblores, todavía muy frecuentes en enero próximo pasado, cesaron por completo el 23 de febrero, á lo menos por lo que toca al período en el cual me he ocupado.

En la lista siguiente he recopilado todos los datos que han llegado á mi conocimiento con relación á cada caso particular. Este material es bastante incompleto, debido á que la mayor parte de los temblores pasan sin notarse, á consecuencia de su misma frecuencia. Tuve necesariamente que mirar con reserva los decires un tanto exagerados que circulaban entonces. En la excitación nerviosa que dejan siempre las conmociones sísmicas, muchos sienten más temblores de que realmente hay: después de la instalación de los seismógrafos en el Observatorio, sus indicaciones han debido servir de norma.

Hasta ahora, no podemos tampoco emprender una clasificación absolutamente exacta de las sacudidas según sus varios elementos y es porque no disponemos de una serie de documentos bastante extensa.

1888.

1. Febrero 25—Entre 0 y 5 h. am.: temblor debil.

2 Abril 29—11 h. 55 m. pm.: temblor debil.

3. Mayo 1—Entre 0 y 5 h. am.: temblor debil.

4. „ 3—8 h. 7 m. am.: temblor debil.

5. „ 9—9 h. 30 m. am.: sacudida bastante fuerte, ondulatoria, de 2-3'' de duracion.

6. „ 14—1 h. 51 m. pm.: temblor debil.

7. „ 28—11 h. am.: temblor debil.

8. „ 31—4 h. 30 m. am.: temblor debil.

9. Julio 21—7 h. 22 m. am.: sacudida debil, ondulatoria, oscilacion W-E.

10. Setbre. 7—7 o. 21 m. pm.: bastante fuerte, duracion 5-6'', ondulatorio, oscilacion W-E.

11. Octubre 10—7 h. 35 m. pm.: muy debil.

12. „ 13—4 h. 55 m. am.: muy debil; duracion 1''.

12. „ 27—3 h. 10 m. am.: bastante fuerte; duracion 4'', ondulatorio, oscilacion W-E

14. Novbre. 30—10 h. 5 m. am.: temblor bastante fuerte; duracion 6'', ondulatorio, oscilacion W-E.

15. „ 30—10 h. 6 m. am.: sacudida ondulatoria fuerte, duracion 12'', oscilacion W-E.

16. „ 30—10 h. 9 m. am.: debil, duracion 2'', oscilacion NNE-SSW.

17. Novbre, 30—10 h. 19 m. am.: temblor ligerísimo.
 18. „ 30—9 h. 17 m. pm.: muy debil.
 19. Dicbre. 9—4 h. 56 m. am.: temblor bastante fuerte; duración 5".
 20. „ 10—1 h. 6 m. am.: temblor bastante fuerte; duración 4".
 21. „ 17—4 h. 56 m. am.: fuerte; duración 16", ondulatorio. El trazado del Duplex indica un balanceo de W á E, cuya amplitud alcanzó á 1,756 m/m., y además una especie de oscilación lateral de NW á SE, de amplitud casi igual. Por medio de un seismógrafo inventado por un discípulo mío, Fidel Tristán, se obtuvo en San Gabriel (20 m. al N. de San José) un trazado muy claro, consistiendo en una línea de dirección NE á SW, aproximadamente, con ondulaciones laterales de muy breve amplitud. Se sintió en toda la meseta central, siendo los extremos conocidos Juan Viñas y Puntarenas.
 22. „ 25— 1 h. 45 m. pm.: temblor debil; duración 2"; amplitud 1,5 m/m. Este temblor, aunque muy corto, tuvo lugar en tres tiempos: 1º oscilación N-S; 2º regreso al punto de partida; 3º nueva oscilación E-W.
 23. „ 29—7 h. 45 m. pm.: muy fuerte; duración 16".
 24. „ 29—7 h. 53 m. pm.: bastante fuerte, duración 6".
 25. „ 29—11 h. 12 m. pm.: fuerte; duración 9".
 26. „ 29—11 h. 14 m. pm.: bastante fuerte; duración 4".
 27. „ 29—11 h. 15 m. pm.: bastante fuerte; duración 4".

} Movimiento oscilatorio.

28. }
29. } Dicbre. 29-30—Sacudidas ligerísimas no apun-
30. } tadas.
31. }
32. „ 30—4 h. 10 m. am.: Sacudida muy fuer-
te; duración 18".
33. „ 30—4 h. 12 m. am.: muy fuerte; dura-
ción 25".

Por desgracia tengo en una sola plancha toda la serie de choques comprendidos entre las 7 h. 46 m. pm. el día 29 y las 4 h. 12 m. am. el día 30 (números 23-33). El análisis del trazado es por tanto muy difícil; pero sin embargo se reconocen tres grupos distintos, de los cuales el primero representa las sacudidas números 24 y 25, el segundo los números 26 á 32, con el principio del gran terremoto, al cual son debidas todas las líneas excéntricas, que cruzan la plancha en dos sentidos principales.

Es bueno advertir aquí que de los dos seismógrafos que posee el Observatorio, solo el pequeño, el *Duplex Pendulum*, estaba funcionando. Pero este instrumento no está construido para grandes terremotos y, además, la plancha de vidrio no está completamente ennegrecida. De tal modo que, de un lado la pluma del aparato fué detenida por las paredes de la caja del registro, y, de otro, no marcó siempre de una manera completa, por la deficiencia de la placa.

Los dos primeros grupos del trazado nos indican oscilaciones de mediana amplitud (1,5-2,5 m/m.), que no llegan hasta las del 17 de diciembre. La apariencia del conjun-

to de líneas que forma cada grupo recuerda de una manera patente las que se obtienen en los Laboratorios de física por medio del doble péndulo de Blackburn, lo que me parece apoyar la idea de que todas estas sacudidas han consistido en una vibración horizontal, producida probablemente por la ondulación simultánea del terreno en dos direcciones angulares.

En lo que toca al mayor movimiento, parece fuera de duda que ha sido el resultado de dos sacudidas concomitantes, porque es imposible no reconocer á primera vista en el trazado dos sistemas de curvas, unas de las cuales se dirigen de NW á SE, mientras las otras van de NE á SW. En apoyo de esta opinión he indicado, *a*) la intensidad del terremoto, mayor en los puntos situados á distancia casi igual del Irazú y del Poás (San José, Heredia, etc.) que en los lugares próximos á estos volcanes (Cartago, Alajuela); *b*) la dirección muy variable de las rajaduras en los edificios; y *c*) la rotación sufrida por cierto número de monumentos funerarios en el cementerio de San José. Sin embargo, no se debe olvidar aquí otra consideración acerca de un factor que ha podido desempeñar un papel bastante importante. Me refiero al *choque de retroceso* del terremoto. San José se encuentra, como es sabido, á distancia casi igual del pie de los dos cerros de la Carpintera y del Iscazú, situados en dirección opuesta á la cordillera vol-

cánica. Esta ciudad ha podido, pues, sufrir también por el doble rechazo del choque seísmico, obrando á manera de *ondas interferentes* y aumentando entonces la intensidad de las ondas directas. Los muchos daños sufridos por la población de Alajuelita no se pueden explicar de otro modo, y la cuestión es saber si, en el corto intervalo trascurrido del principio al fin del terremoto (25'') esta complicación de fenómenos ha podido producirse. Los documentos recogidos me parecen suficientes para resolverla en todos sus pormenores y con el mayor gusto pondría yo á disposición de los especialistas que quisieran estudiarla, todos los que no nos es dable trasladar aquí.

La amplitud total de las vibraciones ha llegado á su mayor máximo en el sentido del NE al SW, y alcanzó á 30,5 m μ m. La pluma del aparato se paró muy afuera del centro del trazado, lo que puede indicar un cambio en el nivel del terreno, pero que se puede atribuir también al desequilibrio del seismógrafo, el cual, como ya dije antes, está más bien construido para registrar sacudidas ligeras.

Son muy pocos los datos que tocan al area abrazado por el mayor terremoto. Los puntos extremos conocidos son Limón (sacudidas ligerísimas), Carrillo, Muelle de Sarapiquí, las Cañas, Bagaces, Puntarenas y Santa María de Dota. La intensidad de la conmoción fué mayor al lado occidental del país, lo que indi-

ca un foco más próximo del Pacífico.

34. Dicbre. 30—5 h. 50 m. am.: temblor debil, duración 2'', ondulatorio.
 35. „ 30—5 h. 52 m. am.: debil, duración 2'',
 36. „ 30—7 h. 43 m. am.: bastante fuerte, duración 4'', ondulatorio.

La curva de estas tres sacudidas es bien notable. Empieza por una serie de ondulaciones de NW-SE y cuyo eje perpendicular, dirigido del NE-SW, indica una mudanza de lugar de un poco más de 3 m/m. en esta dirección; pues la curva termina en una línea recta, de dirección casi E-W y que corresponde á una mudanza de 3-4 m/m.

37. Dicbre. 30—9 h. 38 m. am.: temblor muy debil.

1889.

1. Enero 3—3 h. 31 m. am.: temblor debil; duración 2'', ondulatorio; W-E.
 2. „ 3—10 h. 13 m. pm.: muy debil; duración 1'', ondulatorio; N-S.
 3. „ 4—8 h. 46 m. pm.: muy debil; duración 1'', ondulatorio; N-S.
 4. „ 7—11 h. 30 m. pm.: debil; duración 3'', ondulatorio; NE-SW. Curva del seismógrafo muy complicada.
 a. „ 8—7 h. 42 m. pm.: } temblores débiles
 b. „ 8—7 h. 45 m. pm.: } sentidos en Fraija-
 c. „ 9—3 h. 15 m. pm.: temblor debil sentido nes, al pie del Poás.
 en Pedro Mejía (Desengaño).
 5. „ 11—11 h. pm.: bastante fuerte; duración 3'', ondulación mayor NW-SE; olor de azufre en San José.
 6. „ 17—6 h. 8 m. am.: bastante fuerte; duración 4'', ondulación mayor NW-SE.

| | | | | |
|-----|---------|---------------------|--|----------------------------|
| 7. | „ | 19—1 h. 16 m. am.: | debil; duración 1"; | |
| | | | ondulación NE-SW. | |
| 8. | „ | 19—3 h. 56 m. am.: | debil; duración 1"; | |
| | | | ondulación NE-SW. | |
| 9. | „ | 21— | } temblores ligerísimos; duración y | } dirección inapreciables. |
| 10. | „ | 24— | | |
| 11. | „ | 25— | | |
| 12. | „ | 29— | } durante la noche, no se pudo ave- | } riguar la hora. |
| 13. | „ | 29— | | |
| 14. | Febrero | 1— | No se averiguó la hora ni la duración. | |
| 15. | „ | 2—2 h. 41 m. pm.: | temblor debil; duración 1". | |
| 16. | „ | 6—10 h. 15 m. pm.: | } sacudidas ligerí- | } simas. |
| 17. | „ | 8—11 h. 43 m. pm.: | | |
| 18. | „ | 23—00 h. 20 m. am.: | | |

Recapitulación:

| | |
|-------------------------------|----|
| Sacudidas aisladas..... | 3 |
| Serie de abril-mayo..... | 7 |
| Serie de octubre-febrero..... | 45 |

Suma..... 55

Era de interés, para averiguar la verdadera naturaleza de los temblores, observar en cada caso los cambios ocurridos en la presión del aire y en el estado de la atmósfera, y no hemos dejado de hacerlo. Pero no hemos podido notar una variación idéntica en cada oportunidad de ninguno de estos fenómenos meteorológicos. El único hecho que me parece digno de mencionarse es el *mínimum barométrico*, bastante acentuado, que se produjo en los días 28 y 29 de diciembre.—Sin embargo, no pretendó decir que esta depresión tenga alguna relación con los terremotos que acontecieron inmediatamente después.

De este conjunto de fenómenos podemos sacar las conclusiones que siguen, en cuanto á la naturaleza de

los temblores del período abrazado, á su dirección, duración é intensidad, y á la situación probable de su foco.

1.^a *Las 55 sacudidas, sin excepción, han sido ondulatorias.* Constan muchas veces de un solo movimiento, indicado en los trazados del Duplex Pendulum por una línea sencilla más ó menos recta; otras veces, la oscilación fué completa, es decir que el primer movimiento fué compensado por otro de dirección contraria, y entonces el trazado representa una **V** más ó menos cerrada. En fin, en las mayores sacudidas, la complicación de los trazados permite concluir á la de los *sismos*.

2.^a *Las ondas se han propagado en dos direcciones principales: la mayor parte han venido del Oeste, ó del Oeste-Noroeste, el resto del Noreste, con excepción de dos que vinieron del Norte.* Eso es lo constatado en San José; no tenemos datos por lo tocante á otras localidades.

3.^a Comparando la serie de observaciones que acabamos de dar con los datos recogidos por el señor F. Maison en los 15 años de 1866-1880, *podemos llamar normal el primer máximo de agitación ocurrido en abril-mayo, mientras el segundo máximo se ha producido en los meses de menor agitación sismica media.*

4.^a Aunque el mayor número horario de los temblores haya tenido lugar entre 10 y 11 h. am., *es evidente que el mayor número absoluto se ha producido de las 11 h. pm. á las 6 h. am.* Sin embargo, hasta no obtener datos y pruebas en contrario, admitiremos que esta repartición en el tiempo no es sino accidental.

5.^a *La mayor parte de las sacudidas han sido débiles en cuanto á duración ó intensidad, desde luego que 46 de ellas entre 55 no han pasado de 4".* En la última serie se observa un máximo de frecuencia é intensidad bien caracterizado. A partir del 10 de octubre, los temblores han ido repitiéndose más á menudo y con choques siempre más fuertes, hasta el 29-30 de diciembre; de esta fecha en adelante y hasta el 23 de febrero, lo contrario ha ocurrido.

6.^a *Los temblores notados en San José en 1888-89 no han abrazado sino una zona de poca extensión, y no*

tenemos noticia de ningún fenómeno concomitante en otras secciones de Centro América.

7^a Esta area se encuentra poco más ó menos entre $9^{\circ}30'$ y $10^{\circ}30'$ lat. N. y más al lado del Pacífico. *Coincide, pues, con la cordillera volcánica de Costa Rica, y el volcán de Poás es probablemente su foco principal.*

8^a Dejando de lado los temblores del período comprendido entre el 1^o de enero y el 1^o de octubre, de los cuales no tenemos datos suficientes, nos parece indudable que *las 45 sacudidas que forman la serie del gran terremoto son de naturaleza volcánica* y que no hay que buscar para ellas otro origen.

Esta conclusión se puede considerar como el resumen de las demás: en lo que toca al último período de actividad sísmica, no pueden subsistir dudas en cuanto á la causa; hemos tenido que habérmolas con terremotos volcánicos. El problema no queda del todo resuelto, sino trocado: ¿cuál es el origen de la recrudescencia de actividad en los dos volcanes de Irazú y Poás, y quizás en los de más al Norte en la cordillera del Miravalles? Proponemos la cuestión, pero sería atrevido y prematuro el querer resolverla desde ahora. Datos tenemos, pero no los suficientes. Es muy notable, por ejemplo, que el promedio más elevado de temblores toca á principios de la estación lluviosa; pero no se puede olvidar tampoco el hecho de que esta época coincide con la del cambio en el régimen de los vientos. Muy bien se podría atribuir á estos últimos aquel balanceo periódico del suelo, mientras la lluvia y la penetración del agua por infiltración en los focos volcánicos explicaría de otro lado los estremecimientos intermitentes de nuestros temibles vecinos.

Esta cuestión deja campo abierto á las hipótesis más osadas y hemos tenido prueba de ello en las disertaciones más bien literarias que científicas que por un tiempo han llenado los periódicos josefinos. Escritores de la más alta respetabilidad y de la mejor fe, pero cuyo criterio científico deja mucho que desear, han ido hasta á buscar la causa de los cataclismos de diciembre en corrientes *geo ó termo-eléctricas*. Por desgracia, estas son

palabras y nada más. No hay en los hechos recogidos hasta ahora para servir más tarde de cimiento á la teoría racional de los volcanes *ni un solo argumento* que permita atribuir á la electricidad un papel en los fenómenos volcánicos y sísmicos. Verdad es que la electricidad es *producto* de las erupciones volcánicas y, en seguida, *causa* de las tempestades que usualmente acompañan á aquellas, como se deduce de las observaciones del Prof. Palmieri en el Vesuvio y de muchos otros.— Es admisible también que las conmociones que agitan la corteza del globo pueden producir cambios en el estado eléctrico de aquella. Pero siempre son *fenómenos consiguientes y pasivos* que nunca se podrán elevar al grado de causas, á lo menos por los que algo entienden de las leyes y efectos de la electricidad terrestre. Y esa no es opinión personal mía, sino la de sabios que son autoridades en la materia; últimamente, por ejemplo, en la reunión general de la Sociedad Meteorológica Italiana en Venecia (14-21 setiembre de 1888), el ilustre P. Bertelli de Florencia, ha refutado de la manera más completa tales hipótesis, demostrando claramente su improbabilidad.

Hay más todavía: estas suposiciones tan erróneas son puramente gratuitas, porque no puede quedar duda acerca del movimiento que se ha producido en la época de los temblores en dos de los principales volcanes del país: *eso especialmente para los que los han visto antes, durante y después de dicha época.*

III. GEOGRAFÍA.

Como dije antes, mis estudios no dan todavía material bastante para una monografía ó cosa parecida sobre la sección del territorio costarricense que ellos comprenden. Notas ó apuntamientos tomados aquí y allá cada vez que se ha presentado la oportunidad, y los más de ellos incompletos aun, es todo lo que poseo. Los de más valor, á lo que creo, son los referentes á la cordillera central, y entre ellos, los que conciernen á los cerros del Poás, del Barba y del Irazú, regiones que he visita-

do siete veces ya, á parte de muchas otras excursiones que hice á la Palma, al Desengaño y localidades cercanas.

Las observaciones de que vengo hablando se ciñen, por punto general, á la orografía, hipsometría, geología y botánica. Mías no son todas,—entiéndase bien; he tenido que prohiar las de otros observadores y servirme de ellas, con el propósito de no dejar incompletas, deformes y atrofiadas las mías, á reserva, por supuesto, de rectificarlas y verificarlas unas y otras después.

Bueno es que haga observar aquí que, por lo que hace á las alturas, la de San José ha sido tomada por mí, mediante observaciones precisas. Idénticos resultados he obtenido con tres distintos procedimientos (véanse p. 30 y siguientes); lo cual me hace estimar más exactos y seguros los cálculos míos—que dan á San José una altura de 1135 m.—que los de Friederichsen (3668 pies ingleses=1179 m.), Maison (1151 m.) y Villavicencio (1148 m.) admitidos hasta hoy. ¿Qué mucho, pues, que yo atribuya más precisión á aquel resultado, cuando pienso que mi determinación fué hecha en mejores condiciones, por medio de observaciones simultáneas verificadas en el nivel del mar y en esta ciudad, al paso que la de los otros se hizo solamente en San José, ó se obtuvo en una nivelación geodésica superficial, como las que suelen hacerse en los trazados de ferrocarriles?

Con todo, es de advertir que después que recibí el barómetro normal del Observatorio encontré una corrección de 0,35-0,40 m/m. en el instrumento que me sirvió en mis cálculos; lo cual da un ligero aumento á la altura de San José, que queda ahora oscilando entre 1135-1140 m.

Mas, sea de ello lo que fuere, la altura de la cubeta del barómetro del Observatorio central ha servido de base á mis estudios hipsométricos, y todos los cálculos se fundan en observaciones hechas en aquel establecimiento. Para cada uno de los puntos principales tenemos como 6 á 10 determinaciones hechas por medio del aneroides de Goldschmid y comprobadas casi to-

das, ora por medio del barómetro de mercurio, ora por medio del hipsómetro.

En mis expediciones he tomado numerosos croquis topográficos, generalmente por medio de la brújula y del cronómetro, y por medio del teodolito en los puntos más importantes. Dispongo, además, de muchas vistas panorámicas y de bastantes fotografías que han de ser de grande utilidad para hacer el mapa de las partes del país difícilmente accesibles.

I. OJEADA GENERAL SOBRE LA OROGRAFÍA DE LA AMÉRICA CENTRAL Y ESPECIALMENTE LA DE COSTA RICA.

La orografía costarricense en su conjunto es todavía *terra incognita* y los pocos datos científicos que con ella se relacionan no me permiten hacer una descripción adecuada y completa de todo el sistema. La cordillera central ha sido objeto de la mayor parte de los estudios de Frantzius (1, , así como también de los de Oersted (2, Hoffmann (3 y Seebach 4). El último nos ha conservado parcialmente el resultado de sus exploraciones geológicas al Turrialba, á Guanacaste y á la masa del Miravalles. Scherzer y Wagner (5 han hecho algunas investigaciones en ciertos puntos y Gabb, también, ha obtenido valiosos informes sobre Talamanca 6).

1) *Beitraege zur Kenntniss der Vulcane Costarica's*, in Petermann's Geogr. Mittheilungen 1861, Hefte. IX u. X.—*Das rechte Ufer des San Juan-Flusses, ein bisher fast gänzlich unbekannter Theil von Costa Rica.*—Id. 1862, Hefte II u. VI.

2) *L'Amérique Centrale.*—Copenhague, 1863.

3) *Excursion nach dem Volcán de Cartago, in Central-America*, in Bonplandia, 1856, n° 3.—*Excursion nach dem Barba Vulkan in Costa-Rica*, Id. 1858, n° 16 u. 17.

4) *Prof. K. v. Seebach's Reise durch Guanacaste (Costa Rica)*, 1864 u. 1865, in Peterm. Mittheil. 1865, Heft VII. *K. v. Seebach's Besteigung des Vulkan's Turrialba in Costa-Rica*, Id. 1865, Heft IX.

5) *M. Wagner u. C. Scherzer: Die Republik Costa Rica*, Leipzig, 1856.

6) *Informe inédito dirigido al señor don Tomás Guardia, Presidente de la República de Costa Rica*, 1874.—El original se encuentra en la Biblioteca del Instituto fisico-geográfico nacional.

Pero estos datos, recogidos con miras muy diversas, apenas son suficientes para dar una idea general de la constitución geológica de las montañas de Costa Rica.

Una prueba de la escasez de tales estudios se encuentra en la circunstancia de que los autores de la "*Biología centrali-americana*" al hacer una ligera descripción del país, á propósito de la distribución de las plantas, han tenido que sujetarse á las solas indicaciones de Oersted, recogidas desde 1847. Y los varios tratados que se han publicado sobre la geografía de Costa Rica 7) se limitan á una enumeración de picos y volcanes, á los cuales atribuyen alturas más ó menos apócrifas, y sin dar de ellos ninguna descripción.

No podría yo hacer mucho más en la ojeada general que trato de dar aquí. Sin embargo, las pocas indicaciones geológicas que he podido recoger, me permiten echar los cimientos, como si dijéramos, de los futuros trabajos que tengo en perspectiva.

Error tan grande como común es el considerar las cordilleras de la América Central como partes integrantes de un sistema único que recorre las dos Américas desde el Cabo de Hornos hasta el estrecho de Behring. Esta concepción errónea y descabellada tiene su origen en estudios muy antiguos y ha desaparecido hace ya largo tiempo de los tratados científicos, es decir, á partir del día en que se estudió y conoció mejor la estructura geológica del continente occidental. No es este el lugar de entrar en pormenores sobre este asunto. Baste decir que el conjunto de masas orográficas que constituyen la cordillera centroamericana es de formación más reciente que la de los dos continentes que ella eslabona; comienza al Sur, cerca de las fuentes del río Atrato en Colombia, y se dirige al Norte entre este río y el Pacífico, quedando separado

7) Molina.—*Bosquejo de Costa Rica*, Nueva York, 1851.
F. Montero Barrantes. *Geografía de Costa Rica*, San José, 1886.
E. Villavicencio. *República de Costa Rica*, San José, 1886.
J. B. Calvo. *Costa Rica en 1886*, San José, 1887. Miguel Obregón, *Nociones de Geografía de Costa Rica*, París, 1889.

por completo del *sistema de los Andes*. Con una dirección bastante variada en sus pormenores, pero generalmente SE-NW, continúa hasta el Istmo de Tehuantepec, donde queda separado de las cordilleras mejicanas por una depresión cuyo punto más bajo queda á 204 m. sobre el nivel del mar. Otros dos recortes, el primero en el istmo de Panamá, con 87 m. de altura minimum, el segundo en el istmo de Brito, á 46 m. sobre el nivel del Pacífico, separan con naturalidad este conjunto de cordilleras en tres grupos que llamaremos *sistema del Atrato ó panameño-dariense*, *sistema panameño-costarricense* y *sistema nicaragüense-guatemalteco*. Sólo hemos de ocuparnos aquí en la parte del segundo comprendida en el territorio de la República de Costa Rica.

Las cordilleras costarricenses se extienden poco más ó menos desde el pico Róvalo hasta unos cuantos kilómetros de distancia del istmo de Brito. Sus ramificaciones tienen poca importancia relativamente al espinazo principal. Como todas las demás cerranías de la América Central, se componen aquellas de grupos volcánicos, ó á lo menos eruptivos, rodeados de formaciones sedimentales que se elevan sobre las faldas de los primeros y toman un desarrollo más ó menos considerable según los lugares.

Los pormenores acerca de la geología de estas partes están todavía por estudiarse. Hasta ahora se han reconocido estas formaciones sedimentales en la costa pacífica y en el valle del Tempisque, continuación en lo antiguo, del espléndido golfo de Nicoya. Del interior poco se sabe. Oersted averiguó la existencia de capas fosilíferas en Escasú y cerca de Cartago. Gabb dice: "que mucho más de la mitad del área" del territorio de Talamanca, "está cubierta de una extensa expansión de rocas sedimentales antiguas y sumamente metamórficas", mientras la costa "está ribeteada de pequeñas porciones de rocas aun más recientes". En otros puntos, el mismo explorador ha topado con depósitos que él atribuye á la formación cuaternaria denominada *post-pliocénica*. En fin, el señor Obispo de Costa Rica, Doctor B. A. Thiel, trajo del territorio de los Guatusos algunos frag-

mentos del esqueleto de un gran vertebrado fósil. Todos estos hechos prueban de la manera más clara la existencia en nuestro territorio de formaciones sedimentales de varios períodos geológicos, y quizás Costa Rica, á pesar de lo que se afirmaba hace poco de su origen enteramente volcánico, se encuentre realmente formada en su mayor parte de sedimentos marinos.

Los pocos pasos que hemos podido dar para completar el estudio geológico iniciado han tenido como consecuencia á lo menos la posibilidad de dividir en dos grupos distintos y naturales las cordilleras costarricenses. En efecto, ampliando las averiguaciones de los citados naturalistas, hemos constatado que el substratum de la meseta central, así como el conjunto de colinas (cerros del Doctor Castro, de San Antonio, de Patarrá, de los Gallegos, de la Carpintera) que separa á aquella de la cuenca del Reventazón, son enteramente de formación marina, como lo prueban los numerosos fósiles á que debe su nombre *la cal de concha*. Además, y gracias á un obsequio del señor John Meiggs Keith, que le agradezco altamente, he podido ver que hay formaciones aun más recientes, quizás *miocénicas*, á lo largo del río Reventazón.

De todo lo cual deduzco que, en un tiempo cuando ya existían á manera de islas las cordilleras, al Norte y al Sur de la meseta central y del valle del Reventazón, los dos océanos estaban todavía comunicados por un estrecho que separaba aquellas, extendiéndose poco más ó menos de las bocas del actual río Reventazón al río Grande de Pirris (haciendo abstracción de la parte de las llanuras literales que era entonces dominio del mar). De la altura bastante considerable (cerca de 1600 m.) de la cuchilla que separa la meseta de San José de la vertiente atlántica, y de la edad probable (cretácica) de las capas de esta región, se puede concluir que el estrecho costarricense se cerró mucho antes que los de Panamá y Brito. Esta línea de antigua comunicación hoy viene á ser como el límite natural para la división de las montañas de Costa Rica en dos grupos distintos, que llamaremos *Cordillera del NW* ó *Cordillera*

volcánica de Costa Rica, y Cordillera del SE ó Cordillera de Talamanca.

Esta última tiene como punto culminante el *Pico Blanco ó Kamuk*, de 2914 m. (Gabb: 9562 pies ingleses). Presenta otras tres masas principales, á saber: la del *Pico Róvalo* al Sur, y las del *Dota* y del *Chirripó* al Norte.

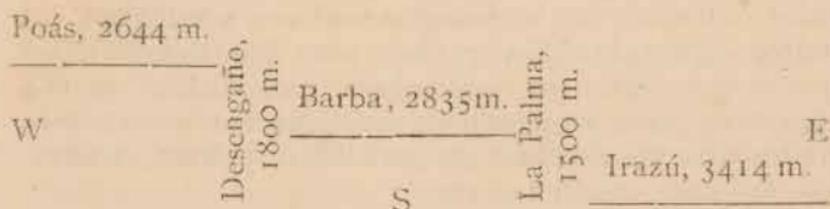
Podemos muy bien reservar al primer grupo la denominación de *Cordillera volcánica*, porque encierra todos los volcanes hoy activos en el territorio de Costa Rica, y, además, la mayor parte de los que hay apagados. Y es muy probable, en efecto, que el número de picos volcánicos de la parte meridional sea muy reducido. El *Pico Blanco* no es volcán, y ni lo es tampoco su vecino el *Ujum*. Lo sabemos por las exploraciones de Gabb: el *Róvalo* y el *Chirripó* no son conocidos todavía; solo en cuanto al *Dota* no pueden caber dudas, hallándose su cumbre ocupada, al decir de los que han subido hasta ella, por una laguna cratérica; y fuera de que su perfil, examinado desde el *Irazú*, ofrece todos los caracteres de un doble cono volcánico.

El Doctor Frantzius, autor de la mejor descripción que hasta hoy se tiene de los volcanes de Costa Rica, había reconocido ya la división,—determinada por la misma naturaleza,—de la cordillera del NW en dos secciones distintas: á un lado la parte comprendida entre el río Reventazón y la depresión que comunica á San Ramón con la cuenca del San Carlos, con los grupos del *Irazú*, del *Barba* y del *Poás*; y á otro, la parte que se extiende del río *Barranca* hasta el lago de *Nicaragua*, y en la cual se encuentran los grupos del *Tilarán*, del *Miravalles*, de la *Vieja* y del *Orosi*. Para dar más claridad, llamaremos á la primera sección *Cordillera central ó Cordillera del Irazú*, y á la segunda *Cordillera del Miravalles*.

La mayor parte de mis estudios se refieren á la *Cordillera central* y voy á resumirlos aquí junto con los principales hechos observados por predecesores míos en la exploración de dicha región.

2. CORDILLERA CENTRAL Ó DEL IRAZÚ.

El eje de esta sección del sistema panameño-costarricense tiene una dirección general de ESE á NNW, y sirve de línea divisoria entre las aguas de la vertiente del Pacífico y las de la vertiente del Atlántico. Las tres masas que forman la cordillera son volcánicas, pero sólo las de los extremos han dado en la actualidad señales de actividad. Están separadas por las depresiones bastante profundas de la Palma y del Desengaño, y su disposición general se puede representar del modo siguiente:



La base de las dos masas occidentales parece formada por rocas eruptivas de la clase de los basaltos, mientras los traquitos (*pedra de Cartago*) dominan en los cimientos de la masa oriental. Solo el Irazú parece haber arrojado lavas en estado compacto y eso en un período muy remoto; Oersted ya notó corrientes consolidadas de esta materia en las faldas del sureste de aquel volcán. Como diré más adelante, el hecho afirmado por Frantzius de que el Barba echara lava en su última erupción (en 1776?), no me parece admisible. La cúpula terminal de cada uno de los picos cratéricos está formada por acumulaciones de lápili, escorias, arena y cenizas, en medio de los cuales aparece la roca compacta.

Por lo demás es muy difícil formarse una idea aproximada de la estructura interior de estas masas, hallándose sus flancos como es generalmente el caso, cubiertos de una capa bastante gruesa de depósitos sueltos y de humus, sin contar con una vegetación impenetrable lo más del tiempo. A todo eso se agrega que las cumbres son de arquitectura muy complicada, á con-

secuencia de los muchos cráteres que sucesivamente se han desarrollado.

Exceptuando al Turalba que es parte de la masa del Irazú, la altura de los volcanes va disminuyendo hacia el Oeste, y la depresión del Desengaño es de algo como 300 m. menos profunda que la de la Palma.

He calculado nuevamente la altura del Irazú. Mis medidas de los demás puntos principales de la cordillera pueden considerarse como las primeras, toda vez que los mismos autores de las medidas anteriores consideran sus estimaciones como aproximadas únicamente.— En el cuadro que viene á continuación reuno los resultados obtenidos por varios observadores; y estos son los únicos dignos de algún crédito, pues los demás datos que se encuentran en varias obras recopiladas, no son otra cosa que el resultado de repetidas confusiones entre los diversos sistemas de medidas inglesas, francesas, antiguas, españolas, etc.

| AUTORES Y FECHAS. | POÁS. | DESENGAÑO | BARBA. | LA PALMA. | IRAZÚ. | MESETA DEL TURALBA. | TURALBA. |
|-------------------|-------|-----------|--------|-----------|--------|---------------------|----------|
| | m. | m. | m. | m. | m. | m. | m. |
| Oersted 1847 | 2599 | 1949 | 3248 | — | 3382 | — | — |
| Galindo 1856 | — | — | — | — | 3352 | — | — |
| Frantzius 1859-60 | 2701 | — | — | — | 3413 | — | — |
| Siebach 1861 | — | — | — | — | — | 2361 | 3934 |
| Pittier 1888-9 | 2644 | 1831 | 2835 | 1520 | 3414 | 2744 | 3325 |

Creo que mis indicaciones son las más exactas, por las razones siguientes: 1^a) Representan los términos medios de observaciones casi concordantes, cuyo número varía de 6 á 10; 2^a) Las indicaciones del aneroide se han verificado, á lo menos una vez, por medio de hipsómetro en el Irazú y el Turalba, y del barómetro de mercurio en los demás puntos; 3^a) Los cálculos se han

efectuado con observaciones recogidas simultáneamente en San José (estación inferior) y en los puntos considerados.

La medida de Frantzius por lo tocante al Irazú coincide de una manera notable con la mia (en el informe publicado en la Gaceta Oficial se imprimió 3417 en lugar de 3414). En cuanto á la divergencia que existe con relación al Poás, bastará recordar: 1^o) que Frantzius mismo dice 1) que sus observaciones en el cráter se hicieron en muy malas condiciones; y 2^o) que la diferencia de nivel entre la Laguna y la cima más alta se estimó á la simple vista, sin observaciones.

Al final del presente trabajo se hallará la lista de todas las alturas medidas por mí.

El aspecto de los tres grupos orográficos que al Norte dominan la meseta central, no tiene nada de la forma cónica regular que afecta usualmente un volcán: la línea general de la vertiente meridional se eleva de la manera más insensible hasta la cumbre; de tal modo que el ascenso parece cosa muy fácil. Pero según Oersted lo había apuntado, las faldas se componen en realidad de una sucesión de terraplenes separados por declives bastante fuertes. En el Irazú, aquellas gradas empiezan á partir del río Aguacaliente y desde los baños hasta Cartago se encuentran tres de estas mesetas; en seguida, hay á lo menos cinco otras hasta la cumbre. Lo mismo sucede en el Barba y en el Poás. Las poblaciones de Barba y de San Pedro de la Calabaza están situadas ambas en una misma meseta, que se extiende, á manera de cinta, del río Virilla hasta las inmediaciones de los Palmares; y más arriba, en los flancos de los dos grupos, se observan otras no menos caracterizadas. Determinar la significación de estos terraplenes para la formación del relieve del país, es cosa muy interesante; pero hasta ahora no tenemos bastantes datos para acometer una empresa de suyo tan ardua.

La vertiente setentrional es mucho más precipitada, y en el Irazú el declive es tal, que el promedio de mis

1) *Beitragge, etc.*, Heft. IX.

observaciones clinométricas pasa de 60°. Una comparación será menester para formarse una idea de la diferencia entre las dos vertientes. El 26 de enero próximo pasado bajé en 28 minutos de la playa de este volcán hasta los respiraderos nuevos, siendo la diferencia de nivel de 552 m.; el mismo día, montado y por un camino bastante bueno, tuve que gastar dos horas, andando continuamente, para bajar 531 m. en la vertiente SE hasta el sitio Birris del señor Angulo.

En el Barba las faldas del NE parecen muy rápidas también; pero no tanto en el Poás. Los tres picos principales tienen un espolón setentrional que baja gradualmente hacia las grandes llanuras de la cuenca del San Juan, desparramándose insensiblemente á manera de abanico.

Esta vertiente de la cordillera está todavía casi enteramente despoblada y cubierta de extensas selvas.—Después de los recientes terremotos, muchas manchas blanquizcas han aparecido al Norte de las dos masas orientales, indicando los mayores derrumbamientos producidos por la sacudida. Científicamente, estos parajes permanecen aun *terra incognita*.

Es difícil fijar exactamente la línea inferior de los bosques en la vertiente S de la cordillera. Los campos cultivados y los pastos entran como festones, á veces muy adentro. En el Irazú, he admitido 2700 m. como límite inferior de los bosques en la región de Tierra Blanca; pero este límite va bajando mucho al lado del Turrialba y no se halla á más de 1500 m. en la Palma.—En el Barba, los potreros se elevan hasta 2200 m. directamente al Norte de Heredia, al paso que la orilla inferior de la selva queda á la altura del Desengaño, más al Oeste. Y lo propio ocurre en el Poás, donde estos límites son proporcionales á la altura del grupo.

Por lo demás, cualquiera que sea la línea general de separación entre los cultivos y la selva, se puede asegurar sin temor de equivocación que ya se encuentra demasiado alta. Parecerá pueril que vuelva á tocar la cuestión de los desmontes. Pero es de interés tan vital

para el país, que no quiero perder la oportunidad de romper una lanza en pro de la absoluta necesidad que hay de una intervención inmediata de parte del Gobierno para proteger de una irracional devastación los pocos bosques que hoy quedan.

Y que no se me atribuya el deseo de hacer con eso un deservicio á la agricultura, pues, cabalmente, con defender los bosques se protege la agricultura. Aquellos son los que abrigan los campos contra las ráfagas, los que impiden la irradiación excesiva del suelo, los que conservan á la atmósfera la humedad necesaria, tanto para las plantas cultivadas, como para las que no lo son, los que regularizan el régimen de las lluvias, los que permiten la percolación de las aguas para que se tornen fuentes limpidas. Más aun, en un país donde el suelo está tan expuesto á la acción poderosa de las fuerzas interiores, las raíces de las selvas desempeñan un papel importantísimo, impidiendo de la manera más eficaz los deslizamientos del suelo. En mi examen de las faldas del Poás, en enero próximo pasado, pude juzgar con mis propios ojos de la acción protectora de los árboles; creo que á no ser por los bosques, los desastres en los flancos y en las inmediaciones de este volcán hubieran alcanzado proporciones inconcebibles.

Lo repito, el peligro es grande y demanda pronto remedio. Ya lo indiqué anteriormente: "Si me fuese permitido externar mi opinión, con todo respeto aconsejaría al Supremo Gobierno que tomara las medidas de precaución siguientes: 1.^a Prohibir la destrucción de los bosques por medio del fuego, en toda la cuenca del Río Grande y en la parte superior de la del Reventazón; 2.^a comprar por cuenta del Erario todos los bosques superiores que no fueren todavía nacionales; 3.^a Prohibir la enajenación de los bosques superiores nacionales; y 4.^a Vedar la destrucción de los que se hallaren próximos á los rios y fuentes importantes". Y más adelante decía yo también: "Las prescripciones arriba enumeradas, como las vigentes, no obstante, serán letra muerta mientras el Gobierno no organice una policía forestal y no dote al país de una legislación sobre la materia, junto

con las disposiciones gubernativas para hacerla efectiva 1) ". Después de escrito esto, se ha dado ya un paso en el sentido indicado. A instancias de las autoridades de la provincia de Heredia, la actual legislatura decretó en sus sesiones de 1888, una ley especial, fundada sobre bases análogas á las que propuse. Pero esa medida no pasa de ser un mero paliativo, porque el límite fijado queda demasiado alto por la vertiente S y, sobre todo, porque lo que se ha juzgado bueno para Heredia, lo es también para las demás provincias de la República.

Hubiera querido dar aquí una pequeña reseña sobre la vegetación de la Cordillera central. Mas, por desgracia, la clasificación de mis colecciones se hace asaz lentamente, y es fuerza que reserve para otra oportunidad los datos numerosísimos que ya se han recogido sobre el particular, limitándome por ahora á indicar más adelante las principales especies notadas en cada masa.

Pasaré, pues, á la descripción especial de la masa del Irazú, prescindiendo por ahora de las del Barba y del Poás, respecto á las cuales no tengo todavía materiales suficientes.

A). MASA DEL IRAZÚ.

1. *Situación*.—La masa del Irazú se eleva entre el profundo valle del Reventazón y la cuenca colectora del río Sucio de una parte, y la extremidad oriental de la meseta central de otra. Se compone de dos volcanes hoy activos. El Irazú forma la extremidad WSW del eje del cerro, el cual termina al ENE por la cúspide del Turialba. La diferencia de nivel entre ambos volcanes es de 56 m., siendo el Irazú el más alto.

2. *Etimología*.—Los nombres *Irazú* y *Turialba* son de origen indígena entrambos. Como lo ha hecho observar con justa razón el Ilustrísimo señor Obispo de Costa Rica, Doctor B. A. Thiel 2), el primero con-

1) H. Pittier. *Informe del 10 de julio de 1888, dirigido al señor Secretario de Estado en el despacho de Instrucción Pública.*

2) B. A. Thiel. *Apuntes lexicográficos de las lenguas y dialectos de los Indios de Costa Rica.* San José, 1882.

tiene el elemento apositivo *zú*, que se encuentra en varios otros nombres como *Tarazú*, *Iscazú*, y que, según la misma autoridad, significa *cerro*. En cuanto á la primera parte de la palabra, me parece difícil precisar su significación. Según la obra citada, puede ser simplemente *Ira*, nombre de un árbol, y entonces la palabra significa *cerro de los iras*, ó una abreviación de *i*=temblor y *ara*, *arar*=hacer ruido, tronar. Pero los *iras* son tan raros en el propio cerro del Irazú, que da uno en creer que ha sido más bien generada por la palabra *iero*=roble (en el idioma de Terraba) ó la forma de esta usada según toda probabilidad por los antiguos indios de las cercanías del volcán. No seré tan osado tampoco para emitir un juicio sobre la segunda etimología, careciendo, como carezco, de conocimientos sobre las leyes de derivación de los idiomas indígenas. En cuanto á Turrialba, que se encuentra también con las formas *Turrialba*, *Turrialva*, *Turealva* y *Turriarba*, contiene evidentemente el mismo *Turú* que forma por sí solo el nombre de un cerro al Este del Barba, y entra además en *Turúcares*, *Turúbales*, *Turúcaca*, *Turújal* y probablemente otros. Se ha querido decir que Turrialba viene del latín *turris alba*=torre blanca, nombre que le habían dado unos marineros por el aspecto que ofrecía el volcán visto desde el mar. Pero tengo por muy improbable este origen.

El Irazú se llama á veces Volcán de Cartago. Pero siendo corriente en geografía que los nombres antiguos eleven la prioridad, prefiero la primera denominación que, por otra parte, es hoy día la más usual.

3. *Topografía*.—Por lo que toca á la topografía de la masa, podemos considerar el pico del Irazú como punto de partida de varios espolones y cerros secundarios, dos de los cuales, los principales, se desprenden el uno al Este y el otro al Oeste. El primero termina al oriente del Turrialba en un antiguo cráter en el cual nace el río Parismina, no es, como dice Frantzius ¹⁾, una cuchilla dentada (*zackig*) y desgarrada, sino que más

1) *Beitraege, etc.* Heft. X.

bien está formado por una sucesión de cumbres redondeadas de altura siempre menor, cuyo eje parece transversal al del cerro, y que concluyen á un nivel de cerca de 2740 m. en una meseta casi horizontal y bastante unida, la cual rodea el pie del propio cerro del Turialba. Este sube repentinamente á algo como 600 m. y la cuchilla vuelve á bajar después por una nueva sucesión de cúpulas.

Al Occidente, la cuchilla se dirige primeramente al Oeste, hasta el *Cerro Pelón*, donde se divide en dos ramas que tienen considerable importancia por formar parte de la línea divisoria de las dos vertientes oceánicas; una es meridional y baja hasta el *paso de Ochomogo* (1540 m.); otra va al NW y termina en la meseta de la Palma. En esta última el punto culminante, á partir del Cerro Pelón, es el *Cerro del Durazno*, que domina al valle del Rancho Redondo. Al lado Norte, esta ramificación es muy quebrada y presenta varios espolones escarpados, el principal de los cuales se prolonga por la loma que separa el río Sucio y sus primeros afluentes de la cuenca del río Blanco. y por el espolón que viene á concluir en la depresión de la Palma.

Al Norte precisamentedel pico del Irazú se desprende otro espolón importante, cuyo punto principal es el alto del Roble. Al Sur hay también varios cerros, algunos de ellos bien notables, como son los que siguen los ríos Birris y Turialba.

4. *Hidrografía.*—La hidrografía del grupo es bastante sencilla. Las aguas de la vertiente SW pertenecen á la cuenca del río Grande de Tárcoles y se reúnen en dos ríos principales: a) el *Tirribí*, (palabra india equivalente á río Grande; conf. B. A. Thiel. l. c. p. 173) que se forma en tres ríos por la unión de tres ramas principales y recibe además de las mismas faldas el río María Aguilar y otros arroyos de poca significación; b) el *Río Virilla*, cuyo afluente principal es el *Torres*, formado por varias ramificaciones.

Las faldas del S y del SE envían sus aguas al río *Reventazón*, primero por su afluente el río *Aguacaliente* que recibe el Taras, el Reventado y el río Pais, y en

seguida directamente por varios torrentes que nacen á bastante altura en las faldas y cuyo curso no he podido todavía reconocer. Los principales, según las indicaciones que tengo á la vista, son el río *Birris*, el río *Turrialba* y el río *Parismina*.

En cuanto á las faldas setentrionales, me limitaré á reproducir aquí lo que noté desde la cumbre del Irazú el 26 de enero próximo pasado y desde la del Turrialba el 27 del mismo mes. En estos días el estado favorable del tiempo me permitió también hacer un examen detenido de la topografía é hidrografía de la región que rodea el pie setentrional de la masa del Irazú. "Tres son las cuencas que nacen en estas faldas, separadas por los dos ramales más importantes que el cerro principal envía al Norte; el que se desprende del Cerro Pelón se dirige primero al N y en seguida al NW, entre las cuencas del río Blanco, al Oeste, y la del Sucio al Este; el otro, que tiene como punto principal el Alto del Roble, se desprende de la cumbre oriental del Irazú y separa el Sucio del Toro Amarillo".

"Del río Blanco poco se divisa: noté solamente que se forma de tres ramas principales, y que pronto se dobla con dirección á la Boca del Infierno, es decir al NW. En cambio las cabeceras del Sucio se ostentan con la mayor claridad, directamente al N. Esta cuenca colectora tiene seis arterias madres, separadas por lomas escarpadas, cuyo mayor número se desprende de la cordillera principal entre la cima del Irazú y el Cerro Pelón. En las tres masas occidentales se observan muchos derrumbamientos recientes que dejan manchas amarillas, indicios de la composición feldespática de las rocas. Todos los ríos de este lado tienen que bañar el pie de peñas fácilmente desagregables y se cargan entonces de materiales de erosión que dan á sus aguas su color característico. Las pendientes muy fuertes de las faldas aumentan el poder erodente de los torrentes que siguen entonces excavando con la mayor actividad. Así se explica porqué el río Sucio y muchos otros de este país, tienen siempre aguas turbias. Hay que recordar también que, desde el punto de vista geológico, la región

que nos ocupa es de formación muy reciente (casi enteramente posterior á la época secundaria) y que su relieve no se ha perfilado aun definitivamente. Los ríos, sapadores sempiternos de la superficie terrestre, trabajan con toda actividad y llevan á las llanuras los materiales que arrancan á los montes. En cuanto al origen de las aguas, es fácil comprender que en una región donde llueve casi diariamente, la sola percolación basta para dar lugar á ríos importantes, y no hay para qué introducir hipótesis sin fundamento en el problema, ni imaginar la presencia de depósitos de aguas subterráneas en las entrañas del Irazú, como se ha hecho en estos últimos tiempos. Esta idea no tiene consistencia ninguna”.

“En la juntura de los ríos que bajan, como hemos dicho, de los flancos del volcán, se divisa un territorio bastante extenso, en el cual el suelo está casi completamente desprovisto de vegetación. Difícil es darse cuenta desde lejos de lo que ha acaecido allá, pero lo más probable es que, á seguidas de los derrumbamientos, el cauce de una ú otra de las arterias ha sido momentáneamente interceptado, y que una inundación muy fuerte tuvo lugar cuando se rompió el dique. Los terrenos bajos quedaron así cubiertos de una capa de lodo muy gruesa, lo que explica la actual apariencia de aquel lugar”.

“Me parece fuera de duda que toda la cuenca colectadora del río Sucio ha sufrido últimamente conmociones frecuentes, que han dado lugar á los cambios arriba mencionados. La mayor parte de ellas solo se ha verificado en un perímetro reducido, las otras, más fuertes, se han sentido hasta Cartago, San José, y lugares colindantes”.

“Más allá de donde se unen los torrentes que surcan la pendiente del Irazú, se ve el río Sucio, estuario poderoso ya, llevando sus aguas hacia el Norte. A la derecha, un afluente que baja del Alto del Roble, forma una cascada considerable cuyo arco argentado resplandece por encima de la bóveda frondosa de la selva”.

“La tercera cuenca es la del Tortuguero, que recoge sus aguas en la depresión que separa el Irazú del Tu-

rialba. La denominación de Toro Amarillo, con la cual se ha querido designar este río, me parece muy equivocada y propia para dar lugar á confusiones, porque ya hay otro río del mismo nombre afluente del río Sarapiquí. En el mapa publicado por Frantzius en 1861 ¹⁾, aquel curso de aguas lleva el nombre de *Río Claro*, que no es tampoco á propósito, siendo sus aguas tan coloradas como las del Sucio. Mejor vale dar la preferencia á la primera denominación."

"He podido estudiar los orígenes de este río desde el Turialba. Se forma por la unión de tres torrentes caudalosos que bajan al oriente del Irazú, en la depresión que separa este picó del Alto del Roble. Recibe además de esta última masa tres ó cuatro afluentes, que caen precipitadamente en la hondísima quebrada que forma entonces el cauce del río Tortuguero. El Turialba envía también su contingente de aguas al mismo lado, por caños numerosos pero secos casi todos en esta estación. Muy al Norte, se divisa la confluencia de este río con el Sucio".

5. *El volcán Irazú.*—Las primeras ascensiones científicas del Irazú datan de los meses de enero y febrero de 1847, y fueron practicadas por el ilustrado danés Anders Sandoë Oersted, observador tan sagaz como concienzudo. Casi se concretó al estudio de la vegetación pero proporcionó también algunas indicaciones geológicas y orográficas á Alejandro de Humboldt, quien las aprovechó en su "Cosmos". En el año de 1855 un médico alemán residente en San José, el Doctor Hoffmann, visitó el mismo punto en compañía del Ingeniero señor Kurtze, y publicó una relación interesante de su viaje en el "Bonplandia" (1856 p. 27). En fin, en abril de 1859, el Doctor Frantzius, exploró también la cima, junto con el mismo Kurtze, y describió su ascensión en las Mittheilungen de Petermann de 1861 (p. 381).

Como dije en la parte oficial del presente informe, he consagrado varios días al estudio de las mismas lo-

1) *Petermann's Mitth.*, 1861. Tafel 12.

calidades, durante el poco tiempo que llevo de residencia en este país. En los días 27-31 de marzo de 1888, fuí por Tierra Blanca, los papales de San Juan, la Sabana larga del Coli-blanco y el Sitio Birris, llegando á la cumbre del volcán por la cuesta oriental y recogiendo datos importantes sobre botánica y topografía. Gasté un día entero en los cráteres superiores, haciendo de ellos un minucioso examen. En los días 10-13 de diciembre, fuí mandado con toda presura por el Supremo Gobierno, con el fin de averiguar el actual estado del nuevo foco de actividad, situado en la pendiente setentrional; iba entonces por el camino más corto, y limité mis observaciones al punto referido. En fin, del 24 al 28 de enero próximo pasado, exploré la Laguna del Reventado, el flanco SW del volcán, hice una nueva inspección de los cráteres y bajé en seguida al camino del *Tittoral*, siguiendo el curso del río Birris. De allí pasé al Turialba, y volví á Cartago por Cot.

A partir de una altura como de 2200 m., los flancos de la montaña están cubiertos de los robledos más lindos que pueda uno imaginarse: un europeo se creería allí trasportado á los bosques de su tierra. Cuatro son las especies de robles señaladas hasta hoy, y la similitud de estos lugares con los paisajes de la zona templada toma mayores proporciones por la presencia de varias plantas muy parecidas á las que allí cubren el terreno de las selvas, y cuyas principales son:

- * *Lycopodium verticillatum*, L.
- * „ *Selago*, L.
- * „ *Saururus*, Lam.
- * *Gymnogramme hirta*, Desv. var.
- * *Elaphoglossum Gayanum*, Fee.
- * *Elaphoglossum petiolosum*, Moore.
- * *Polypodium taeniosum*, Willd. var.
- * „ *moniliforme*, Cav.
- * *Aspidium juglandifolium*. Knze.

1) En todas las listas, las especies marcadas con un asterisco, son nuevas para Costa Rica.

- Asplenium monanthemum, L.
* Oncostylis nigricans, H. B. K.
* Chaetocyperus viviparus, H. B. K.
* Bomarea Caldasiana, H. B. K.
Odontoglossum Oerstedianus, Rchb. fil.
* Quercus retusa, Lieb.
 „ granulata, Lieb.
 „ citrifolia, Lieb.
 „ costaricensis, Lieb.
* Urtica magellanica, Poir.
Hedyosmum calloso-serratum, Oerd.
* Solanum torvum, Siv.
* „ nigrum, L.
Buddleia alpina, Oerd.
Ardisia irasuensis, Oerd.
 „ laevis, Oerd.
* Comarostylis rubescens, Kl.
* Proclesia veraguensis, Kl.
Centropogon costaricanus, Pl. et Oerd.
Siphocampylus Gutierrezii, Pl. et Oerd.
Cacalia heterogama, Benth.
Senecio multinervius, Benth.
 „ Oerstedianus, Benth.
* Chrysanthemum leucanthemum, L.
Verbesina Oerstediana, Benth.
* Viguiera acuminata, Benth.
* Siegesbeckia orientalis, L.
Eupatorium ixiocladon, Benth.
Oreonotinus stellato-tomentosus, Oerd.
* Oreopanax capitatum.
 „ „ var destructor, E. M.
* Osmorhiza brevistylis, D. C.
* Ugni Oerstedii, Bg.
* Weinmannia glabra, L.
* Alchemilla orbiculata, R. et S.
* „ tripartita, R. et S.
Rubus irasuensis, Lieb.
Lupinus Clarkei, Oerd.
 „ Aschenbornii, Schauer.
* Cardamine ovata, Benth.

Algunas de estas plantas solamente, recuerdan, por su belleza, la hermosísima flora de las regiones inferiores, así como la *Bomarea caldasiana*, y una *Wigandia* arborescente, con troncos muy gruesos y leñosos, y de algo como 4 m. de altura, que me parece diferir específicamente de la *W. caracasana* de Aguacaliente, Tres Ríos y otros lugares. Casi en el límite superior de la región de los robles, se encuentran los cultivos más altos de Costa Rica, los papales de San Juan (2800 m.)

La fuente más alta de todo el grupo es la llamada *Ojo de agua de Chicao*. Se encuentra á una altitud de 3032 m. En abril de 1859, Frantzius verificó su temperatura, la cual era entonces de 9°0 C. De 10 grados exactamente lo era á las 7 h. am. el 26 de enero próximo pasado, con el aire libre á 9°2 C.

Más arriba de 3000 m. los árboles grandes escasean y ceden poco á poco el lugar á los arayanes y á los matorrales, después entrecortados por pastos finísimos ó aislados en el medio de la playa arenosa ó rocallosa que conduce al punto culminante.

He aquí la lista de las plantas más comunes en la región superior:

- Stereocaulon obesum, Th. Fries.
- Scorias Robinsoni, Oerd.
- * Gymnogramme Warszewiczii, Mett.
- * Elaphoglossum Gayanum, Fee.
- * Polypodium moniliforme, Cav.
- Sphacele alpina, Oerd.
- Castilleja fissifolia, L. F.
- Ardisia nigro-punctata, Oerd.
- „ laevis, Oerd.
- „ irasuensis, Oerd.
- „ glanduloso-marginata, Oerd.
- * Pernettya Oerstediana, Kl.
- „ coriacea, Kl.
- * „ congesta, Kl.
- * Vaccinium floribundum, H. B. K.
- „ densiflorum, Benth.
- * Gnaphalium attenuatum, DC.

- * *Spiraea argentea*, Mutis.
- * *Alchemilla orbiculata*, R. et P.
Lupinus Aschenbornii, Schauer.
- * *Hypericum decorticans*, Pl. et Lindl.

La diferencia de vegetación no solo tiene por causa la altura, sino también el cambio repentino de la naturaleza del suelo. En efecto, al pie mismo del cerro terminal, ha habido una acumulación de arena y ceniza volcánicas más ó menos coherentes; la capa de humus que la cubre se hace más delgada á medida que uno sube, y, en fin, cesa por completo. Sin embargo, las plantas de la cumbre tienen un carácter subalpino indiscutible y recuerdan mucho la de ciertas partes de los Alpes, á lo menos por la inferioridad numérica de sus especies, que proviene sin duda de la naturaleza del suelo.

En las rápidas faldas del Norte, la flora es muy distinta; en la zona superior de la selva, noté como árbol dominante el *jaul* (*Alnus* sp.), á lo menos en los alrededores de los *respiradores* del volcán nuevo, donde he recogido también:

- Polypodium xalapense*, Fee.
- Aspidium amabile*, Bl.
- Acrostichum conforme*, Sw.
- Lomaria procera*, Spreng.
- Gunnera insignis*, Oerd.

El volcán Irazú es un conjunto de varios cráteres que se han formado sucesivamente, contribuyendo cada uno por su parte al levantamiento gradual de la masa. Hasta ahora he determinado la posición de cinco de estas antiguas "válvulas de seguridad": la del Reventado al SW del punto culminante, otra al lado SE y tres que ocupan la parte más alta del cerro. Es posible, además, que se pueda atribuir el mismo origen á una depresión circular que se encuentra en el estribo oriental, cerca del lugar llamado "Las Pilas". En cuanto al punto donde se manifiesta la actual actividad del volcán, no es un cráter sino más bien una derivación de la chimenea principal de los cráteres superiores.

El cráter del Reventado se halla al Suroeste del cerro del Irazú. Está ocupado por la Laguna de los Derumbaderos, cuyo nivel se encuentra á una altura de 2230 m. Aunque propiamente ésta no presenta los caracteres de una laguna cratérica, no cabe duda acerca de la posición que ocupa. Las paredes del antiguo cráter quedan intactas al lado Norte, donde las peñas casi verticales que limitan al propio cerro forman—en una arista estrecha que va hasta el Cerro Pelón, al Oeste—un vasto hemicíclo con todos los signos que presenta la boca de un volcán. Oersted fué el primero que dió una explicación satisfactoria acerca de lo acaecido en la pared meridional del cráter. En su sentir, éste, después de su extinción, fué ocupado por una laguna muy extensa. La citada pared, muy delgada por quedar del lado exterior de la masa de la cordillera, minada además por la erosión de los arroyos que nacían en sus cercanías, y quizás también por las infiltraciones de la misma laguna, se rompió súbitamente dando paso á la masa de las aguas, que se precipitaron al valle de Cartago, arrastrando enorme cantidad de piedras y tierra. El cauce profundo de este torrente impetuoso se ve todavía hoy, bajando al Oeste de Tierra Blanca; los pedregales de Cartago y sus alrededores están atestiguando esta catástrofe cuya fecha se pierde en la noche de los tiempos. Fuera de las trazas de dicha laguna cratérica mencionadas por Oersted, he notado, á cosa de cien metros sobre el nivel de la laguna actual, una planicie de forma decreciente y que supongo fué antiguamente parte de la playa de aquélla.

Es indudable, pues, que el Reventado ha sido un cráter: tiene todos los caracteres propios de éste y tan marcados como en otros volcanes extintos cuya legitimidad no se puede revocar á duda. Solo que este cráter, á mi juicio, no estuvo separado del Irazú como afirma Oersted; fundo mi opinión, principalmente, en que está tan pegado del Irazú, que apenas distará 1 klm. de los cráteres actuales. El valle que Oersted y Frantzius dicen existe entre el Reventado y el Irazú, tiene su origen en

los mismos derrumbaderos, no formando, por lo tanto solución de continuidad entre los dos.

La laguna actual tiene una extensión casi insignificante—quizás menos de un cuarto de manzana.—Recibe de los flancos del hemicíclo unos cuantos hilitos de agua y da origen al río Reventado, cuyas límpidas aguas riegan la ciudad de Cartago, después de haber bajado por el antiguo cauce formado en el tiempo de la ruptura del cráter, y recogido de paso unos cuantos arroyos. Los alrededores están cubiertos de robledos, de madroños, de arrayanes, interrumpidos á veces por sabanillas que indican la preexistencia de otras lagunas. La mayor de todas lleva el nombre de Sabana Azul. Al NW, el Cerro Pelón levanta sus faldas despobladas, y, como ya expliqué, envía al S la loma que concluye en Ochomogo separando la vertiente del Pacífico de la del Atlántico.

Entre la Laguna y los papales de San Juan noté tres quebradas muy hondas y en la del medio una depresión considerable, de paredes casi verticales, que me pareció ser el resultado de un colosal deslizamiento del terreno, producido probablemente por una fuerte conmoción del volcán.

Hasta ahora no he podido descender al interior del cráter que dije existe al lado Sureste. Es muy caracterizado también y se revela ya á distancia; en su interior nace el río Coli-blanco, afluente del río Birris.

La cima entera del Irazú parece haber formado un inmenso cráter ovalado como de 1000 m. de diámetro (del Este al Oeste) y circunscrita por las tres cimas actuales. Por todas partes las capas de roca se inclinan hacia el exterior. El lado del Sur parece conservar su primitiva configuración, pues forma una gran arista deprimida en su centro y reúne las dos cimas principales; al pie, por la parte del Norte, se halla una meseta formada de capas completamente horizontales y evidentemente de formación diluvial. Los demás bordes de este gran cráter han sido muy modificados ulteriormente: su mayor depresión está al Norte, 168 m. más abajo de la cima más alta, mientras que la diferen-

cia de nivel entre ésta y la depresión del Sur no pasa de 80 m.

Este primer gran cráter contiene los otros dos y es, pues, evidentemente el más antiguo. Después de su formación se apagó completamente, y en su interior se formó una laguna considerable en cuyo fondo se depositaron estratas de arenón provenientes del desmoronamiento de los bordes. Más tarde, tal vez después de una gran serie de siglos, una nueva erupción hizo desaparecer las aguas de la laguna, así como también parte de sus depósitos, y ocasionó la formación de un cráter interior oriental, hacia el cual todavía se ven realizadas ligeramente las capas aluviales. Es imposible fijar la fecha de esta erupción; pero se ve que es antiquísima, porque las partes inferiores del cráter están casi cubiertas de matorrales, y el fondo de hierbas. El tercer cráter, interno también y que queda al Oeste del precedente, es sin duda el más moderno y debe su formación, según toda apariencia, á la gran erupción de 1723. Después de su aparición otra parte de los sedimentos de la laguna primitiva fué removida: el resto forma la meseta ya mencionada y que llaman la Playita del Volcán. El fondo del cráter occidental tiene una altura media de 3240 m. y presenta varias bocas muy profundas al parecer. Al tiempo de mi primera excursión una de ellas arrojaba todavía vapores sulfurosos; sin embargo, la encontré completamente apagada más tarde.

Desde mucho tiempo ya las señales de actividad más intensas del volcán Irazú se habían venido manifestando en sus faldas setentrionales, en una vertiente muy precipitada y de difícil acceso, que sirve de lecho á la quebrada por donde se escaparon las aguas del gran cráter superior. Pocas gentes llegaban á este lugar, de tal modo que es casi imposible darse cuenta exacta del grado de actividad anterior al último período de agitación. Sin embargo, es sabido que, en medio de las peñas calcinadas chorreaban ya los vapores sulfurosos, cuyo olor llegaba á veces hasta la cumbre, y por todas partes había mucho azufre esparcido por el suelo. Cuando yo fuí allí en diciembre y enero, encontré toda la pendiente en

actividad, hasta una distancia considerable por abajo.— En el fondo del valle formado por el Irazú y su espolón del Alto del Roble flotaban á la continua nubecillas azuladas de ácido sulfuroso, y por todas partes, en las peñas, en los pedregales, en las malezas, se elevaban las *fumarolas*, chorreaban las aguas termales. El suelo estaba como descompuesto y reblandecido y caños profundos se habían excavado donde no había antes sino los lechos insignificantes de los torrentes temporales. Se oían corrientes de aguas subterráneas, y por momentos el terreno sufría una vibración extraña, usualmente seguida por un rato de recrudescencia en el desprendimiento del agua y de los gases. El 26 de enero á las 10 h. am., siendo la temperatura del aire de 16,7° C., y su presión de 535,5 milímetros, el termómetro marcaba 79,8 grados centígrados en el agua de la fuente principal. Por todo lo dicho, pues, no cabe duda de que la actual actividad del volcán se ha trasladado á estas partes, lo cual debe tranquilizar hasta cierto punto á los habitantes de la vertiente meridional.

He aquí, por orden cronológico, los datos que hemos podido recoger acerca de las erupciones y períodos de especial actividad del Irazú. Ya sabemos que esta lista está errada en algunos puntos y no la publicamos sino con la esperanza de que el benévolo lector nos proporcionará las indicaciones de que puede disponer para rectificarla y completarla.

- 1723—Mayo. Gran erupción de escorias del Irazú (Montessus de Ballore) 1).
- 1726—Mayo. Gran erupción de escorias del Irazú (Id.)
- 1821—Mayo. Erupción de escorias del Irazú (Id.)
- 1822—Mayo 7. (Período de actividad del Irazú?) con fuertes temblores (Frantzius).
- 1841—Setiembre 2. Destrucción de Cartago (¿estado del volcán??)
- 1844—Mayo. Extraordinaria actividad del Irazú

1) Temblores y erupciones volcánicas en Centro América. San Salvador, 1884.

y del Orosi, en relación evidente con los temblores habidos en Nicaragua (M. de B.)

1847—Mayo 18. Erupción de escorias del Irazú con fuertes terremotos que se sintieron de Rivas hasta Panamá (M. de B.)

1851—Mayo 18. Ruina de Cartago por un temblor ondulatorio con dirección N-S. (M. de B.) ¿Estado del Irazú?

Es muy notable el hecho de que todos estos fenómenos, menos uno, han ocurrido en mayo.

Las pocas indicaciones que hasta ahora se han recogido acerca del clima de la región superior del Irazú, no nos permiten entrar en pormenores sobre el particular. No omitiremos sin embargo unos cuantos datos. Dos veces, en el Sitio Birris (2888 m.) y en el Ojo de Agua de Chicoa (3032 m.), hemos visto el suelo cubierto de escarcha, y los habitantes del primero me aseguraron que no era raro ver las *candelas* de hielo en el río, en los meses de enero y diciembre. El 29 de marzo de 1888, á las 9 h. pm., el termómetro marcaba en dicho sitio 3,4 grados centígrados, y no hay duda de que hubiera bajado hasta cero, si el cielo no se hubiera cubierto poco después; á las 6 de la mañana del día siguiente registré 5,5 y 8,3 á las 7, (San José 7 h. am., 19,0 grados). La mayor temperatura observada por mí en este lugar fué 14,5 el 28 de marzo á las 3 de la tarde. En el Ojo de Agua noté 8,8 el 25 de enero próximo pasado á las 6 am., con escarcha, y, con ésta también, la temperatura era de 9,0 á la cumbre del Irazú, el 12 de diciembre á las 6 h. 20 m. am. Algunas personas me han asegurado que á veces, en los meses más fríos, la lluvia caía *cuajada*. No encuentro dificultades para creerlo, ni me sorprendería descubrir una mañana el Irazú blanqueado por la nieve.

No me puedo despedir del Irazú sin reproducir aquí un pasaje del informe que había preparado sobre mi última exploración del Irazú, y que alude á la formación de las nubes y al régimen de los vientos.

“A las 7 h. 20 m. del día 26 de enero (1889), esta-

ba yo en la cúspide del Irazú. Ya era la tercera vez que mi pie pisaba este atlético rey de la Cordillera central, pero hasta entonces no había gozado del indescriptible panorama que ante mi vista se presentaba, ostentando las inmensas llanuras del Norte, surcadas por colinas suavemente delineadas y por ríos cuyos cursos brillaban como cintas de oro en medio de una mar de verdura. Desde el Atlántico hasta el Pacífico la vista estaba libre y el Lago de Granada se divisaba perfectamente al NW, así como también los volcanes de la Cordillera de Miravalles, del Orosi al Tenorio. Pero poco después de mi llegada, manchas nebulosas empezaron á formarse, cubriendo luego con un velo espeso las profundidades. Muy interesante es el estudio de la formación de estas nubes: En la presente estación el alicio del NE sopla casi con constancia en estas regiones, y llega á las costas centroamericanas muy caliente y saturado de los vapores que ha recogido al atravesar el mar de las Antillas. Sube entonces y cruza las cordilleras. Pero á medida que se eleva se enfría y por consecuencia disminuye su capacidad por el vapor de agua. Parte de éste pues, tiene que separarse y se resuelve en nubes que dan lugar á las abundantes lluvias de la vertiente atlántica. Á medida que aumenta en las costas el calor del día, se activa la formación de los *cumuli* que se adelantan hacia las alturas, en líneas siempre más compactas. Llegado á la línea divisoria, el viento se precipita en el vacío inmenso que forma la meseta central. Las nubes luchan por seguir; pero á medida que baja la corriente, el aire vuelve á calentarse y entonces las primeras se disuelven. Así es que en San José tenemos una atmósfera perfectamente despejada en el invierno, al paso que en todas las cordilleras cercanas las pesadas nubes aparecen como contemplando una región que por fortuna no pueden alcanzar".

Este fenómeno de formación y de disolución de las nubes se puede divisar con mucha facilidad de cualesquiera de las cimas que rodean la meseta central. Me ha parecido bastante interesante para ser mencionado aquí.

6. *Él Volcán Turrialba.*—La primera relación que

tenemos de una ascensión al Turialba data de un cuarto de siglo. Dicha ascensión fué efectuada por los señores Braun y Johanning (alemanes), Flütsch (suizo) y doctor Roche de la Tour (francés), acompañados de los guías Antolino Quesada y Manuel Guillén. Por el poco conocimiento que hasta ahora tengo de la topografía de esta parte de la masa oriental de la Cordillera, no me es dable representarme exactamente el camino elegido por estos intrépidos descubridores. Según consta de la narración que se publicó en la Gaceta Oficial del 12 de marzo de 1864, emprendieron su expedición el 25 de febrero del mismo año, desde el Sitio Birris, al pie del Irazú, y sólo dos de ellos llegaron á la cumbre del volcán, después de innumerables dificultades. Un año después, el geólogo alemán von Seebach, hizo otra ascensión, saliendo de Cartago el 6 de marzo y llegando al cráter tres días después. Tocaba entonces á su fin la famosa erupción de arena y ceniza de 1864, y por la mucha actividad que todavía se manifestaba en el cráter, Seebach no pudo examinarlo por completo. Sin embargo describió con mucha exactitud lo observado, en las *Mittheilungen de Petermann*, 1864, p. 321 y ss.

Hasta el 27 de enero próximo pasado pude hacer á dicho volcán una visita muy á la ligera en verdad, pero en excelentes condiciones; por lo demás, no pude hacer un estudio tan detenido como hubiera querido de la localidad. Prescindiría de una exposición, quizás prematura, de mis observaciones, si no fuera que las de Seebach vienen en mi ayuda.

El Turialba es actualmente de muy fácil acceso, gracias á los esfuerzos de los señores don Francisco Gutiérrez y don Amón Pasileau Duplantier, propietarios de las cercanías del volcán; han abierto, en efecto, un camino que presta muchísimas comodidades á todos los hacendados de la región, y que continúa el del Tittoral, prolongándose hasta la meseta que, como ya he dicho, rodea el pie occidental del propio cerro. Esta meseta, que es muy ondulada, se puede considerar como el límite superior de las selvas de robles é iras. A mayor altura el cerro no ofrece más que malezas, formadas prin-

principalmente, no de una Mirtácea, como dice Seebach, sino de varias especies de *Vaccinium*, entreveradas de una bonita Melastomácea (*Monochaetum*) y varias Gramináceas. Debido á lo formación más reciente de la parte occidental del volcán, la única que exploré, la flora de este punto es, por lo demás, muy poco variada y contrasta en este sentido con la de los bosques de abajo.

Visto de las primeras pendientes del Irazú, á la extremidad occidental de la meseta arriba mencionada, el Turalba ofrece la forma de un cono regular, surcado, simétricamente casi, por caños y quebradas que de su cumbre bajan en todas direcciones. Pero esta forma típica no es más que aparente, pues en realidad lo que hay es un cerro alargado de ENE á WSW, y formado, como ya lo hizo observar Seebach, por algunos cráteres que se han desarrollado sucesivamente de Este á Oeste. No puedo yo, sin embargo, participar de la opinión de este sabio, cuando dice que los cráteres sucesivos van disminuyendo de altura en la misma dirección, y estoy seguro que él no hubiera hecho esta aserción, á haber llegado á la cumbre más alta, inaccesible entonces, y visto al Oriente los dos cráteres más antiguos, situados ambos muy abajo; de uno de ellos sale un afluente del río Tortuguero; el otro, más oriental, es la cuna del río Parismina.

La cumbre del cerro más alto presenta tres picos principales, unidos por aristas, roqueñas á los lados Sur y Este, formada de depósitos recientes de arena, cenizas, toba y escorias al NW. Entre estos tres puntos culminantes se extiende la hoya del volcán, la cual tiene á lo más 100 m. de ancho y como 400 de largo.—Esta hoya encierra dos compartimientos crateriformes, separados por una pared transversal bien marcada. En el del Este, se notan en medio de playitas y líneas dejadas por el agua que suele acumularse allí en la estación lluviosa, los restos de dos antiguas chimeneas, ambas colmadas por los aluviones y el trabajo del agua.—Entre las dos se extiende un campo de escorias negras y de arena del mismo color, mientras la extremidad oriental de la hoya ofrece un terraplén bien marcado,

formado por estratas horizontales de materiales de erosión y que indica indudablemente el nivel más alto de las aguas en el cráter.

El compartimiento occidental, que ocupa á lo más la tercera parte del cráter, tiene la forma de un embudo, rematando en su parte inferior en una chimenea por la cual se escapa todavía una pequeña cantidad de vapores sulfurosos. En la pared casi vertical del lado Norte, y muy cerca de la arista, se ven algunas fumarolas muy activas, de las cuales se escapan abundantes chorros del mismo vapor. En este particular, el estado del volcán no parece haber variado mucho después de la exploración de Seebach, á diferencia de que entonces una columna de humo y de vapores de unos 70 m. de altura, y que tomaba después de elevarse la dirección del WSW, bajo la influencia del fuerte viento del alicio, se escapaba todavía de la chimenea, con un ruido que el geólogo alemán compara á los ronquidos de un horno elevado. En los días después que comenzó la erupción de 1864, esta misma columna se prolongaba hasta Atenas, es decir á una distancia como de 93 kilómetros. Durante cinco días (16-21 de setiembre 1864) sobre los valles de Cartago y San José cayó una continua lluvia de cenizas y arena finísima, que siguió, aunque siempre con menos intensidad, hasta el 8 de marzo de 1865, fecha en que se notó por última vez en la capital.

De los materiales vomitados por el volcán, los más pesados cayeron al occidente del cráter y en sus inmediaciones, donde forman una arista cuya configuración ha cambiado mucho ya, por el trabajo de la erosión.— Con excepción de ciertas rocas bastante voluminosas, todos estos materiales son formados de fragmentos muy menudos y entreverados de bancos irregulares de arena negra. Los pedazos de roca compacta, pertenecen todos, como ya lo hizo notar Seebach, á la clase del *Andesita* y creo que las muestras que llevé yo de las peñas que forman los cimientos del cerro á su pie occidental son también de la misma roca. Sin embargo, es fuerza

hacer un nuevo estudio acerca de la naturaleza geológica y de la estructura del volcán.

El Turialba no tiene historia tan completa como la del Irazú. Además de su erupción ya mencionada y que duró desde el 17 de agosto de 1864 hasta mediados de marzo de 1865, tuvo otra, más violenta tal vez, en 1866; ésta empezó el 1º de febrero y fué acompañada de muchos temblores (8 de mayo) que se sintieron hasta en San José. La columna de cenizas alcanzó hasta Puntarenas.

7. *El paso de La Palma.*—Al occidente de la masa del Barba se extiende la ancha y profunda depresión de la Palma, llamada también *Cedro de los Indios* ó *Chocó*, y que escoplea la cordillera formando como una gigantesca ventana que abre camino natural para ir de la meseta central hacia el Norte. Es, en efecto, por este recorte por donde pasa el camino muy importante que conduce desde San José hasta Carrillo y por el cual se hace casi todo el tránsito entre Costa Rica y el exterior.—No hace mucho, sin embargo, que esta vía de comunicación ha sido abierta al gran tráfico, porque este acontecimiento no ocurrió sino después que el ferrocarril del Atlántico, dejando la entrada natural que le ofrecía el valle del Reventazón, hubo llegado á perderse en Carrillo, en vana busca de un acceso más occidental y fácil.

Ya en el año 1819, Eusebio Rodríguez mandó unos peones á través del paso de la Palma, en busca de un camino más corto á las llanuras del San Juan. Llegaron hasta el río San José; en 1820, Joaquín Mora, hermano del Presidente del mismo apellido, repitió el mismo viaje y bajó en seguida por los ríos Sucio y Sarapiquí hasta el San Juan. Después, no fué sino en 1847 cuando Luz Blanco, mandado por el Gobierno á San Juan del Norte, entró por el mismo camino de la Palma, y siguió las filas al occidente del río Salto, del río Blanco y del Sucio, hasta llegar á la confluencia de este último con el Sarapiquí. Dos años más tarde, el mismo hombre estableció cerca de la boca del río San

José la primera hacienda de ganado de las llanuras de Santa Clara 1).

Este antiguo camino de la Palma no era más que una vereda, que según las cabeceras de los afluentes de la orilla izquierda del río Sucio, se elevaba á veces por encima de las crestas más escarpadas, bajando otras veces hasta el fondo de las quebradas más hondas. Tal camino no podía convenir al comercio en grandes y al establecer un nuevo trazado se juzgó preferible ganar inmediatamente el fondo del valle de la Hondura. Por eso, el camino que desde San José se dirige generalmente al NE, fué gradualmente desviándose hacia el NW, pasando los primeros espolones que bajan del Zurquí para alcanzar en seguida por una sucesión de vueltas las orillas del río Salto ó río de la Hondura. Este río caudaloso se une poco después al Cascajal—el cual con sus afluentes de *Santa Rosa* ó *Guayabillo* (izquierda) y *Rancho Gacho* (derecha), recoge las aguas de los últimos espolones de la masa del Irazú—en seguida en el *Cajón* (derecha), y va á perderse en fin en el río Blanco, á la Boca del Infierno.

No entra en el cuadro de mi trabajo hacer la historia de la construcción de este camino de la Palma, la cual se efectuó en los dos últimos años de la Administración de don Tomás Guardia. Tal narración merecería un capítulo aparte, escrito por una persona más al corriente que yo, de un suceso tan interesante para el desarrollo económico del país. Lo poco que he querido decir aquí á este propósito, tiene por objeto hacer sobresalir el papel importante desempeñado por el paso de la Palma, papel que tendrá pronto que concluirse, tan luego como el ferrocarril del Atlántico haya superado las últimas dificultades que hoy día impiden todavía el tránsito por la línea del Reventazón. Otros intereses, sin embargo, contribuyen á la conservación de esta carretera: muchas son las fincas que ya se han establecido en todo su curso y más especialmente desde el

1) Véase v. Frantzius. *Das rechte Ufer des San Juan Flusses*, in *Geogr. Mitt.* 1862.

Río Macho hasta la Laguna; además, ella será siempre el camino más corto para llegar á los platanares y demás cultivos de Santa Clara. Es, pues, de esperar que este camino se conserve, en razón de su incontestable utilidad.

La meseta de la Palma es muy interesante para el botánico, por ser el punto en donde viene á juntarse la floresta atlántica con la de la meseta central. Por desgracia no se ha podido estudiar bastante todavía para que sea posible fijar desde ahora la parte que corresponde á cada uno de estos dos elementos de la flora. Los lugares que he explorado, en la proximidad del Hotel Rodó y ya en las faldas del Norte, me han dado casi exclusivamente especies que parecen faltar ó ser sumamente escasas en el lado meridional; he aquí las que hasta ahora se han clasificado:

- Equisetum bogotense, H. B. K.
- * Acrostichum costarricense, I. E. Bommer.
- * " proximum, I. E. Bommer.
- * Vittaria falcata, Kunze.
- " lineata, Swartz.
- * " minor, Fee.
- * " remota, Fee.
- * Monogramme rostrata, Hooker.
- * Polypodium coarctatum, Kunze.
- * " decurrens, Raddi.
- * " inflexum, I. E. Bommer.
- * " pleiosorum, Kunze.
- " repens, L. var.
- * " sphenoides, Kunze.
- " trichomanoides, Sw.
- * " " var. glabra, I. E. B.
- * Nephrolepis pectinata, Schutt.
- * Asplenium auritum, Sw. var. rigidum, I. E. B.
- * " semicordatum, Raddi.
- * Pteris ferruginea, I. E. Bommer.
- * " polita, Linck.
- Xiphoteris serrulata, Kaulf.

- * *Rhipidopteris pellatum*, Sw.
- * " " var. *potentillaephyllum*,
I. E. B.
- * *Astrocaryum mexicanum*, Wendl.
- * *Brassaia verrubosa*, Rchb.
- * *Topobea Pittieri*, Cogn.
- * *Blackea Pittieri*, Cogn.
- * *Tibouchina Bourgeauana*, Cogn.
- * *Miconia costarricensis*, Cogn.
- * " " var. *Pittieri*, Cogn.
- * *Miconia glaberrima*, Naud.

De estas plantas, la mayor parte de las cuales son helechos, todas las que van precedidas por un asterisco son nuevas para Costa Rica; el considerable número de estas, demuestra elocuentemente los pocos conocimientos que tenemos de la flora del país. Los bosques tienen allá un carácter muy diferente del de las selvas situadas al mediodía del Irazú; los iras han tomado el lugar de los robles y las epífitas, las trepadoras, así también como los helechos arbóreos, son mucho más numerosos. Los límites de la selva quedan ya bastante retirados, y la mayor extensión del paso se encuentra ocupada por potreros de buen provecho.

RESUMEN GENERAL DE LAS OBSERVACIONES PRACTICADAS EN EL OBSERVATORIO METEOROLÓGICO DE SAN JOSÉ DE COSTA RICA, DURANTE EL AÑO DE 1888.

| MESES. | TEMPERATURA DEL AIRE LIBRE—0°C. | | | | | | | RAD. SOLAR. | | Temperatura del suelo a 1 m. | PRESION DEL AIRE—Milímetros. | | | | | | |
|------------|---------------------------------|-------|-------|---------|------|------|--------|-------------|-------|------------------------------|------------------------------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|
| | 7 h. | 2 h. | 9 h. | T. med. | Mín. | Máx. | Oscil. | A'-A. | A'-T. | | 7 h. | 2 h. | 9 h. | T. med. | Mín. | Máx. | Oscil. |
| Enero | 17,25 | 21,25 | 17,33 | 16,30 | 11,1 | 24,1 | 13,0 | 22,31 | 32,73 | 21,06 | 667,90 | 666,45 | 668,08 | 667,51 | 664,7 | 669,2 | 4,5 |
| Febrero | 16,26 | 23,60 | 17,08 | 18,46 | 10,7 | 28,1 | 17,4 | 23,53 | 33,91 | 21,59 | 667,76 | 666,16 | 667,90 | 667,28 | 664,4 | 668,8 | 4,4 |
| Marzo | 18,21 | 23,52 | 18,09 | 19,43 | 11,6 | 28,2 | 16,6 | 23,20 | 33,91 | 22,57 | 667,67 | 666,24 | 667,70 | 667,20 | 665,2 | 669,2 | 4,0 |
| Abril | 19,01 | 23,05 | 18,52 | 19,82 | 13,9 | 28,2 | 14,3 | 22,29 | 31,26 | 22,95 | 667,15 | 666,26 | 667,48 | 666,38 | 664,8 | 668,6 | 3,8 |
| Mayo | 19,32 | 23,49 | 19,26 | 20,29 | 13,0 | 27,0 | 14,0 | 23,55 | 34,94 | 23,07 | 666,27 | 664,99 | 666,69 | 665,97 | 662,5 | 667,9 | 5,4 |
| Junio | 18,70 | 23,33 | 18,80 | 19,91 | 14,8 | 26,9 | 12,1 | 23,26 | 34,01 | 23,19 | 665,61 | 664,67 | 666,04 | 665,43 | 663,3 | 667,2 | 3,9 |
| Julio | 19,28 | 22,71 | 19,24 | 20,11 | 12,2 | 26,0 | 13,8 | 23,07 | 33,81 | 22,70 | 665,38 | 664,72 | 666,04 | 665,43 | 663,4 | 667,4 | 4,0 |
| Agosto | 18,42 | 22,15 | 18,54 | 19,41 | 14,5 | 25,6 | 11,5 | 25,21 | 34,34 | 22,36 | 665,40 | 664,72 | 666,06 | 665,07 | 663,7 | 667,1 | 3,4 |
| Septiembre | 18,02 | 22,61 | 18,56 | 19,43 | 14,4 | 26,7 | 12,3 | 23,29 | 37,72 | 22,74 | 665,36 | 664,03 | 666,10 | 665,16 | 661,9 | 667,6 | 5,7 |
| Octubre | 18,23 | 22,35 | 18,22 | 19,20 | 12,9 | 26,4 | 13,5 | 25,00 | 31,45 | ..... | 665,68 | 663,74 | 665,93 | 665,12 | 662,5 | 667,7 | 5,2 |
| Noviembre | 17,85 | 24,94 | 18,59 | 19,99 | 13,4 | 28,9 | 13,5 | 24,40 | 30,02 | 22,95 | 665,66 | 665,78 | 665,88 | 665,08 | 662,3 | 668,5 | 6,2 |
| Diciembre | 17,41 | 23,39 | 18,09 | 19,18 | 11,2 | 30,4 | 19,2 | 23,86 | 28,54 | 22,77 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |
| Año | 18,14 | 23,03 | 18,34 | 19,46 | 10,7 | 26,4 | 19,7 | 24,14 | 32,89 | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... | ..... |

| MESES. | HUMEDAD RELATIVA qto. | | | | Nebulidad. | LLUVIA. | | | | DÍAS. | | | | |
|------------|-----------------------|------|------|---------|------------|------------|-------|------------|--------|---------|----------|---------|-----------|----------|
| | 7 h. | 2 h. | 9 h. | T. med. | | Cent. m/m. | Días. | l. m/m. y. | Horas. | Claros. | Conbrtos | Mixtos. | Variables | Tempest. |
| Enero | 80 | 70 | 85 | 78 | 4,5 | 16 | 7 | 3 | — | 8 | 4 | 19 | 3 | 0 |
| Febrero | 76 | 61 | 81 | 73 | 3,2 | 18 | 6 | 4 | — | 13 | 3 | 13 | 2 | 0 |
| Marzo | 75 | 62 | 81 | 73 | 4,0 | 0 | 0 | 0 | — | 6 | 0 | 25 | 1 | 0 |
| Abril | 77 | 66 | 82 | 75 | 5,6 | 14 | 2 | 2 | — | 2 | 5 | 23 | 2 | 0 |
| Mayo | 87 | 75 | 92 | 85 | 7,3 | 180 | 22 | 17 | — | 0 | 15 | 16 | 0 | 0 |
| Junio | 90 | 78 | 94 | 87 | 7,1 | 260 | 27 | 23 | — | 0 | 13 | 17 | 0 | 5 |
| Julio | 86 | 71 | 88 | 81 | 6,7 | 140 | 18 | 12 | — | 0 | 13 | 18 | 2 | 5 |
| Agosto | 87 | 79 | 91 | 85 | 7,0 | 157 | 20 | 20 | 34,61 | 0 | 10 | 21 | 0 | 2 |
| Septiembre | 92 | 81 | 96 | 89 | 8,0 | 422 | 27 | 24 | 77,15 | 0 | 21 | 9 | 0 | 6 |
| Octubre | 89 | 78 | 91 | 86 | 8,0 | 264 | 22 | 15 | 71,94 | 0 | 18 | 13 | 2 | 2 |
| Noviembre | 84 | 63 | 89 | 79 | 5,0 | 51 | 10 | 7 | 21,49 | 5 | 5 | 20 | 4 | 0 |
| Diciembre | 92 | 68 | 84 | 81 | 6,2 | 22 | 7 | 3 | 10,76 | 3 | 9 | 19 | 6 | 0 |
| Año | 84 | 73 | 88 | 82 | 6,1 | 1522 | 161 | 130 | 215,98 | 37 | 116 | 213 | 22 | 20 |

ALTURAS MEDIDAS EN 1888.

(Ig.=IGLESIA; Pte.=PUENTE; F. C.=FERROCARRIL; Pto.=PUNTO.)

| | m. | | m. |
|--|------|--|------|
| Achote (Rancho del Poás) | 2245 | Macho, Río (Pte., camino de la Palma) | 1280 |
| Agra, Río (Pte. camino de la Palma) | 1328 | Ochomogo (Paso de) | 1537 |
| Agucaliente (Baños) | 1304 | Ojo de Agua de Chicao (Irazú) | 3032 |
| Alajuela (Estación F. C.) | 900 | Orosí (Iglesia) | 1031 |
| Alajuelita (Ig.) | 1111 | Orosí (Fuente terrenal) | 1053 |
| Alto de los Robles (Barba) | 2389 | Palma (paso de la) | 1520 |
| Alto (Pozo del Poás) | 2101 | Paraisito, Río (Pte., camino de la Palma) | 1255 |
| Aserri (Ig.) | 1280 | Poás, Río (Pte., camino de San Pedro) | 936 |
| Atenas | 710 | Poás, Volcán (Pto. culminante) | 2611 |
| Barba (Laguna del) | 2755 | Poás, Volcán (Laguna superior) | 2564 |
| Barba (cumbre central) | 2635 | Poás, Volcán (Laguna del cráter) | 2277 |
| Carpintera (cumbre) | 1705 | Puntarenas (Nivel medio del Pacífico) | 0 |
| Cartago (Estación F. C.) | 1117 | Recreo del Dr. Flores (Barba) | 2012 |
| Chiquizá (Sabana de los Poás) | 1698 | Reventado (Laguna del) | 2230 |
| Desamparados (Ig.) | 1144 | San Francisco (Ig., camino de la Palma) | 1157 |
| Desengaño (Meseta de Frajanes) | 1830 | San Gerónimo (Ig.) | 1356 |
| Desengaño (casa Mejía) | 1953 | San José (Observatorio) | 1135 |
| Desengaño (Pte. culminante del camino) | 2036 | San Pedro de la Calalaza | 1084 |
| Escasú (Ig.) | 1110 | Sarapiquí, Río (confluencia de la quebrada del Azuero) | 1636 |
| Escasú | 210 | Sitio Birris (casa Angulo, Irazú) | 2888 |
| Guadalupe (Ig., camino de la Palma) | 1140 | Tierra Blanca (Cartago) | 2023 |
| Heredia (Catedral) | 1118 | Tiribí, Río (Pte. camino de Desamparados) | 1129 |
| Ipis, Río (Pte., camino de la Palma) | 1241 | Tiribí, Río (Pte., camino de Alajuelita) | 1081 |
| Irazú (Pto. culminante) | 3414 | Tiribí, Río (Pte., camino de Escasú) | 1029 |
| Irazú (la Playita) | 3302 | Turialba (casa Gutiérrez) | 2301 |
| Irazú (Bocas nuevas) | 2858 | Turialba (meseta al pie del Volcán) | 2744 |
| Isacasú (cumbre oriental) | 2391 | Turialba (cumbre) | 3358 |
| Llón (nivel medio del Atlántico) | 0 | | |