

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/322277447>

CUANDO LAS "CINCO ÁGUILAS BLANCAS" LEVANTARON EL VUELO: EL DESCONGELAMIENTO DE LOS GLACIARES MERIDEÑOS

Article · October 2017

CITATIONS

0

READS

2,119

1 author:



Marcos A Peñaloza-Murillo

University of the Andes (Venezuela)

64 PUBLICATIONS 175 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



OBSERVATIONS AND MEASUREMENTS OF THE OPTICAL, THERMAL, PRESSURE AND OTHER ATMOSPHERIC PHYSICAL/CHEMICAL EFFECTS DURING THE GREAT AMERICAN TOTAL SOLAR ECLIPSES OF 21 AUGUST 2017 AND OF 8 APRIL 2024: A PRELIMINARY OR INTRODUCTORY PROPOSAL [View project](#)



Climatic comfort of Mérida city and protection of their Cryosphere [View project](#)



CUANDO LAS "CINCO ÁGUILAS BLANCAS" LEVANTARON EL VUELO: EL DESCONGELAMIENTO DE LOS GLACIARES MERIDEÑOS

Marcos A. Peñaloza-Murillo¹

Universidad de los Andes-Mérida, Venezuela & Williams College, Massachusetts, USA
(mpenalaza@ula.ve, map4@williams.edu)

A MANERA DE EXORDIO

Basado en una investigación documental histórica, se revisa y comenta la verdadera versión que hay detrás del presente debate ambiental sobre el descongelamiento de los glaciares venezolanos del estado Mérida, que comenzó a ser notado y registrado a partir del siglo 19. Esta rigurosa indagación documental revela que este fenómeno de deshielo comenzó muchísimo antes de que se desarrollara una matriz pública de opinión actual según la cual, este descongelamiento se produce única y exclusivamente debido a la contaminación y calentamiento atmosférico de origen antrópico. Si bien es cierto que esto último pudiere estar actuando como retro-alimentador positivo para acelerar el retroceso de estos glaciares, este descongelamiento es inevitable, con o sin la participación del ser humano para, en un futuro lejano, retornar de una manera natural. Entonces, en esta situación, se analizan los factores locales, regionales y globales que pudieran estar bajo sospecha de ser o no las causas. Todo parece indicar que el fenómeno debe verse fundamentalmente, a larguísimo plazo, dentro de una anomalía climática regional conocida como "glaciación Mérida", en correspondencia con las glaciaciones que le han ocurrido al planeta Tierra. En particular, se describe cómo se hicieron las primeras medidas y estimaciones del mencionado retroceso, y quiénes la hicieron.

WHEN "THE FIVE WHITE EAGLES" TOOK OFF: THE DEFROSTING OF THE MERIDA GLACIERS

A WAY OF EXORD

Based on a historical documentary research, the true version behind the present environmental debate on the thawing of Venezuelan glaciers in Merida state, phenomenon which began to be noticed and recorded in the 19th century, is reviewed and commented. This rigorous documentary investigation reveals that this phenomenon of melting began very much before a matrix of current public opinion were developed, according to which this thawing takes place solely and exclusively due to anthropogenic pollution and global warming. While the latter may be acting as a positive feedback to accelerate the retreat of these glaciers, it is true that this unfreezing is inevitable with or without human participation, but returning back naturally to freezing state again in the distant future. Then, in this situation, the local, regional and global factors, that could be considered as suspicious causes or not of this defrosting, are analyzed. Everything seems to indicate that

¹ Ph.D. (Univ. Essex, Inglaterra). Investigador y docente titular jubilado de la Universidad de los Andes-Mérida (Facultad de Ciencias, Departamento de Física), Venezuela y Scientist research (former Fulbright visiting scholar), Department of Astronomy, Williams College. Williamstown, Massachusetts. U.S.A.



the phenomenon must be seen fundamentally, in a very long term, within a regional climatic anomaly known as the "Mérida glaciation", in correspondence with the glaciations that have occurred on Earth. In particular, the first measurements of the mentioned ice retreatment are described as well as how they were made and who made it.

I

En agosto de 2014 un conocido ex-gobernador del Edo. Mérida, de hecho el primer gobernador electo democráticamente en esa entidad andina, siendo entrevistado en la Televisora Andina de Mérida (TAM), en el programa "La Esquina Caliente" conducido por Rafael "Tuto" López, inició su intervención de esta manera:

"Muy buenos días mi querido Tuto, estamos en unos de esos días que son muy agradables en Mérida. Hoy amaneció frío y límpido el cielo. Es un día típico de agosto. En los últimos días no hemos tenido esa oportunidad porque han sido días más bien muy calurosos... Son tiempos extraños estos. Estamos en sequía en agosto. Antiguamente las grandes nevadas..., o antiguamente no..., hasta hace unos años, las grandes nevadas eran en junio y agosto, y llega por supuesto hasta octubre. Pero este año no han habido sino unos dos o tres nevadas, y poca lluvia, mucho calor..., muchos problemas...".

La anterior declaración no es más que la percepción que tienen los habitantes de esa capital de que la otrora ciudad de los caballeros, de la neblina persistente y de las nieves eternas, por su sierra nevada, ya no es la misma ni las nieves son eternas: ¿realmente eso es así? El "cambio climático", ¿ha llegado ya a la ciudad de Mérida? ¿Este calentamiento de la ciudad es el que está produciendo el deshielo de los glaciares de la sierra merideña, o es el "calentamiento global" supuestamente producido por la humanidad? Recientemente se ha hablado muy especulativamente de este tema en medios impresos (Abreu, 2008; Ferrer et al., 2008; Mejía, 2008; Toro et al., 2008; Páez, 2009; Zerpa, 2009). Entonces, ¿cuál es la verdadera historia detrás de este asunto?

II

Aunque las cumbres nevadas merideña pudieron haber sido avistadas desde muy lejos por los conquistadores europeos (Maldonado 1905a; Chalbaud Zerpa, 1994: 33-34), los autores coinciden en que probablemente la primera mención por un europeo sobre la existencia de nieve "perpetua" en la cordillera de Mérida (remanentes de los glaciares pleistocenos), fue hecha alrededor de 1560 por Fray Pedro Aguado quien hizo referencia a los viajes de Juan de Maldonado, fundador de la ciudad de Mérida cuando, este último, subió desde los llanos de Barinas por el valle del río Santo Domingo y pasó por los páramos de esa zona (Maldonado, 1905a; Aguado, 1963: 377, 428). Posteriormente, ya en el siglo 19, Codazzi en 1841 reportó la existencia de glaciares en la sierra nevada de Mérida² (se dice que éste nunca estuvo en Mérida). Por su parte Jean Baptiste

² Codazzi, A. *Resumen de la Geografía de Venezuela*, Tomo III (Geografías de las Provincias), 1940. Biblioteca Venezolana de Cultura (Colección "Viajes y Naturaleza"). Taller de Artes Gráficas, Escuela Técnica Industrial. Caracas; p. 185:

"(...) Esta población está rodeada de cerros elevados los cuales dependen de las hileras de páramos que encierran el valle del río Chama, y que al N. separan las aguas que termina en el lago de Maracaibo. Al S., separan las que se dirigen al Chama de las que se precipitan hacia las hermosas llanuras de Barinas. Al E., se efectúa la separación



Boussingault (1802-1867), quien arribó a La Guaira el 21 de noviembre de 1821, visitó entre otras localidades la ciudad de Mérida (junto con Mariano de Rivero) y Mucuchíes, como lo reporta él mismo en su obra de 1849 *Viajes Científicos a los Andes Ecuatoriales*³; puede ser que Boussingault haya escalado la cordillera como lo especula Maldonado (1905a), pero no hay evidencias. Expresa este último autor, además, que de los datos que se han recabado, en 1841 llegó a Mérida una misión científica ordenada por el Rey de Prusia y dirigida por Antonio Linden, para recoger plantas y especialmente orquídeas, que exploró la sierra nevada, pero sin saberse hasta que altura llegó (Maldonado, 1905a).

Con certeza, el primer ascenso documentado a la Sierra Nevada de Mérida, según nos lo cuenta Tulio Febres Cordero en 1931 en cronología publicada bajo el título "Expediciones a la Sierra Nevada- Tabla Cronológica"⁴, y Carlos Chalbaud Zerpa (Chalbaud Zerpa, 1994: 81-87), correspondió al farmacéutico francés Pierre Henri George Bourgoïn (1831-1913) quien para la fecha de su excursión, era profesor de botánica en la Facultad de Farmacia de la Universidad de los Andes-Mérida. Lo acompañaron Juan de Dios Picón Grillet, Jaime Picón, Antonio María Febres Cordero, Vicente Rubio y Antonio Pacheco. En este ascenso histórico, que duró 5 días (18-22 febrero 1868), lograron llegar al pico El Toro el 21 de febrero de 1868 (Bourgoïn et al., 1868) (véase Figura 1). Mientras ascendían, lograron hacer medidas de la temperatura del aire y de la ebullición del agua para calcular la altura. Hacia el final de su relato, Bourgoïn apunta que:

"(...) Teníamos a la vista inmensas masas de hielo, cuyo espesor calculamos en algunos puntos en que había grietas *-en ocho, doce y hasta dieziseis (sic) metros-*. La nieve no se forma allí en los lugares en que puede estancarse el agua. En la parte de atrás, y más alta que la nieve, hay una media corona de riscos; subí al más elevado de la izquierda; eran las nueve y cuarto a.m.; el termómetro marcaba + 4° y el agua hirvió a 81°50 (...)" (cursivas nuestras) (p. 201).

de las aguas que van en opuestas direcciones al lago de Maracaibo, conducidas por el Motatán y el Chama.

En este cantón [cantón de Mucuchíes] todo es grandioso e imponente en cuanto a los cerros, que llegan casi a la región de las nieves perpetuas, las cuales cubren allí muchos picos; pero todo es pequeño y triste en cuanto a la vegetación. Arbustos, gramíneas y frailejón, es todo lo que se ve sobre *aquellas grandes moles, heladas y barridas por vientos fríos e impetuosos (...)*" (cursivas nuestras).

³ J. B. Boussingault & F. D. Roulín. Edición facsimilar de la impresión de París de 1849. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica (Colección V Centenario); p. 195 (Mérida) y p. 197 (Mucuchíes). Los autores solo reportan, en tabla publicada en esta página, que Mérida está a una altura de 1619 m snm, posee una temperatura media de 22,9 grados y su suelo, ubicado en planicie extensa, es de naturaleza arenosa (observaciones hechas por el mismo Boussingault, acompañado por Rivero); y que Mucuchíes está a 2991 m snm, posee una temperatura media de 14,4 grados y su suelo, ubicado en la sierra de Mérida es también de naturaleza arenosa (observaciones hechas por el mismo Boussingault, acompañado por Hall).

⁴ "Expediciones a la Sierra Nevada - Tabla Cronológica" (Páginas Sueltas, tomo VIII, Obras Completas, segunda edición. Compilación de José Rafael Febres Cordero, 1991; pp. 65-67).



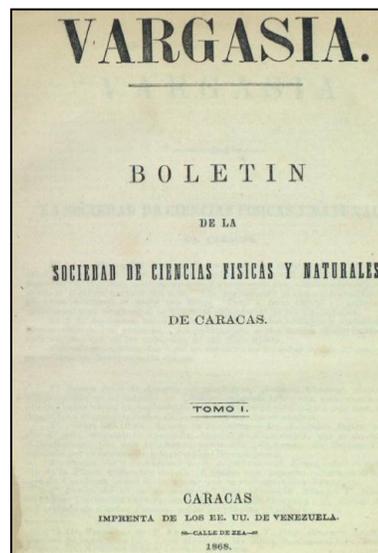


Figura 1. A la izquierda, primera página del reporte de P.G.H. Bourgoïn (en la foto) y colaboradores sobre el primer ascenso a la sierra nevada de Mérida en 1868, publicado en ese mismo año en *Vargasia* (Boletín de la Sociedad de Ciencias Física y Naturales de Caracas, Tomo I) (carátula arriba a la derecha)

II

Las primeras imágenes de los glaciares merideños de las cuales tenemos registros, vienen del siglo 19 por la vía de dos naturalistas y pintores paisajistas alemanes: Ferdinand Bellerman (1814-1889) (Guerrero Rodríguez, 1994: 55-65) y Anton Göering (1836-1905) (Röhl, 1947; Guerrero Rodríguez, 1994: 73-79).

Bellerman realizó un viaje a la cordillera de Mérida, región que Humboldt no visitó. No obstante, desde Alemania, este último logró que se le confirieran a Bellermann los recursos para efectuar la visita a la nombrada también sierra nevada de Mérida. Según parece, para Humboldt era necesario el conocimiento de la región de los Andes venezolanos porque deseaba establecer una comparación con las sierras que visitó en México. Bellermann realizó este viaje en el mes de octubre de 1844, en compañía de Karl Moritz. Partieron de La Guaira rumbo a Maracaibo explorando el lago de Maracaibo,



pasando luego a La Ceiba. Siguieron la ruta de la región del estado Trujillo, visitaron numerosas poblaciones hasta llegar a Mérida en el mes de noviembre. Permanecieron en esta ciudad hasta mayo del año siguiente, regresando después a Caracas. De esa visita a Mérida, Bellermann fue capaz de pintar paisajes de los glaciares merideños tal cual como él los apreció e internalizó, casi mediando el siglo 19.

Específicamente, en las Figuras 2 a 5 se presenta la obra paisajística de este autor, lo que representó un complemento inusual en la descripción artística de sus encuentros y vivencias con los glaciares merideños.



Figura 2. Cuadro "Sierra Nevada y Altiplano de Mérida" de Bellermann de 1852. Si Bellermann estuvo en Mérida entre noviembre de 1944 y mayo de 1945, sorprende ver en esta pintura cumbres nevadas; actualmente, la temporada de nieve corresponde al lapso junio-agosto. Es probable que lo que él vio fueron glaciares (y no nieve) que ahora se han reducido significativamente

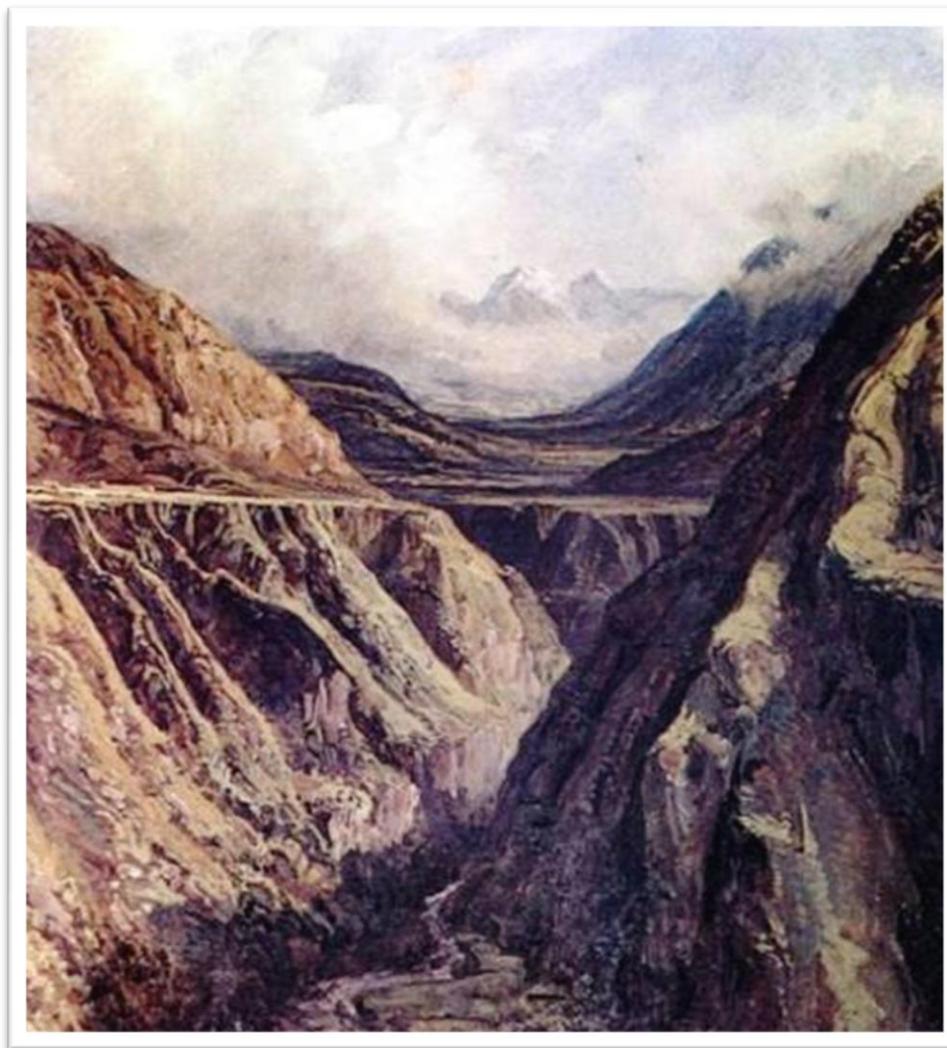


Figura 3. Vista hacia el norte de la ciudad de Mérida de lo que hoy se conoce como El Valle, con el páramo de La Culata al fondo con sus picos nevados tal como Bellermann los vio

De acuerdo con la pintura anterior, nuevamente nos planteamos la presencia de Bellermann en Mérida, en los años señalados. Nótese en esta obra pictórica las cumbres nevadas. Sorprende, además, cómo hoy día el escenario descrito en esa pintura (desprovisto de cualquier vegetación, con el río Mucujún en el fondo), está lleno de árboles por todas partes. ¿Fue este hecho algo real o imaginación del pintor? Hoy día no hay glaciares, pero hay árboles; en aquella época, ¿habían glaciares, pero no árboles?



En el libro *Memorias del Paisaje*, editado por la Galería de Arte Nacional con ocasión de una exposición de la obra de Bellermann (imagen a la izquierda), realizada entre fines de 1991 y principios de 1992, fue expuesto el cuadro, referido en la Figura 3, bajo el título: “Valle en la Sierra de Mérida”. Obsérvese igualmente los paisajes referidos en las Figuras 4 y 5, respectivamente.



Figura 4. Vista de la sierra nevada de Mérida desde la laguna de Urao (hoy día Lagunilla, Edo. Mérida) pintada por Bellermann hacia 1861



Figura 5. Cuadro "Montaña y camino cerca de Mérida" pintado por Bellermann hacia 1844-1845, con una vista más cercana de los glaciares merideños

A principios de marzo de 1869 Göering, desde Puerto Cabello, viaja a la ciudad de Maracaibo, por vía marítima, para dirigirse luego a las sierras andinas de Mérida. Previamente, atravesó el lago de Maracaibo, navegó por el río Escalante e hizo un recorrido por las selvas zulianas. Llegó a la ciudad de Mérida el 5 de abril de 1869. Después de esta travesía, Göering alcanzó las cumbres merideñas, ansiada meta y uno de sus objetivos principales⁵. Permaneció varios meses en la ciudad de Mérida, realizando numerosas reproducciones y descripciones de sus montañas y de sus alrededores, lo cual ha constituido una valiosa fuente documental e histórica de la referida localidad. El 30 de octubre de 1869 deja Mérida para regresar a Caracas. En el capítulo V (Mérida), capítulo VI (Las Excursiones), capítulo VII (La Ascensión a la Sierra Nevada) y capítulo VIII (Mi Salida de Mérida) de su libro *Venezuela el más Bello País Tropical*, Göering (1962: 113-172) narra la experiencia vivida en esa región⁶ [véase también Röhl (1947: 399-407)].

En las panorámicas de las cumbres nevadas de Mérida pintadas por Göering (véanse Figuras 6 a 9), se observa prácticamente lo mismo que Bellermann contempló y plasmó en su obra artística. Pero dadas las fechas de su visita (marzo - octubre de 1869), Göering pudo haber presenciado las acostumbradas nevadas del lapso junio-agosto y que pudo haber incorporado en sus acuarelas.

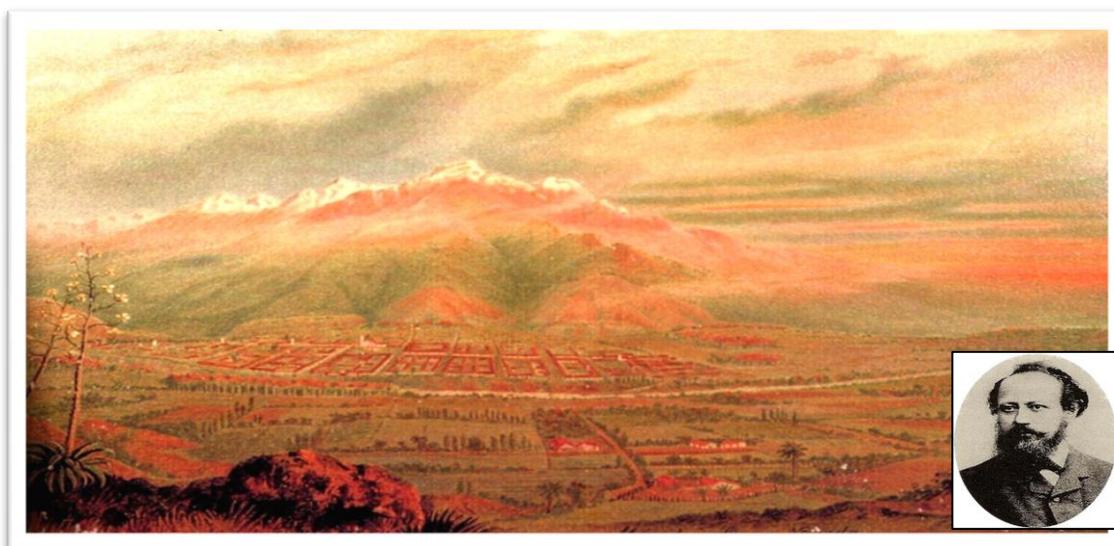


Figura 6. Panorámica pictórica de la ciudad de Mérida y su sierra nevada pintada por Göering

En la figura anterior, por el contraste y color del paisaje de montaña, pareciera que Göering (cuya foto se incorpora en el recuadro inferior derecho), pintó esta escena al atardecer; solo las cumbres se ven iluminadas bajo lo que se conoce como "el Sol de los venados", contrario a lo que pintó Bellermann en el cuadro de la Figura 2 que fue al amanecer. El río que se aprecia es el Albarregas que divide la meseta de la ciudad en dos "bandas".

⁵ Tulio Febres Cordero, en 1931 (ver referencia de la nota 4), y Gunther (1940) dicen que la visita de Göering a Mérida fue en 1870.

⁶ Göering también publicó en 1875 un artículo titulado "Sierra Nevada von Mérida" en *Mitt. Ver. Erdkunde* (Leipzig), 101-105.

Apréciense igualmente las obras pictóricas de este autor referidas en las Figuras 7, 8 y 9, que se muestran a continuación



Figura 7. El macizo del pico Bolívar pintado por Göering hacia 1869

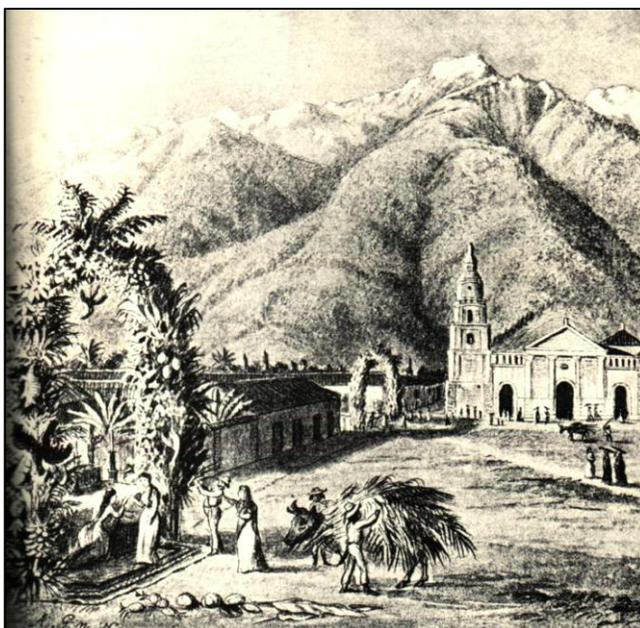


Figura 8. Preparativos de las festividades de Corpus Cristi en la ciudad de Mérida y vista de la sierra nevada. Pintura de Göering (circa 1870)



Figura 9. Pintura de Göering del "Páramo de Mucuchíes" (circa 1896), posiblemente al amanecer

Lo anteriormente descrito pudiera significar que en aquella época los picos más altos de la cordillera andina merideña poseían apreciable hielo (nieve y/o glaciares) durante todo el año (¿lo que se entendía como nieves perpetuas?).

Retomando a Göering, hay que señalar que en el año 1869 hizo un ascenso de la cordillera merideña, llegando muy cerca del pico Bolívar (en aquella época llamado "La Columna"); al respecto escribió (Göering, 1962: 157):

"Después de una permanencia de ocho días en los páramos, observé que había escampado el tiempo y me decidí a escalar el picacho de La Columna, el cual se yergue al oeste de La Concha. Salimos al amanecer dispuestos a pernoctar en el pico. Al principio todo iba muy bien, más luego nos vimos forzados a abandonar el camino de herradura, para encaramarnos por un pésimo cantizal. La subida se acentuaba cada vez más para terminar en una cuesta empinada y escabrosa. A las ocho nos encontrábamos sobre 4.000 mts. (sic) de altura y después de cuatro horas de fatigosa ascensión alcanzamos el extremo de una cresta lateral del pico, el cual se aprecia en la lámina que representa la Sierra Nevada (ver Fig. 14) con los efectos de luz del «sol de los venados». Nos encontrábamos ahora a unos cientos de metros sobre la línea de las nieves perpetuas y contemplábamos a nuestro pies un campo de nieve en este momento particularmente crecido, pues fuertes nevadas habían tenido lugar en los últimos tiempos (...)". (cursivas nuestras).

Más adelante, al final, añade (Göering, 1962: 158):

"Si bien no me fue dado escalar el pico de esta montaña, tuve por lo menos la satisfacción de haber ascendido tanto como para ver a mis pies el límite de las nieves eternas y gran parte de la distancia recorrida por mí hasta la baja tierra caliente (...)".

Durante sus ascensos a la cordillera Göering (1962: 152) narra que:

"(...) Antes de penetrar en el bosque que comienza a unos 500 metros sobre la hacienda, dirigí una mirada hacia el valle del Chama con las montañas del Escorial, detrás de las cuales se eleva la cadena de los páramos de la Culata y del Pan de Azúcar, cuyas crestas y picos más altos estaban cubiertos de nieve (...)" (cursivas nuestras).

Esta última descripción de La Culata coincide con la hecha pictóricamente por Bellermann entre 1844 y 1845 (Figura 3).

Vale la pena destacar la existencia de un reporte, contemporáneo con el de Göering, debido a F. Engel publicado en la revista alemana *Globus* en 1869 (Engel, 1869) al cual no hemos tenido la oportunidad de acceder (y mucho menos de leer porque está en alemán y que amerita especial traducción), pero que menciona la posible existencia de nieve perenne en la sierra en cuestión [citado por Schubert (1992)].

Posterior a la visita de Göering, Maldonado (1905a) y Jahn (1912a) reportan la visita a Mérida en 1878 del entomólogo Hammel sin dar mayores detalles de su exploración (Hammel buscaba coleópteros y otros insectos).

Otro explorador alemán del siglo 19 que se ocupó de las nieves perpetuas merideñas, pero ya como el primer geógrafo que lo hace (y no como ornitólogo, botánico o entomólogo), fue Wilhelm Sievers (1860-1921). Su obra, en idioma alemán (como la de Göering) viene a ser la primera referencia extensa escrita que jamás se hubiera publicado en esta materia (Sievers 1888a, b, 1908, 1911)⁷. Afortunadamente, F. Oliver Brachfeld (Oliver Brachfeld, 1951) nos ofrece un resumen comentado en español de la visita de Sievers a Mérida; en particular, hace referencia a la excursión que hizo a la sierra nevada en la traducción que hace del capítulo X de la obra *Venezuela* (Sievers, 1888b) titulado "La Sierra Nevada" (Die Schneeberge) (Oliver Brachfeld, 1951: 21- 41)⁸.

Sievers llega a Mérida el día de San Juan de 1885 y empieza a organizar su ascensión a la sierra. Su excursión parte el 26 de junio por la tarde. Desde ahí divisa el 27 de junio, por la mañana, el páramo de La Culata y la ve cubierta de nieve al igual que el páramo de Los Conejos. Igualmente esto ocurrió cuando miró hacia el páramo de Mucuchíes y en dirección de la sierra de Santo Domingo, "en una palabra todos los picos superiores a 3880-4000 metros, aparecían cubiertos de nieve"⁹, escribió. Cerca del picacho La Concha hizo un alto para determinar, con su termómetro de ebullición, la altura en donde se encontraba: 3885 metros. Al llegar al punto más bajo del campo de nieve de ese pico, determinó que el límite de ese campo se hallaba a una altura de poco menos que 4000 metros. Esta sería la segunda medida glaciológica jamás hecha en las

⁷ Para una revisión completa de la bibliografía de Wilhem Sievers, ver Urbani (1985).

⁸ Hemos visto referida en Internet la publicación "Sievers Wilhelm F. 2012. The cordillera of Merida. With remarks on the Caribbean mountains. *Rev. Vzlna Cs. Tierra (Geos)* 43: 44 +58 pp, en carpeta 51 de DVD" (reproducción de traducción del alemán al inglés, por Wm. Ernest Aitken, de la obra original de 1888a) a la cual no hemos podido acceder.

⁹ En el estado Mérida existen 70 picos cuyas alturas son mayores o iguales a 4300 m snm. De ellos, 54 pertenecen a la sierra del norte o de La Culata, 14 a la sierra nevada de Mérida y 2 a la sierra nevada de Santo Domingo (Silva León, 2001). Los glaciares relacionados con los macizos del pico Bolívar, La Concha, El Toro, El León y los picos Humboldt-Bonpland, están descritos en Jahn (1907, 1912a, b, 1925, 1931), Schubert (1992, 1997) y Schubert & Vivas (1993).



nieves merideñas, después de la simple estimación hecha por Bourgoin del espesor de algunos bloques de hielo observados por él en el pico El Toro en 1868.

Frustrado por no haber podido culminar el pico La Concha, se dirige, entonces, hacia La Columna (pico Bolívar) el 6 de julio, no pudiendo tampoco culminarlo, pero con el termómetro de alcohol determina una altura de 4600 metros al pie de ese pico. Al final de su reporte, encontramos comentarios de Sievers muy interesantes que vale citar textualmente debido a la pertinencia que éstos tienen en el tema que nos ocupa:

"Por regla general, la frontera de nieve de la Sierra Nevada de Mérida se halla bastante baja, pero sin dejar de coincidir en ello con la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia. En ambas, la altura de la línea de la nieve eterna alcanza aproximadamente 4000 metros. Si uno compara esta altura, sin embargo, con la del resto de América, llegamos al resultado que en casi todas las otras partes de Suramérica, dicha frontera se halla mucho más alta. Ello puede observarse sobre todo en Bolivia, en donde con 14° a 18° latitud Sur, la divisoria de la nieve eterna en el Este de los Andes se halla a 4850 metros, y en el Oeste incluso a 5630, mientras que aquí en Mérida, a la temperatura de 8°-9° encontramos la frontera de la nieve en altura de tan sólo 4400 metros. En el norte de Chile, se la encuentra bajo 28° hasta en una elevación de 5500 metros hasta 4300 metros y de la misma manera encontramos que en México sólo baja hasta una altura de 4500 metros, aun cuando las montañas altas de este país se hallen situadas 10° más al Norte que la Cordillera de Mérida.

También en Abisinia sólo llega a una longitud de 15°, solamente a una altura de 4300 metros, y en el Thianchan, Kweblun y en las restantes montañas del Asia Central se observa el fenómeno de que la línea de la nieve, bajo 48 grados de latitud Norte, se halla a su vez a la misma altura que en la Cordillera de Mérida.

Sin embargo, si contemplamos a dichos países algo más de cerca, encontraremos que todos ellos, a saber el Asia Central y la costa occidental de Bolivia y Chile, tienen un clima extraordinario seco, y en antagonismo caen especialmente grandes precipitaciones, y que la parte occidental de Venezuela es una región especialmente rica en lluvia, y por estas razones no debe sorprendernos tampoco el que la frontera de la nieve eterna baje relativamente muy profunda.

Según manifestaciones de personas dignas de crédito, la nieve suele conservarse a menudo en alturas tan sólo de 3600 a 3800 metros, tanto en el período seco y fresco del año, de noviembre a marzo, como también en el período lluvioso y húmedo, en el momento culminante del verano, julio y agosto. En efecto, en 8 de julio de 1885 encontré nieve al franquear el paso de Mucuchíes, en una altura de 4120 metros, más o menos hasta Piedra Gorda, o sea hasta 3800 metros" (pp. 40-41).

De esta manera Sievers cierra su reporte suministrando la primera data instrumental importante jamás hecha del tamaño de los glaciares merideños. En su publicación de 1908 muestra las primeras fotografías jamás hechas de estos glaciares. La foto que se muestra a continuación (Figura 10), se corresponde con la Figura 2, página 275, de su obra. En esta fuente documental, Sievers no indica la fecha cuándo ésta fue tomada; ciertamente ésta debió haber sido entre 1868 y 1908. Tampoco señala quién la captó y/o registró.



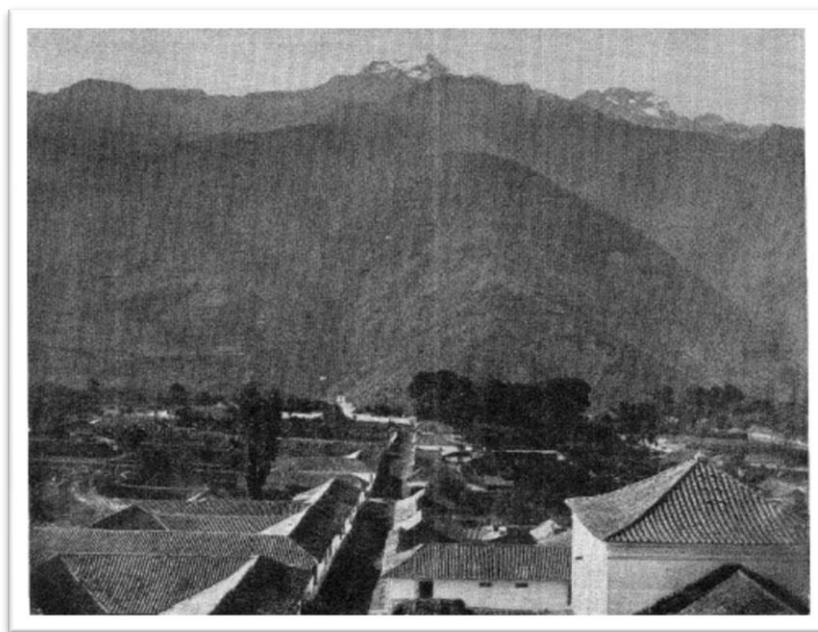


Figura 10. Cumbres cubiertas de hielo y nieve del pico El Toro (~ 4758 m snm), a la izquierda, y del pico El León (~ 4750 m snm), a la derecha



De la obra de Sievers (1908), cuya foto se muestra a la izquierda, referimos otras imágenes de estos glaciares, las cuales son reproducidas por C. Braun¹⁰ y aquí se presentan en las Figuras 10 a 14, inclusive, a manera de un testimonial visual, sin precedentes. También Sievers fue el primero en publicar un mapa geológico de esa región montañosa en 1886 (Sievers, 1885-1886).

¹⁰ Braun, C. "Historical photographs of the glaciers in the Sierra Nevada de Mérida". En: *The Disappearance of Glaciers in Venezuela*; 17 pp.
[http://www.westfield.ma.edu/uploads/cbraun/sndm_miscpictures.pdf].



Figura 11. Macizo del pico Bolívar



Figura 12. Otra vista del macizo del pico Bolívar

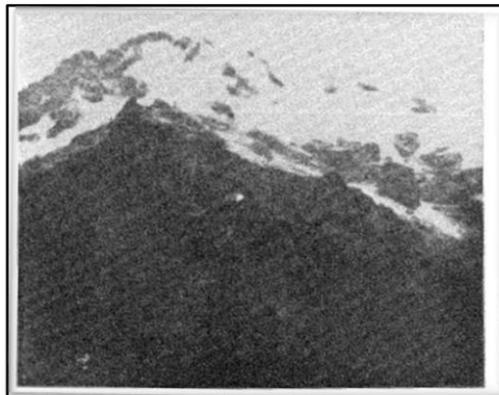


Figura 13. Cumbre del pico La Concha

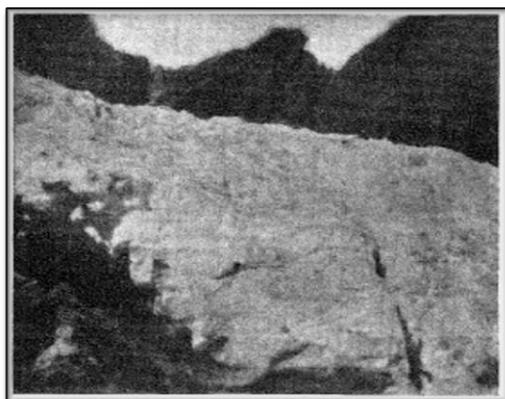
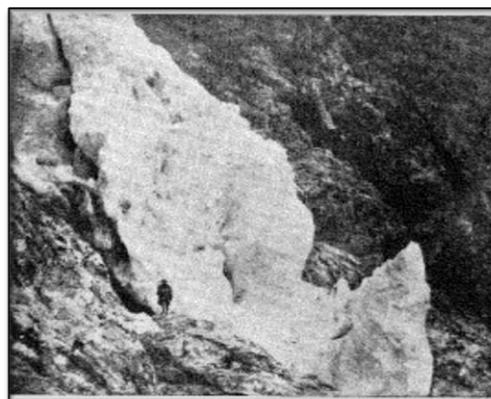


Figura 14. Otra vista de la cumbre del pico La Concha



Las imágenes que se reportan en las Figuras 11 y 12 (Macizo del pico Bolívar) fueron tomadas por Juan de Dios Picón Grillet probablemente antes de 1880. Sievers publica estas fotos en las figuras 3 y 4, página 277, de su obra de 1908, pero erróneamente dice que el pico La Concha como lo aclara Jahn (1925: 273-274).

De la misma manera, las imágenes del glaciar que se reporta como Figuras 13 y 14 fueron captadas por Picón Grillet cerca de la cumbre del pico La Concha, probablemente antes de 1880. Sievers publica estas fotos en las figuras 5 y 6, página 278, de su obra de 1908.

IV

Es obvio que para los visitantes alemanes que exploraron estos parajes montañosos en el siglo 19, el retroceso de los glaciares no era evidente o tan a simple vista, pero sí para los habitantes de la ciudad de Mérida, como lo reporta Tulio Febres Cordero. En su nota "Las nieves perpetuas de Mérida van desapareciendo", escrita en 1928, leemos:

"«El deshielo de la Sierra continua de una manera alarmante - decía don José Vicente Nucete el año de 1878 en La Niñez-. ¿Qué sería de Mérida si pierde esa corona de brillantes que ha sido su mejor adorno y su encanto? ¿Cambiará su delicioso clima? Regocijaos, niños, con esta obra portentosa del Creador antes de que desaparezca».

Doce años más tarde, en 1890, dijimos en El Lápiz: «De tiempo atrás se dice que la nieve de la sierra va disminuyendo; y los vecinos de mayor edad, señalan con tristeza los sitios donde la nieve ha desaparecido por completo. La disminución es lenta, pero desgraciadamente cierta»".¹¹

Si lo anterior es cierto, preguntamos en este debate: ¿A qué tasa o ritmo los glaciares merideños han venido desapareciendo? ¿Cuáles fueron sus primeras estimaciones? ¿Cuáles han sido las causas si para aquella época (siglo 19), la influencia antrópica climática ("recalentamiento global") prácticamente no existía? Y aquí es donde aparece Alfredo Jahn.

Pero antes de seguir adelante con los aportes esclarecedores de Jahn, hay que hacer una distinción entre lo que es un ascenso a la sierra por motivos de simple exploración contemplativa [montañismo (andinismo), senderismo, etc.] y un ascenso de carácter naturalista y exploración científica (observaciones, recolecciones, mediciones, etc.); por eso, es que hay estos dos tipos de estas excursiones (o combinación de las dos). Así, después del ascenso de Sievers de 1885, Jahn (1912a) señala que el profesor Goebel, fisiólogo vegetal recorrió la sierra en 1890, pero sin traspasar el límite de las nieves "perpetuas" (como lo hiciera Hammel). Entre 1894 y 1901, se realizaron, según Tulio Febres Cordero tres exploraciones contemplativas que fracasaron en culminar el pico Bolívar o el pico El Toro¹². Pero Febres Cordero omite en su relación cronológica un ascenso en diciembre de 1898 realizado por Julio César Salas, Eugene Gigault y Ulises Pardi, quienes, durante su subida, hacen observaciones cuantitativas de la temperatura ambiental y presión barométrica, y observaciones cualitativas del viento y humedad del aire; más detalles sobre esta expedición pueden ser leídos en Chalbaud Zerpa (1994: 141-149).

¹¹ Páginas Sueltas, tomo VIII, Obras Completas, segunda edición. Compilación de José Rafael Febres Cordero, 1991; pp. 20-21.

¹² Ver referencia de nota 4, p. 66: Ascenso en 1894 por parte de G. Kirehperg (sic) y L. L. Gelsi, guiados por Ramón Rodríguez. Ascenso en 1897, hacia el pico Bolívar, por parte de J.T. Nieto, V. Moreno, J.E. Altuve, R. Nieto y M. Nieto. Ascenso en 1901, hacia El Toro, por L. Gelsi, T. Dávila y G. Gabaldón D. Por su parte, Maldonado (1905a) dice que el 9 noviembre de 1894 Kirchber (sic) y Gelsi, acompañado por el guía Rodríguez, salieron por la mañana de Mérida para pernoctar en El Paramito y el 10 estuvieron en la cima, donde plantaron una bandera roja que se distinguía desde la ciudad con ayuda de antejo. Kirchber (o Kirchberg) suministró algunos datos observacionales de su expedición a la Universidad de los Andes, los cuales fueron publicados en 1895, en el tomo 4to. de su anuario (con fecha diciembre 31 de 1894).



Una notoria exploración contemplativa, también citada por Febres Cordero en 1931 y comentada por Chalbaud Zerpa (1994: 121-137), fue la dirigida por Manuel Darío Castellanos, iniciada el 20 de junio de 1904, quien hace un pormenorizado relato de su excursión hasta llegar al área del pico El Toro, pero sin especificar la altura o en qué parte de ese pico estuvieron (Maldonado, 1905a, b); le acompañaron los hermanos Baralt (fotógrafos)¹³, Evangelista Rangel, Julio Contreras y Florentino Navarro. Meses después, en septiembre de 1905, se ejecuta la ascensión liderada por Juan Pablo Franco, acompañado de los alemanes W. Riese y G. Altmann, quienes también hace medidas de la temperatura y la altura (vía barómetro) durante su ascenso hacia el pico El Toro¹⁴.

De las expediciones anteriores realizadas entre 1868 (Bourgoin) y 1905 (Franco) en las que se hicieron mediciones físicas, solo la temperatura, la presión atmosférica y/o la altura fueron estimadas, excepto la de Göering y la de Sievers quienes, en 1868 y 1885 respectivamente, hicieron además una cruda estimación de la altura a la cual se encontraba la línea (estacional) donde comenzaba el hielo (o línea de nieve), dato muy importante para contestar algunas preguntas sobre el deshielo de los glaciares merideños.

Aunque ya había subido al pico El Toro (el más visitado hasta la fecha) en marzo de 1910, no fue sino hasta el 27 de diciembre de ese año cuando, oficialmente, una expedición liderada por Alfredo Jahn, y encargada por el Ministerio de Obras Públicas de la época, se trasladó hasta la cordillera de Mérida para una exploración científica de ella y de sus glaciares llegando hasta Pico Espejo; una segunda expedición se inició el 14 de enero de 1911 para llegar al pico que él "bautizó" con el apellido de Humboldt. Los detalles de estas dos ascensiones oficiales salen publicados en 1912 (Jahn, 1912a) y los detalles técnicos de su trabajo aparecen también en 1912 (Jahn, 1912b). Para nuestro propósito los trabajos subsiguientes de él, de 1925 (Jahn, 1925) y de 1931 (Jahn, 1931), son suficientes¹⁵. Antes de ir a estos trabajos, hay que mencionar que entre 1912 y 1931 las ascensiones continuaron; entre ellas mencionamos la ascensión de Pedro Ter Maat, León Krammer y Juan P. Franco en 1913, la de Diego Carbonell, del 3 de enero de 1919 [Carbonell (1919); Chalbaud Zerpa (1994: 177-184)] y, particularmente, la de Maximilian Moritz Blumenthal de febrero de 1922 [Blumenthal (1923); Chalbaud Zerpa, (1994: 187-197)] quien, según Schubert & Vivas (1993: 140-141) y Braun & Bezada (2013), también aporta data sobre la altura de la línea de hielo de los glaciares merideños. Jahn también realiza ascensiones adicionales (Chalbaud Zerpa, 1994: 159-174) y Febres Cordero aporta información básica de otras ascensiones (ver pie de página de la referencia indicada en nota 4).

¹³ El reporte de Maldonado no contiene fotos de la expedición a pesar de que en ésta iban los fotógrafos citados.

¹⁴ Franco publica el relato de su ascenso en agosto de 1907 en *Las Clases Médicas* (N° 30) que Chalbaud Zerpa (1994: 153-156) reproduce textualmente.

¹⁵ Hay un trabajo documental previo de Jahn, publicado en alemán en *Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin* (1907), titulado "Höhenbestimmung der Sierra Nevada von Mérida"; pp. 694-699 (Fig. 15) (con mapa al final de ese volumen). No hemos visto traducción al español de ese artículo el cual está disponible en Internet:

http://www.digizeitschriften.de/download/PPN391365657_1907/PPN391365657_1907__LOG_0246.pdf). Para una revisión completa de la bibliografía de Alfredo Jahn, ver Urbani (1980).



Así las cosas Jahn (1925, 1931) entra a considerar las respuestas a las dos primeras preguntas anteriormente formuladas: ¿A qué tasa o ritmo los glaciares merideños han venido desapareciendo? ¿Cuáles fueron sus primeras estimaciones?

Para los últimos días de 1910, cuando comienza la estación seca, Jahn encuentra que el límite de la nieve se halla a 4500 m snm, cota que se redujo notablemente a la nieve de los picos más altos, en años posteriores, excesivamente secos (¿El fenómeno de *El Niño*?), como los mostraron sus exploraciones de 1916, 1921 y 1922. Esta reducción la fijó a 4700 m snm, el 24 de marzo de 1915, a fines de la estación seca en la vertiente sur del pico de La Columna (pico Bolívar). Luego afirma que el límite inferior del hielo y rehielo se halla 200 m más abajo. Nótese la diferencia que hace entre el límite de la nieve, cuya variación es estacional (temporada seca y húmeda) y el límite del hielo y rehielo. Las cumbres de La Culata -observa- se hallan completamente despojadas de nieve durante la estación seca, pues ni aun en diciembre se nota su presencia en sus cimas más elevadas. Más adelante agrega que en la época lluviosa, especialmente en los meses de junio a septiembre, son frecuentes las nevadas cuya nieve, en ocasiones, puede descender hasta 3600 m de altura, para luego desaparecer en los páramos inferiores y, en las cumbres, al acentuarse la sequía. Este reporte (página inicial), en su versión original se muestra a continuación, en la Figura 15.

Höhenbestimmung der Sierra Nevada von Mérida.

Mitteilung von A. Jahn jr. in Caracas,
veröffentlicht von W. Sievers in Giefsen.
(Hierzu Tafel 7.)

Seit Mitte 1904 wird auch in Venezuela an der geographischen Erkundung des Landes gearbeitet, was der gegenwärtigen Regierung umso mehr zum Verdienst gereicht, als seit der im Jahre 1830 Codazzi übertragenen chorographischen Mission keine der späteren Verwaltungen für ein derartiges Unternehmen das geringste Interesse gezeigt hat. Unter Leitung einer Zentral-Kommission werden die Arbeiten des sogenannten „Plano Militar de la Republica“ von einer vorzüglich ausgerüsteten astronomischen und zwei topographischen Kommissionen ausgeführt. Aufgabe der astronomischen Abteilung ist die Koordinaten-Bestimmung aller wichtigen Ortschaften des Landes, indem die Längen telegraphisch und die Höhen barometrisch ermittelt werden. Den Topographen liegt die Detail-Aufnahme, im Maßstab 1:25 000, mit Tachymeter ob, wobei sich natürlich die Höhen mit ziemlicher Genauigkeit ergeben ($\pm 1,0$ m).

Leider hat man dem ersteren Teil nicht mehr Beachtung geschenkt; denn was das Land zunächst braucht, ist ein Netz von gut bestimmten Punkten, zwischen denen vorläufig gute Routen-Aufnahmen einzuschalten wären, die sodann allmählich durch topographische Aufnahmen ersetzt werden könnten. Die gewählte Methode, bei dem gegenwärtigen Personal und nach den bisherigen Leistungen zu urteilen, stellt die Fertigstellung der Aufnahme des gesamten Landes erst in 150 Jahren in Aussicht, ein viel zu langer Zeitraum im wechselvollen Leben unseres Landes.

Als Ausgangspunkt aller Arbeiten wurde das Observatorio Cajigal zu Caracas gewählt, dessen Lage durch vielfache Beobachtungen der Zentral-Kommission wie auch durch meinen trigonometrischen Anschluss an den vom nordamerikanischen Marine-Amt in La Guayra errichteten und genau bestimmten Pfosten, bekannt war. Durch meine vorjährigen Präzisions-Nivellements war die Höhe von Caracas (Kathedrale = 920,20 m und Observatorio Cajigal = 1041,68 m) mit einer



Figura 15. Página inicial del primer trabajo del Alfredo Jahn (en la foto) sobre la sierra Nevada de Mérida, publicado (en alemán) en el año 1907, en *Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*. Nos llama la atención que esta primera publicación de Jahn sobre el tema no la haya hecho en español y que no exista traducción alguna



Un poco más allá, Jahn (1925: 271-272) escribe lo siguiente:

"En las poblaciones i (sic) sitios habitados cerca de las Sierras Nevadas, tanto en Venezuela como en los demás países, es voz general que la cubierta de nieve y hielo de las altas cimas viene sufriendo de algún tiempo un visible reducción y la observación científica ha venido a comprobar la verdad de este aserto del vulgo, lo que revela una alteración climatérica reciente, a no ser que las mismas causas que determinaron la desaparición de los grandes glaciares del período glacial del pleistoceno subsistan aún y estemos presenciando como se desarrollan sus efectos. **Faltan observaciones fidedignas de los tiempos de la Conquista y Colonia que nos permitan averiguar de cuándo data la disminución que viene observándose de ochenta años atrás** [¿existirán?], pero de todos modos podemos asentar que estamos en un período de constante y progresiva disminución de la humedad atmosférica y proporcional aumento de la insolación. A la misma causa débase (sic), sin duda, la rápida disminución de las vertientes en todo el país, en muchas partes violentadas artificialmente por la mano del hombre con desmontes y quemas" (cursivas y resaltado nuestros para denotar la relevancia de esta parte de la cita).

Aquí vemos cómo Jahn introduce la necesidad de una investigación histórica del clima la cual, creemos, no se ha hecho todavía. Apoyado en data histórica, tomada de Sievers, quien en 1885 estimó que el límite inferior del rehielo del pico Bolívar, por su lado norte, se hallaba entonces a 4400 m, dedujo, tomando en cuenta su propia observación en 1910 (o sea, 25 años más tarde) de que "... la coraza del rehielo de aquella cumbre, ya transformada en hielo de glaciar..." terminaba... "bruscamente y cortada a pico a 4480 metros de altura...", lo que equivalía... "a un retroceso de 80 metros en los 25 años transcurridos entre una i (sic) otra observación" (Jahn, 1925: 273). Pero a continuación aclara que:

"Las observaciones de Sievers, a que nos hemos referido, fueron ejecutadas en los meses de junio y julio que son los de mayor humedad y puede que por esta razón estuviese algo avanzada la línea de hielo y debamos por consiguiente disminuir en algunos metros la diferencia encontrada. De todos modos es lo cierto que ha habido un cambio de nivel en el borde del hielo i (sic) nieve de nuestra Cordillera, como por otra parte lo atestiguan personas de la ciudad de Mérida que nos merecen fé (sic)..."

Para reforzar lo anterior, Jahn cita las observaciones hechas por Bourgoin¹⁶ y añade que el punto al cual se refería Bourgoin se hallaba en las cabeceras de la cañada del Alto, por encima del camino que conduce a la aldea de Los Nevados el cual, fue visitado por el propio Jahn en mayo y diciembre de 1910, no hallando allí remanente alguno del hielo descrito por Bourgoin. A continuación Jahn indica:

"Incuestionablemente que el hielo observado en aquella época era un residuo del glaciar que en el período glacial llenaba las depresiones meridionales y orientales de El Toro y ya hemos visto como (sic) aquellas masas que aún eran formidables en 1868 han desaparecido completamente en el corto espacio de cuarenta y dos años" (p. 274).

¹⁶ "Teníamos a la vista inmensas masas de hielo, cuyo espesor calculamos en algunos puntos en que habían grietas en -ocho, doce y hasta dieziseis (sic) metros.- (...)" (cursivas de ellos) (Bourgoin et al., 1868).



Cinco años después, en 1931, Jahn escribe que durante esos últimos años, tanto El Toro como El León albergaron los últimos vestigios de nieves (Jahn, 1931: 205). Esto lo afirma sobre la base de una comparación hecha entre sus observaciones y las que proporcionó descriptiva y fotográficamente Henrique Bourgoin¹⁷ cuando escaló por primera vez el pico Bolívar en ese año (Bourgoin, 1953): en esos picos ya no quedaba nada. A estas alturas, Jahn se pregunta: ¿a qué se debe este retroceso o descongelamiento de los glaciares? Comienza esta discusión citando a Sievers a quien le atribuye una explicación ("extraterrestre") debida a la disminución de la energía calórica del Sol, etc, pero para Jahn (1925: 272) esto se debe a:

"(...) una manifestación de la evolución de nuestro planeta, como lógica consecuencia del proceso de su enfriamiento. Mientras la tierra poseía un mayor grado de calor propio[,] su atmósfera podía sustentar una mayor proporción de vapor de agua. El sucesivo enfriamiento del globo terrestre debió determinar, en principio, la condensación del vapor atmosférico en grandes proporciones y su producto debió elevar, por una parte, el nivel de los lagos y mares y por la otra, debió cristalizarse en los hielos de nuestros polos y en las altas cimas de las montañas. Pero como a proporción que se precipitaba la humedad atmosférica, debió también disminuir la nebulosidad y aumentar consecuentemente la insolación, hubo de iniciarse el fenómeno contrario, es decir el deshielo que aún prosigue i (sic) que ha debido producir a más del natural engrosamiento de los torrentes montañosos, un incremento de la temperatura, que, por supuesto, es difícil apreciar en el período, relativamente corto, que abarcan las observaciones meteorológicas".

Llegado este punto, Jahn, sin embargo, dice que "no puede comprobarse de igual modo un aumento de temperatura en nuestra región occidental..." (p. 274). A continuación expresa:

"Al contrario, al comparar nuestras determinaciones de temperaturas medias anuales por el método de Boussingault, con las que aquel sabio practicara personalmente en algunos puntos de nuestra Cordillera, hallamos más bien una notable disminución, que, por supuesto, no debe atribuirse sino a imperfección en las observaciones y a caso a una elección poco afortunada del sitio de observación por parte del viajero francés. A primera vista se nota que sus temperaturas medias de Trujillo, Mérida y Mucuchíes, únicas que poseemos de él, son excesivamente elevadas. Nuestras propias observaciones se hicieron en condiciones muy favorables y los resultados así obtenidos, al comparárselos con los medios de largas series termométricas libremente observadas a la sombra en Mérida¹⁸, arrojan una completa conformidad, como lo hemos demostrado en nuestro trabajo sobre la temperatura media y su distribución".¹⁹ (pp.274-275).

Hecho seguido, compara las temperaturas (medias) de Trujillo, Mérida y Mucuchíes, de 25,0 °C, 22,0 °C y 14,4 °C respectivamente, dadas por Boussingault en el siglo 19, con las suyas de 23,5 °C, 19,0° C y 12,8 °C respectivamente (Jahn, 1918). Y concluye que no ha habido, durante esos últimos cien años, un aumento sensible de la temperatura en la región, por lo que esta no es la causa de la disminución de los hielos de

¹⁷ Nieto de P.H.G. Bourgoin.

¹⁸ En el caso de Mérida, Jahn promedió las medias anuales de 1915 (19,9 °C), 1916 (19,3 °C) y 1917 (18,8 °C) (Jahn, 1918). En el caso de Trujillo y Mucuchíes, no da detalles de cómo calculó esos promedios.

¹⁹ Véase Jahn (1918).



nuestra cordillera. Esta conclusión la obtiene Jahn sobre la base *a priori* de que si bien es cierto que estas temperaturas se refieren a sitios cercanos que no corresponden a los glaciares, también es cierto que las temperaturas en estas alturas tampoco han aumentado. ¿Hasta qué punto esto es cierto? Habría que examinar las pocas y puntuales medidas hechas de temperatura, en esas alturas, de aquellas expediciones, anteriores, que lo hicieron para ver si se puede sacar alguna información válida al respecto. No sabemos si Jahn lo hizo o no.

En consideración a lo anterior, Jahn reitera que es...

"la humedad atmosférica el factor meteorológico que viene obrando este cambio y su disminución al (sic) través de las últimas épocas geológicas es el natural proceso de la evolución de nuestro globo. Empero esta disminución es muy lenta y apenas sería perceptible en el corto espacio de tiempo que media entre las observaciones directas del último siglo [siglo 18]" (p. 275).

En otra parte (Jahn 1931) escribe que:

"La acción destructiva de prolongadas sequías con insolaciones consecuenciales y proporcionalmente dilatadas, han venido cambiando el aspecto de aquella región alpina de nuestros Andes. Hace cosa de un cuarto de siglo que la Sierra de Santo Domingo dejó de merecer el título de Sierra Nevada, al menos en el concepto con que este nombre se aplica a las montañas cubiertas de nieve perpetua y en cuanto a la Mérida, la Sierra, que fue orgullo de sus antiguos moradores y que todavía nosotros alcanzamos a admirar con cinco picos siempre nevados, aunque en algunos ya muy reducida su cubierta nívea, solo conserva hoy tres picos o cimas principales cubiertas de hielo y nieve persistente (...)" (pp. 204-205).

¿Eran aquellas "prolongadas sequías con insolaciones consecuenciales y proporcionalmente dilatadas", a las que se refería Jahn, productos de eventos *El Niño*?
¿Tiene que ver *El Niño* con el deshielo de los glaciares merideños?

Una matriz de opinión, muy popular y que viene de los tiempos de Humboldt, con relación al desecamiento del lago de Valencia (Cushman, 2011), es la que cita Jahn como causa coadyuvante, pero local:

"Una causa local ha debido violentar el natural desecamiento de la atmósfera y este es, a nuestro ver, el incremento de la agricultura. Los grandes desmontes inherentes a nuestra rudimentaria labor agrícola han convertido en er[ri]ales muchas tierras, antes feraces, del Centro de Venezuela, como que han producido una alarmante disminución de las aguas corrientes, disminución que venía acentuándose año por año, hasta que la acción gubernativa vino a restringir los desmontes y quemas" (p.275).

Agregamos a lo expuesto, ¿era esto cierto?

Después de admitir que lo que se observa en la sierra nevada de Mérida es un fenómeno natural que también ha venido observándose en toda la cordillera de los Andes, desde Perú hasta Colombia, pasando por Ecuador y, que las causas de esto son "...cósmicas y telúricas que determinan periódicas oscilaciones climatéricas...", Jahn, en lo que fue su último trabajo sobre el tema, finaliza diciendo que (Jahn, 1931: 214):



"Hay fundamentos para presumir que después del actual período de retroceso volverán los hielos dentro de cien o más siglos, a invadir los campos paramoños que el hombre de hoy dedica al cultivo del trigo y al pastaje de sus rebaños. Los hombres no podrán torcer el rumbo de estas leyes inmutables de la naturaleza, pero sí deben ejercer su actividad sin con ella aumentar las adversas condiciones meteorológicas dentro del corto período de su propia existencia".

Como precursores de los estudios glaciológicos en Venezuela, Schubert (1997)²⁰ destaca los aportes más importantes hechos por Wilhem Sievers y Alfredo Jahn. Nótese cómo Jahn se apoya, de alguna manera, en la información suministrada por Sievers, separada al menos por 25 años.

Mientras salía a luz pública este último trabajo de Jahn, ese mismo año de 1931 (el cual se basó en una conferencia leída en la Sociedad de Ciencias Naturales de Caracas, la noche del 1 de abril de 1931), se conquistaba la cumbre del pico Bolívar (Bourgoin, 1953) y los ascensos a la sierra merideña continuaron *in crescendo*²¹. Entre los que se realizaron con fines científicos, con publicaciones internacionales, destacan el de F.D. Kern en abril-Mayo de 1934 (Kern, 1937), los de A.E. Gunther en 1939 y 1940 (Gunther, 1940, 1941a, b), el de J. Hanbury-Tracy en 1939 (Hanbury-Tracy, 1944) y el de D. Busk & E. Shipton en 1963 (Busk, 1964).

Pero hay un planteamiento de Jahn, que no hemos mencionado todavía y que hemos dejado de último, para introducir, a continuación, el trabajo de Carlos Schubert (1938-1994) el tercero de los principales pioneros de la investigación histórica de la criósfera venezolana e investigador que estuvo adscrito al Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC)²².

En Jahn (1925: 276) leemos la siguiente pregunta: "**¿Cuál ha sido la extensión que la nieve y el hielo alcanzaron en nuestra Cordillera durante el período glacial?**". ¿Por qué Jahn hace esta pregunta jamás hecha por investigador alguno en Venezuela? Regresemos a este autor.

Después de citar la recolección de vasto material en diversos sitios andinos a lo largo de Suramérica como Potosí en Bolivia (1829), Chile (1833-1862), Colombia (sierra nevada de Santa Marta, 1851) y Perú (1870), que fue usado para reconstruir el amplio dominio que los hielos tuvieron en el período glacial y, después de hacer consideraciones sobre el establecimiento de la teoría de este período con los trabajos de Torell en 1875 y de Penck en 1882 en los Alpes y otras partes de Europa, Jahn cita autores quienes, trabajando en la cordillera chileno-argentina (Gütsfeldt), Patagonia (Steinmann), cordillera oriental de Colombia (Hettner), cordillera de Mérida (Sievers), sierra nevada de Santa Marta (Sievers), altos volcanes de Ecuador (Meyer), etc., llegaron a la conclusión de que "(...) **durante el período glacial hubo una doble actividad glacial, o sea dos períodos de máxima extensión, resultado que concuerda plenamente con nuestras propias observaciones...**" (pp.277-278).

²⁰ Trabajo publicado póstumamente al igual que el de 1998 (ver bibliografía).

²¹ Para una relación de los ascensos realizados entre 1931 y 1975, véase R.A. Romero Muñoz-Tébar (1976), *Nieves y Riscos Merideños*, Caracas; 245 pp. Los realizados entre 1931 y 1935 se debieron principalmente a Enrique Bourgoin y colaboradores.

²² Una relación de la vida profesional y obra (bibliografía) de Carlos Schubert es dada por Thomas W. Donnelly en *Geological Society of America Memorials*, v. 26, November 1995; pp. 51-54. Tuvimos la oportunidad de conocer personalmente al Dr. Carlos Schubert en el IVIC.



Acto seguido cita a Sievers quien, en los siguientes términos, expresa (Jahn, 1925: 278):

"«no he podido hallar pruebas de una mayor actividad glacial en épocas anteriores, pero existen algunos indicios de que estas puedan presentarse, cuando se haga un estudio más detenido de la región elevada de la Cordillera; así p.e. obsérvese al pié del pico Concha (léase Columna) [Pico Bolívar] una depresión rocallosa que tiene todo el aspecto de haber sido antiguamente el lecho de un glaciar. También debo observar que las formas de los nevados de Mérida y Santo Domingo son en extremos abrutadas (sic) y denticuladas. Agujas, torres, cuernos, cuchillas y murallones son las formas características de sus cumbres y este mismo aspecto ofrecen en gran parte las otras cordilleras que alcanza la altura de 4000 metros, en especial las Sierras de Mucuchíes, la cordillera de La Culata y los Conejos, los Páramos de Pueblo Llano y Tuñame, la Teta de Niquitao y otros. Este carácter agreste comienza a los 3800 metros de elevación y contrasta notablemente con las formas redondeadas, pulimentadas y niveladas de las estribaciones que se mantienen por debajo de los 3800 metros. Este contraste es tan marcado que ya a distancia permite apreciar la altura aproximada de las cadenas y esto es tanto más notable cuanto que las rocas son de idéntica constitución arriba y abajo de la línea de 3800 metros. *Siéntese uno tentado a buscar la causa de esta diferencia en la actividad de los hielos que ha logrado cortar y disgregar la parte alta de las montañas más profundamente de lo que podría hacerlo la acción del agua*»" (cursivas nuestras).

Y a continuación viene la opinión de Jahn al respecto, obtenida con sus propias observaciones. ¿Qué dice Jahn? Él sigue los hallazgos y orientaciones de Sievers, al ejecutar sus visitas científicas a las cumbres nevadas de Mérida entre 1910 y 1912 para una minuciosa exploración de la región elevada de la cordillera. Dice haber recorrido y medido "escrupulosamente" esas cumbres (Mérida, Santo Domingo, La Culata, Apartaderos, Niquitao, etc.) para descubrir los indicios ciertos e indiscutibles de la antigua acción glacial que Sievers sospechara otrora, pero que ninguno de sus predecesores en aquella parte había observado; acota que el mismo Sievers pasó sobre canchales y lechos de antiguos glaciares pleistocénicos sin darse cuenta de su presencia e importancia.

Jahn se queda asombrado al describir lo que Sievers ya había visto en cuanto a la descripción de las formas de las hondonadas y valles superiores dejadas a la acción erosiva del hielo cuya máxima manifestación son las crestas denticuladas con forma de agujas que contrastan con las faldas de rocas pulimentadas y redondeadas de la parte inferior, producto de las grandes masas de hielo que sobre ellas descansaban y se movían en ese período. A manera de "poderoso explosivo" -dice Jahn-, la nieve fundida bajo el Sol actuó penetrando las grietas de los estratos hasta congelarse por las noches, aumentando de volumen y disgregando o fracturando las rocas²³ que aún, en la actualidad, vemos como lajas de piedra esparcidas por doquier en donde los glaciares estuvieron (v.g. en Pico Espejo, alrededor de la estación del teleférico).

Un poco más adelante, Jahn (1925) se detiene para comentar que:

²³ Posiblemente Jahn toma la idea de Bourgoïn y colaboradores. Hacia el final de su reporte, éstos dicen: "Allí pudimos esplicarnos (sic) la causa que hace desprender los peñascos de arriba, y que consisten en que el agua se introduce entre las grietas y al helarse rompe las masas por medio de la expansion (sic)" [Bourgoïn et al. (1868: 202)].



"(...) Los indicios de la acción de los hielos del pleistoceno se extiende en estos valles en sentido transversal hasta los cien y a veces hasta los cientocincuenta (sic) metros de altura, de suerte que esta medida representa el mayor espesor que llegó a tener la antigua corriente de hielo. A partir de esta altura aparecen las formas agudas y denticulares de que ya hemos hablado y cuya disgregación continúa en nuestra época, gracias a la infiltración de agua y nieve que suele congelarse en las grietas. El límite de estas dos zonas, la antiguamente ocupadas por el glacial i (sic) la superior que suministraba el material de los canchales, está representado por una línea que extiende paralelamente al fondo por ambas faldas que cierran los valles, a una altura que varía, como es natural, según la mayor o menor extensión del valle i (sic) consiguiente desarrollo que debió tener el glacial en el período diluvial" (pp. 279-280).

Y así, por el estilo, Jahn continua dando su opinión y más detalles sobre las huellas dejadas por lo que Carlos Schubert, en su momento, llamó la "glaciación Mérida" del pleistoceno tardío (Schubert, 1974, 1976). Al final habla de los detritus y rocas, transportados por estos glaciares hacia el fondo de los valles y que se fue acumulando con el tiempo para dar origen a los canchales laterales y frontales que se rellenaron y cubrieron con tierra y vegetación; al ser éstos cortados por los ríos y quebradas constituyeron las clásicas "mesas" de nuestra cordillera.

Justo al año siguiente de esa última publicación de Jahn sobre esta materia, Apfel (1932) presentó en la cuadragésima cuarta reunión anual de la sociedad geológica americana una ponencia sobre la glaciación en los Andes venezolanos (Apfel, 1932) (ver Figura 16). Y durante la década de los años 50, José Royo y Gómez hizo lo propio en ponencia durante la IV Convención Anual de AsoVAC en 1954, así como también en sendas publicaciones en extenso posteriores (Royo y Gómez, 1956, 1959). Pocos años después Antonio Luis Cárdenas se ocupó del tema (Cárdenas, 1962), así como también J. Tricart (Tricart, 1966), y R. Giegengack y R.I. Grauch (Giegengack & Grauch, 1975).

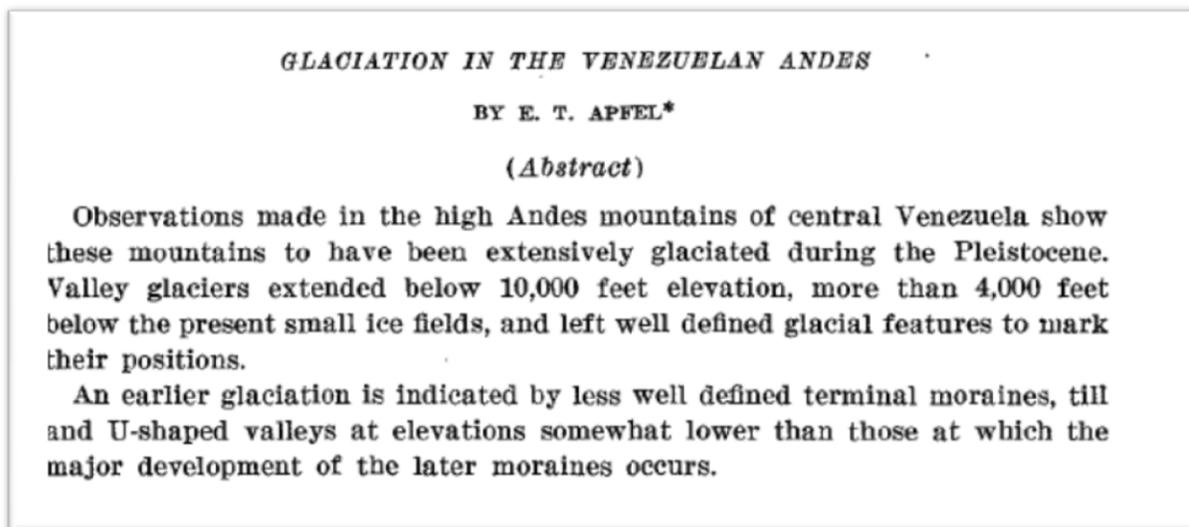


Figura 16. Resumen de la ponencia presentada por E.T. Apfel en 1931 sobre la glaciación de los Andes venezolanos, en la cuadragésima cuarta reunión de la Sociedad Geológica americana celebrada en Tulsa, Oklahoma, en diciembre de ese año. Este podría ser el primer trabajo internacional sobre el tema

V

El testigo-relevo lo toma Schubert para continuar esta investigación, de una manera extensa y profunda nunca antes hecha, en la década de los años 70, investigación que la extendió hasta los años 80s y 90s. Braun & Bezada (2013: 95-98) hacen una breve revisión del trabajo de este investigador relativo a los glaciares venezolanos sobre el cual vamos a guiarnos en esta parte, así como también en su última obra en vida (Schubert & Vivas, 1993) y otras referencias citadas allí, resaltando lo más significativo.

Sucintamente, Schubert (1972), mapeando la geomorfología alrededor del pico Bolívar, concluyó que el área glacial había decrecido entre 1910 y 1972 en un 80% (ver Figura 17) con un retroceso frontal vertical del hielo de 100 a 150 m. Usando la técnica de la fotografía aérea, Schubert (1984) estimó en unos 200 km² la cobertura original de hielo durante el último máximo glacial. Pero en 1952 un poco menos que 3 km² de la sierra de Mérida permanecían aún bajo los glaciares, lo que significó una reducción del 98% (detalles en la Figura 18). Al respecto, Schubert escribe: "**Durante una visita al Pico Espejo el 30 de Enero (sic) de 1991, se pudo constatar que el Glaciar Timoncito prácticamente ha desaparecido, lo mismo que los glaciares del Pico La Concha**" (Schubert & Vivas, 1993: 139). Antes, Schubert (1971, 1972) había medido el espesor de este glaciar en 20 m en su parte terminal. La data histórica legada por Bourgoïn, Sievers y Jahn, le permitió a él saber, entre otras cosas, que para 1936 el glaciar Espejo ya había desaparecido; que aquel que vio Bourgoïn en 1868 en el pico El Toro (con espesores de 8 y 16 m) ya había desaparecido para 1931; que el glaciar Timoncito, cuyo espesor de 25 m fue medido por Jahn en 1910, ya había desaparecido casi totalmente para 1991; que sólo una pequeña masa de hielo aún permanecía en el pico Pan de Azúcar de la sierra de La Culata para 1885 (Schubert, 1997).



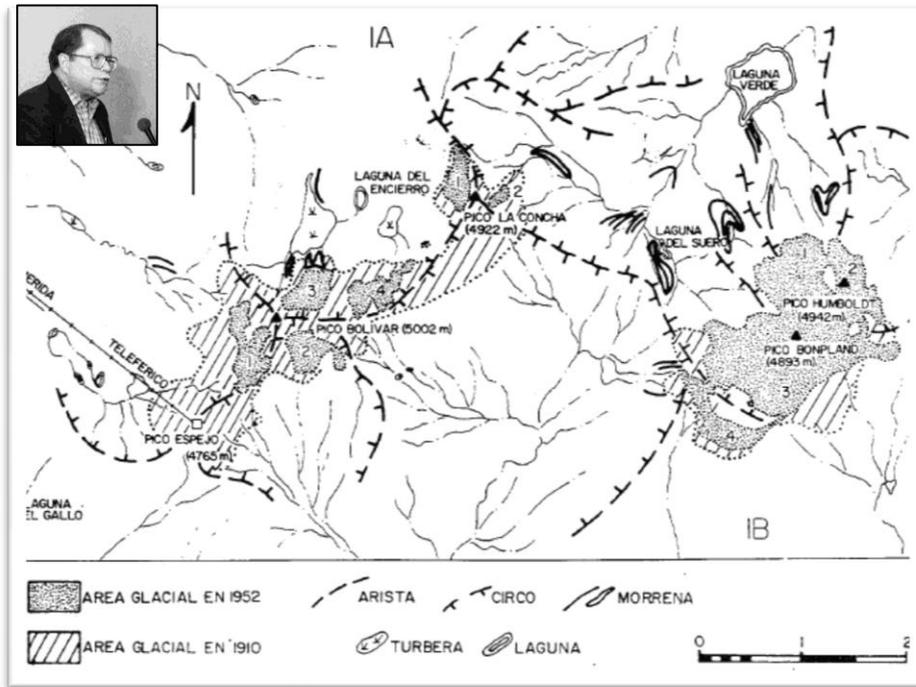


Figura 17. Mapa publicado por Schubert (1992, 1997) y Schubert & Vivas (1993) en el que muestra gráficamente cómo los glaciares de la sierra nevada de Mérida se redujeron entre 1910 (Jahn, 1925) y 1952 (fotografías aéreas). En Schubert (1998: 19) se lee que de los 10 glaciares mapeados en 1952, cuatro han desaparecidos completamente o casi, uno se ha desintegrado en parchos de rehielo, y los restantes cinco son substancialmente pequeños. En la esquina superior izquierda, foto de Carlos Schubert

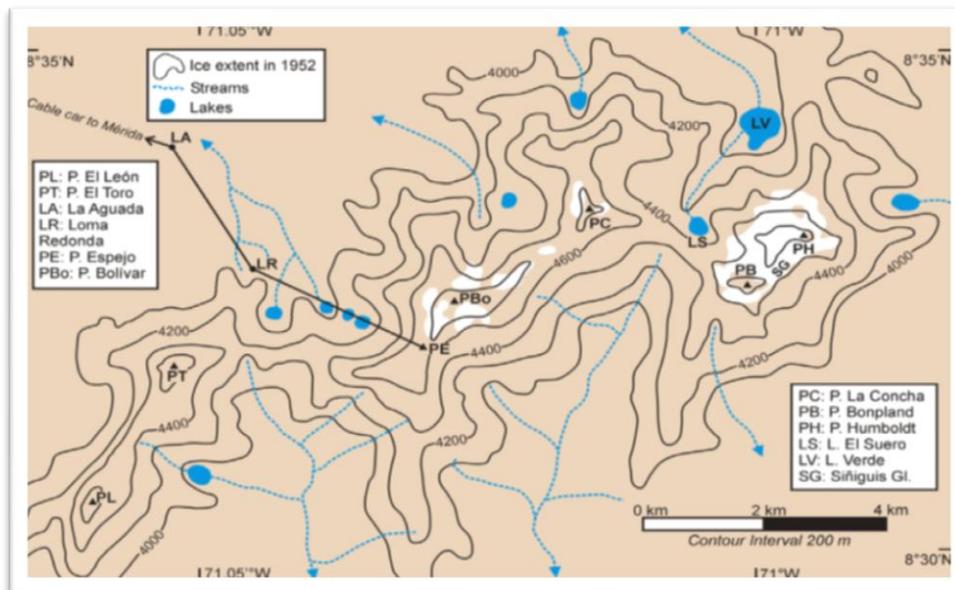


Figura 18. Mapa publicado por Braun & Bezada (2013) [basado en una modificación adaptada de Schubert (1992, 1998) que muestra los glaciares remanentes para 1952 (en blanco) de la sierra nevada de Mérida. También muestra las lagunas (L) y las corrientes (S) que se originan en ellos (en azul)

Es interesante señalar cómo Schubert apela a las pinturas de Bellermann y Göering para hacer comparaciones cualitativas y cuantitativas del retroceso de los glaciares (Schubert, 1980; Schubert & Vivas, 1993); por ejemplo, cita la pintura, mostrada aquí en la Figura 3, de Bellermann (entre 1845 y 1846) para comentar cómo en aquella época la sierra de La Culata, en sus picos más altos (v.g. Pan de Azúcar), estaban cubiertos de nieve aún en la estación seca (Schubert, 1980: 276; Schubert & Vivas, 1993: 142).

También hace referencia a una pintura de Göering (hecha entre 1865 y 1875) que muestra en el flanco oeste del pico Bolívar "(...) un glaciar potente en el circo debajo del pico (Laguna de Los Anteojos), actualmente desprovisto de hielo (...)" (Schubert & Vivas, 1993: 138). La pintura a la cual hace referencia Schubert (Figura 19) es la de Göering titulada "La Concha, Sierra Nevada y Quebrada de San Jacinto", y aparece reproducida en la lámina IX de su libro *Venezuela - El Más Bello País Tropical* (p. 113)²⁴, dice él: "(...) muestra lo que parece ser un glaciar masivo (Glaciar Espejo) relleno del circo debajo de los Picos Bolívar y espejo, por lo menos hasta el fondo del circo, aproximadamente a 4000 m (aproximadamente 700 m debajo del frente de los glaciares actuales) (...)" (Schubert & Vivas, 1993: 137). Lo anterior son ejemplos del uso del arte en la investigación histórica del clima (Neuberger, 1970), por cierto, jamás hecho en nuestro país²⁵. La comparación que hace Schubert de estas pinturas con la información aportada por el mismo Göering, y por Bourgoin, Sievers y Jahn, le permiten ampliar la perspectiva histórica dentro de la cual ha ocurrido el proceso del retroceso de los glaciares en el siglo 19 y la mayor parte del siglo 20; lo ayudaron a estimar que, entre 1885 y 1910, el retroceso de estos glaciares fue de unos 120 m y, desde entonces para acá, de unos 200 m.

²⁴ En la leyenda de la reproducción que Schubert & Vivas (1993: 138) hacen de esta pintura, en su Fig. 4-9, aparece erróneamente citada como lámina XI; en el texto aparece correctamente como lámina IX (p. 137).

²⁵ Curiosamente Jahn (1912a, 1925, 1931) no hace ninguna referencia a las pinturas de Bellermann ni de Göering; probablemente, ni Sievers ni ningún otro andinista tampoco lo hacen.





Figura 19. "La Concha, Sierra Nevada y Quebrada de San Jacinto", pintura de Göering (hecha entre 1865 y 1875). En ella se muestra el flanco oeste del pico Bolívar con un glaciar que llegaba hasta la laguna de Los Antejos. Schubert & Vivas (1993: 138) la usaron para estimar en unos 4000 m la altura a la cual se situaba la línea de nieve o límite de los glaciares

Schubert fue el primero en usar imágenes de satélite (Landsat 2, 4 y 5) para evaluar cambios en la criosfera venezolana. Combinando esta técnica, con las otras anteriores a su disposición, concluyó en 1998 que el área glacial decreció de aproximadamente 10 km², en 1910, a 2.91 km², en 1950, y probablemente a menos de 2 km², en enero de 1991. La tabla 2 de Braun & Bezada (2013: 96) da una pormenorizada cuenta de la reducción del área de los glaciares de la sierra nevada de Mérida entre el último máximo glacial (200 km²) y 2011 (0.10 km²). La Fig. 20, reproducida de Braun & Bezada (2013: 103), muestra el decaimiento del área glacial como función del tiempo entre 1910 y 2011.

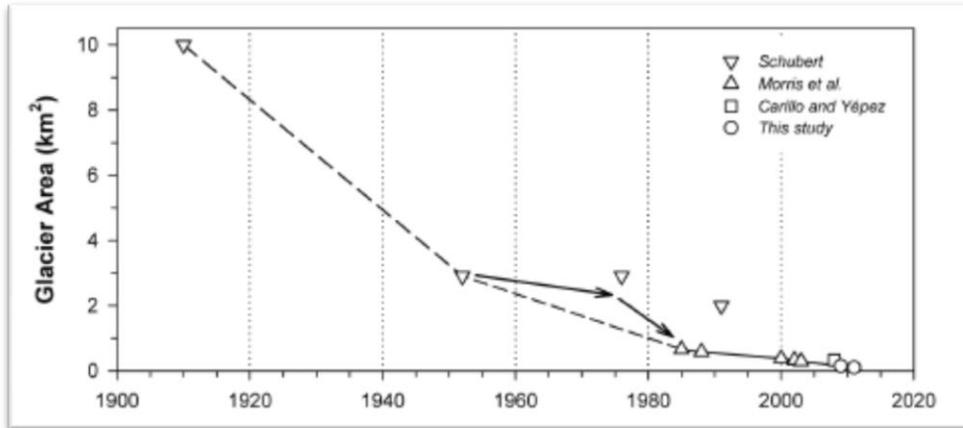


Figura 20. Disminución del área glacial de Venezuela entre 1910 y 2011 [tomado de Braun & Bezada (2013:103)]. La línea sólida representa el retroceso del glaciar Humboldt entre 1985 y 2011. La línea a trazos conecta los valores entre 1910 y 1952 del área total glacial. Las flechas indican el más probable escenario caracterizado por una recesión menor que la indicada por la línea a trazos, entre la mitad de los años 50 y mitad de los años 70, que luego se aceleró; además de los datos de Schubert y de Braun & Bezada, se usó data de Morris et al. (2006) y de Carrillo & Yépez (2008)

En cuanto a la elevación o ascenso de la línea de nieve (límite de los glaciares), Schubert dedujo en 1987 (Schubert, 1987: 305) y en 1993 (Schubert & Vivas, 1993: 140), por regresión lineal, que ésta retrocedía a razón de 6 m por año (obsérvese la Figura 21); para ello utilizó data histórica de Sievers (1886), Jahn (1925) y Blumenthal (1923), así como su propia data (Schubert, 1971).

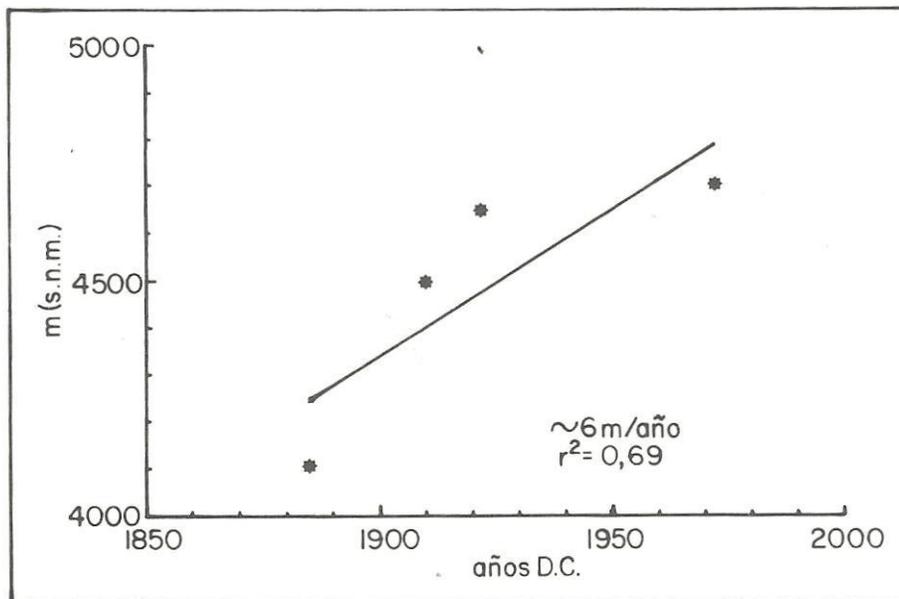


Figura 21. Regresión del ascenso de la línea de nieve (límite de los glaciares) entre 1885 y 1972, publicada por Schubert & Vivas (1993: 140), basada en datos suministrados por Sievers (1886), Blumenthal (1923), Jahn (1925) y Schubert (1971)



VI

Desde el punto de vista histórico, vale la pena ahora volver sobre la pregunta, ¿cuáles han sido las opiniones en torno a las causas de este deshielo glacial merideño? Como se ha comentado antes, los primeros en adelantar especulaciones fueron José Vicente Nucete y Tulio Febres Cordero.

Se ha expuesto anteriormente que los glaciares merideños venían siendo observados por propios (y extraños), al menos desde el siglo 19, notándose una disminución en su tamaño. En 1928 el célebre hombre de letras merideño, especuló, escribiendo [ver referencia de nota 11]: "(...) **¿Cuál es la causa del deshielo? Atribúyase, con razón, a los grandes desmontes hechos en beneficio de la agricultura y la cría, y concretamente, a los que se han efectuado en las faldas de la misma Sierra, a lo largo de la fértil cañada del Chama**" (p. 21).

Más acá, en 1992, Carlos Schubert, geólogo de profesión, escribió (Schubert, 1992: 63):

"Los dos principales glaciares que se han derretido desde 1972 (Timoncito y Nuestra Señora) estaban localizados sobre los flancos sureste de sus respectivos macizos. Un factor que probablemente fue significativo en sus acelerados deshielos fue la exposición al Sol matutino; por las tardes, la Sierra Nevada es comúnmente cubierta con nubes, ofreciendo protección a los glaciares de cara al noreste. Al mismo tiempo, se debería investigar hasta dónde la contaminación atmosférica producida por la ciudad de Mérida, localizada en el estrecho y profundo valle de río Chama a 25 km al oeste del pico Bolívar, está contribuyendo al derretimiento acelerado de los glaciares observado durante los últimos 20 años" (cursivas nuestras).

Así, Schubert plantea como posible causa la contaminación atmosférica producida por la ciudad de Mérida que llega hasta los glaciares y los derrite. Pero, ¿es esto cierto? La Rosa et al. (2013) han demostrado que el aire de esta ciudad no es tan sucio como para considerarlo muy contaminado; por lo tanto, dudamos que esta sea la causa.

Por los tiempos que corren, e ignorando el retroceso glacial que viene ya del siglo 19 (cuando no había alta contaminación antrópica), la especie según la cual el "cambio climático" moderno es el causante determinante y principal del descongelamiento en cuestión, se propone como explicación. Por ejemplo, Barroeta (2008) plantea que el cambio climático en Mérida es una causa de la desaparición glacial; dice que a partir de los datos de 30 estaciones hidrometeorológicas del estado Mérida, se determinó que la temperatura aumenta 0.8 °C cada 100 años. Agrega que este aumento de temperatura y las alteraciones en las lluvias, por escasez o por abundancia, ocasionan un retroceso acelerado de los glaciares. Estas aseveraciones hay que tomarlas como mucho cuidado puesto que son extrapolaciones estadísticas en las que están involucrados sitios muy altos y un tanto remotos de las estaciones consideradas en el estudio; correlaciones estadísticas, como las realizadas por este autor, no son suficientes como para atribuirle tal causa física.

Iguals consideraciones de tipo micro-climático hacen Braun & Bezada (2013) sobre la base del ascenso de la altura del nivel de congelamiento tropical (ANC) (altitud de la isoterma 0 °C) la cual ha aumentado, en promedios anuales entre 1948 y 2011, según se observa en la Figura 22 (a), presentado por Bradley et al. (2009).



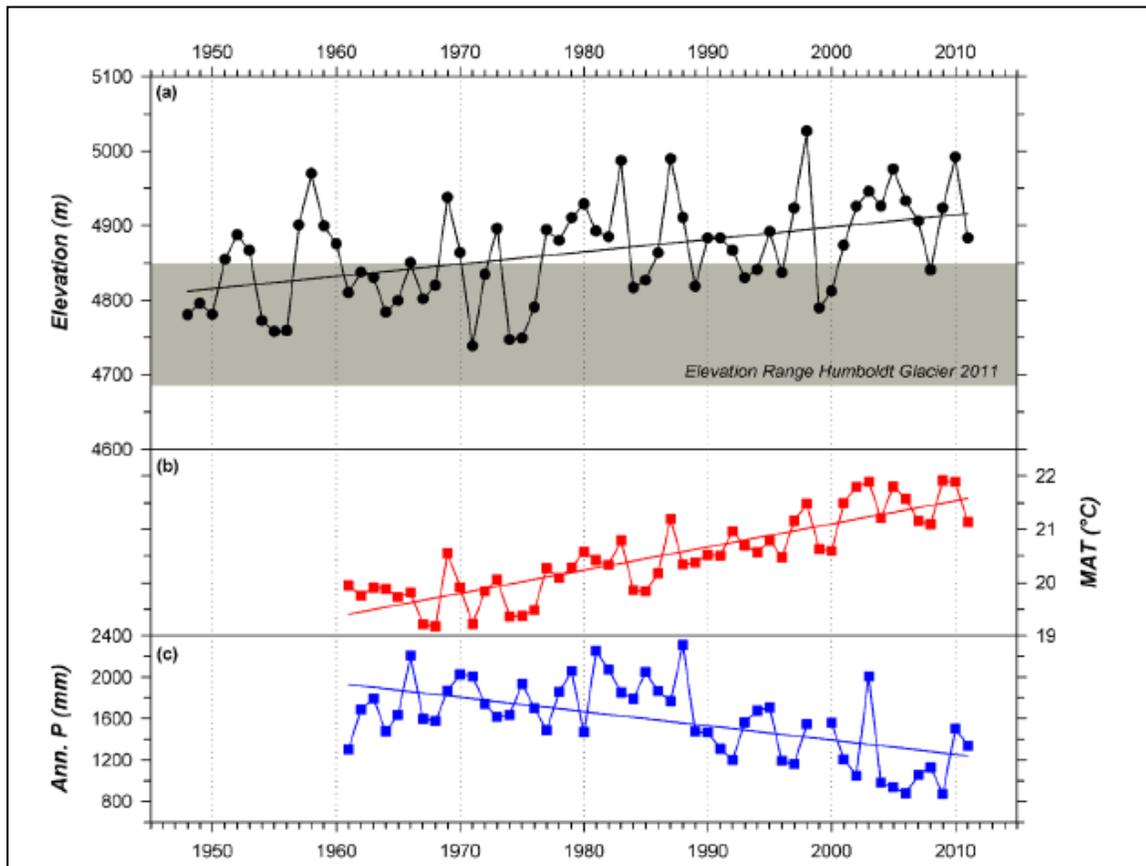


Figura 22. (a) Tendencia lineal ascendente de la altura del nivel de congelamiento (ANC) tropical (medio anual), entre 1948 y 2011, usado por Braun & Bezada (2013) en su estudio, tomado de Bradley et al. (2009); nótese que para el 2011 el promedio anual de ese año coincidió con el ANC del glaciar Humboldt. (b) Tendencia lineal ascendente de la temperatura media anual de Mérida (¿estado o ciudad?) entre 1961 y 2011. (c) Tendencia lineal descendente de la precipitación anual de Mérida (¿estado o ciudad?) entre 1961 y 2011. Braun & Bezada (2013) piensan que el ascenso de la ANC andino venezolano se debe al ascenso de la temperatura y disminución de la pluviosidad de Mérida (¿cuál?). Pareciera que esto no es cierto a la luz de los trabajos de Silva León (1992, 2001) relativos a las nevadas caídas en los picos merideños

Este ascenso del ANC es usado para contextualizar o justificar el ascenso de la línea de nieve o límite de los glaciares merideños, el cual ha aumentado a 4864 m snm en 2011 [en el sector sombreado de la Fig. 22 (a)]. Braun & Bezada (2013) asocian este detalle al aumento de la temperatura y disminución de la pluviosidad de Mérida [Fig. 22 (b) y (c)], sin aclarar a qué Mérida se refieren, si al estado o a la ciudad. De nuevo, como en el caso de Barroeta (2008), hay que considerar esto con mucho cuidado. Para salir de la duda, basado en el estudio de Silva León (1992), habría que estudiar si ahora cae menos nieve que antes o igual, estudio que el mismo Silva León (2001: 89, 95-96) hizo después, pero hasta 2001. Al hacer las comparaciones entre 1992 y 2001, pareciera que en esa década, la cantidad de nieve caída no varió mucho. Y, ¿desde 2002 hasta el

presente? Quién sabe. Suponiendo que esto permanece más o menos igual hasta ahora, ¿por qué retroceden los glaciares?

La Rosa (2008: 85), por su parte, especula en torno a una relación entre la cuenca del lago de Maracaibo y la criósfera merideña. Este autor argumenta lo siguiente:

"el aire procedente del sur del lago de Maracaibo es hoy más caliente, tanto por el cambio climático como por la situación particular de esta cuenca, como más cálido se hace cuando viaja por los cerros y montañas desnudas de capa vegetal, expuestas a la radiación solar, entre las zonas áridas ubicadas entre la ciudad de Ejido y el poblado de Estánquez".

Agrega que:

"La «brisa de valle», más cálida, durante el día desplaza el aire frío de la ciudad de Mérida, irrumpiendo en las concavidades de las escoriaciones montañosas de la sierra nevada, y ascendiendo hasta llegar a tener contacto con el casco de hielo, concentrando calor en el entorno de su estructura y derritiéndolo".

No creemos que esta sea la explicación sencillamente porque, en la troposfera, cuando el aire caliente asciende tiende a enfriarse adiabáticamente sin transmisión de calor al medio ambiente que lo rodea.

Una hipótesis más plausible o aceptable que la anterior sería aquella basada sobre lo que una vez planteó Davitaya en 1969 (Davitaya, 1969) sobre el efecto climático producido sobre los glaciares por el contenido de polvo atmosférico depositado en ellos. Dependiendo de las características radiativas de este polvo, las propiedades ópticas de la superficie del hielo, o sea, su albedo, puede cambiar. Si este polvo es absorbente de radiación solar, el glaciar tiende a calentarse y por lo tanto a derretirse; entonces, ¿cuán sucia está la cobertura de hielo de los glaciares merideños como para que esto se produzca? Nadie lo sabe. No obstante, podría haber una objeción a esta hipótesis y es que esta suciedad puede ser lavada al derretirse la nieve que cae, que se la puede llevar.

Sin querer negar un efecto adicional por posibles causas antrópicas actuales, nos inclinamos a creer mayormente en las evidencias y explicaciones expuestas por autores como Rull (1998), Polissar et al. (2006) y Stansell et al. (2005, 2007) conectadas con el paleoclima de los Andes venezolanos, presuntamente controlado principalmente por factores de modulación solar las cuales son consistentes con las observaciones históricas glaciológicas hechas durante el siglo 19 y parte del siglo 20 cuando la intervención humana no era principalmente un problema.

El aspecto paleoclimático del problema comienza a ser abordado desde la perspectiva de la palinología arqueológica y sedimentología. Diversos estudios de estos tipos, realizados en los Andes venezolanos (e.g. Rull & Schubert, 1989; Rinaldi, 1993; Stansell et al., 2005), indican que éstos han sufrido a lo largo de miles de años atrás avances y retrocesos, que incluye la conocida Pequeña Edad de Hielo (Rull & Schubert, 1989). Así, Rinaldi (1993) concluye que durante los últimos 12650 años antes del presente (AP), la cordillera de Mérida ha estado expuesta a fluctuaciones climáticas definidas por: (1) fase fría y seca de Mucubají (entre 12650 y 12280 años AP); (2) fase cálida y húmeda de Mucubají (entre 12250 y 11960 años AP); (3) fase fría y húmeda de Mucubají, pero seca de Miranda (entre 11700 y 11000 años AP); (4) fase cálida de Miranda (entre 9350 y algo más de 6200 años AP); (5) fase cálida y seca de La Culata (entre 6200 y 6000 años AP); (6) fase cálida y húmeda de Miranda (entre algo más que 3640 y 2450 años AP); (7) fase cálida y húmeda de Piedras Blancas y la laguna Victoria



(entre 900 y 740 años AP, siglos 10 al 12 de nuestra era); (8) fase muy fría y seca de Piedras Blancas (entre 700 y 380 años AP, siglos 13 al 17 de nuestra era).

Stansell et al. (2005) extiende aún más atrás estas oscilaciones del clima andino venezolano concluyendo que: (1) el Último Máximo Glacial (UMG) ocurrió entre 22750 y 19960 años AP; (2) sobre el lado sureste (más húmedo) de la cordillera de Mérida, los glaciares tuvieron un significativo retroceso alrededor de 15700 años AP, seguido por varios avances glaciales menores entre 15850 y 13830 años AP; (3) al menos un mayor reavance glacial ocurrió entre 13830 y 10000 años AP en el sector suroriental más húmedo de la región; (4) El lado más seco del noroeste de la cordillera de Mérida registra un retroceso glacial alrededor de 14240 años AP; (5) múltiples sitios sobre ambos lados de los Andes merideños registran una fase adicional de extensa deglaciación aproximadamente 10000 años AP, etc.

Por otro lado, Stansell et al. (2007), reconstruyendo nueve paleo-glaciares con base a observaciones de campo, fotografías aéreas, imágenes de satélite y data topográfica digital de alta resolución, encontraron que la altitud de la línea-equilibrio glacial (LEG) en los andes merideños fue de ~ 850 a 1420 m más baja que la de la actualidad hace ~ 22750 a 19960 años AP, o sea, durante el UMG; y las temperaturas fueron al menos $8.8 \pm 2[.0]$ °C más bajas que hoy. Según estos autores la data paleo-glacial de los Andes venezolanos apoya otros registros publicados que indican un mayor descenso de la LEG y posiblemente un mayor enfriamiento en la parte norte de la Suramérica tropical que la parte sur.

En materia de paleo-temperaturas, Rull (1998) nos presenta un gráfico, reproducido aquí en la Figura 23, que nos ilustra cómo fue la oscilación del paleo-clima en nuestros Andes.

Todo lo anterior nos indica que el actual retroceso de los glaciares venezolanos, como en las otras en otras partes del mundo, no es sino un instante en el gran y largo ciclo de los glaciares montañosos tropicales (Kaser, 1999), poniendo en segundo plano las causas debido a la contaminación humana.



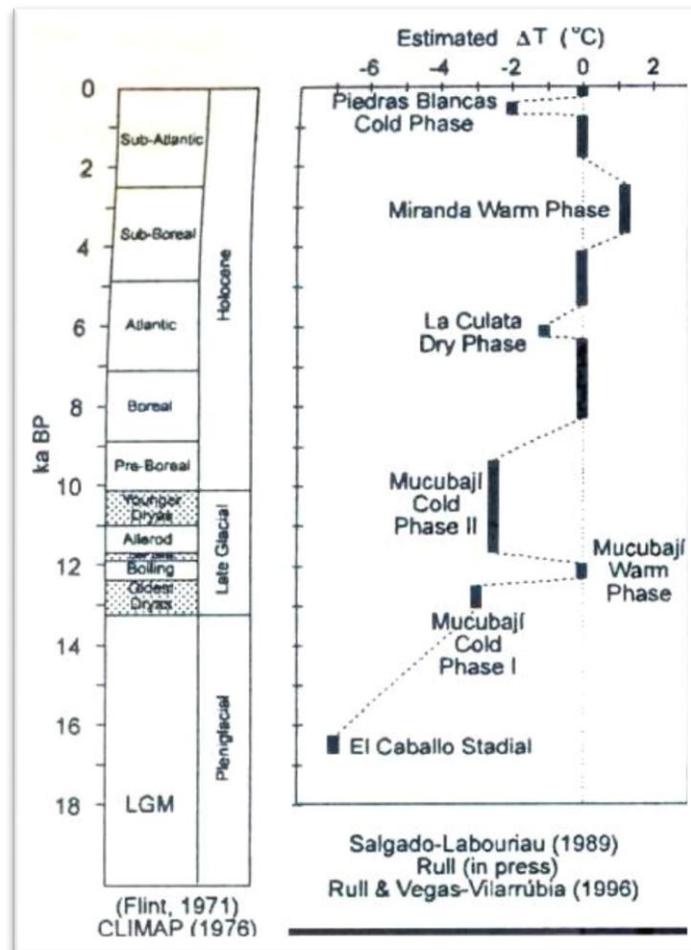


Figura 23. Variación paleo-climática de la temperatura durante el último ciclo glacial en los Andes meridionales. Se destacan las fases frías y calientes en sectores como los de Mucubají, La Culata, Piedras Blancas, etc. (Rull, 1998)

Entonces, ¿Cuáles son las causas naturales de este largo ir y venir de los glaciares criollos? Polissar et al. (2006) intentan contestar esta pregunta. Estos autores reportan una reconstrucción de la historia del clima y de la glaciación en los Andes de Venezuela, que abarca 1500 años atrás, usando sedimentos lacustres de esas montañas. Encuentran cuatro avances glaciales entre *anno Domini* (AD) 1250 y 1810 que coinciden con las mínimas de la actividad solar. Calculan que una disminución de la temperatura de $-3.2 \pm 1.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y un aumento de la precipitación de $\approx 20\%$ son requeridos para producir las respuestas glaciales observadas. Pero además destacan la sensibilidad de las altas regiones tropicales a cambios relativamente pequeños en el forzamiento radiativo, lo que implica probables respuestas aun más grandes al forzamiento radiativo antropogénico, o sea, a un retroceso glacial más rápido debido a causas humanas. Según Maximiliano Bezada, uno de los co-autores del estudio, en la zona de la sierra nevada de Mérida hay mucha evidencia de glaciación. Entre los siglos XVII y XIX los glaciares descendieron [crecieron] varias veces, aproximadamente 300 metros, según los resultados de la investigación que hizo junto con expertos de la Universidad de Massachusetts, llamada "la Pequeña Edad de Hielo de los Andes Venezolanos", época en la que se produjo un enfriamiento extraordinarios y los glaciares descendieron [bajaron, crecieron] (Paéz,

2009). Bezada declara que durante la investigación asociaron el descenso de temperatura y el avance de los glaciares con una disminución de las manchas solares, lo cual trajo como consecuencia una disminución de la insolación que a su vez, originó un descenso en las temperaturas que explica el balance y desbalance ocurrido entre esos siglos (Paéz, 2009).

Este experto dice que aunque las manchas solares han sido estudiadas por los astrónomos desde el año 1600²⁶, demostrándose que cuando éstas disminuyen las emisiones térmicas del Sol (sic) son menores, lo que trae como consecuencia que haya una menor insolación y por tanto una baja de la temperatura, y hay gente que no cree en eso (Paéz, 2009). Sin embargo, afirma que actualmente hay una disminución de las manchas solares y científicos connotados están prediciendo que para el año 2030 podría haber un enfriamiento global como el ocurrido entre los siglos 17 y 18, por lo que es posible que en lugar de desaparecer los glaciares pudiera haber más hielo (Paéz, 2009).

En palabras de Bezada (Paéz, 2009: 6):

"Indudablemente los glaciares han empezado a retroceder y el cambio climático inducido por los gases de efecto invernadero es una realidad, pero no podemos desligarnos de los ciclos naturales, y en este caso estamos en un período donde las manchas solares han disminuido, lo cual podría traer una consecuencia adversa, es decir, un enfriamiento".

Y en palabras de Rinaldi (1993: 221):

"En resumen, en esta cordillera [la de Mérida] se han detectado claramente cuatro períodos fríos entre el Pleistoceno Tardío y el Holoceno, la mayoría secos, y cuatro intervalos cálidos y húmedos. La coincidencia de estos eventos con otros similares en diferentes partes del mundo, podría ser un reflejo de la magnitud y alcance global de estas fluctuaciones climáticas, las cuales también afectaron a las tierras bajas. Seguramente la continua búsqueda de nuevas evidencias (palino-paleoecológicas, geomorfológicas, estratigráficas, etc.), sumado a un fechamiento (sic) apropiado, permitirá en el futuro rellenar laso vacíos que existen y respaldar o modificar lo anteriormente expuesto".

Al final, Rinaldi (1993: 221) remata su trabajo con este planteamiento:

"Sería muy interesante y necesario llevar a cabo un proyecto multidisciplinario que involucrara la búsqueda de estos datos arqueológicos y etnobotánicos, junto con el análisis polínico, en algunas zonas de la cordillera, para así determinar realmente la influencia espacial y temporal del hombre sobre el ecosistema de páramo".

Sobre la base de lo expuesto, las "Cinco Águilas Blancas", del escritor merideño Tulio Febres Cordero, ya han levantado el vuelo otra vez (Figuras 24), pero no espantadas por la contaminación humana sino obedeciendo órdenes de la naturaleza. Y seguramente, como lo han demostrado los estudios comentados a lo largo del presente debate, a pesar de un presunto ataque de esa contaminación humana, inexorablemente, volverán a la cordillera de Mérida en un futuro muy lejano para el deleite de las generaciones por venir.

²⁶ Esto no es cierto. Las manchas solares comenzaron a ser detectadas y estudiadas por los europeos a partir de 1610 (Peñaloza-Murillo, 2015).



Figura 24. Cordillera de Mérida hoy día sin sus glaciares, lugar de inspiración del escritor merideño Tulio Febres Cordero para escribir su leyenda de las "Cinco Águilas Blancas" a finales de siglo 19²⁷, cuando esta cordillera tenía más hielo; [foto superior: <http://www.ivenezuela.travel/merida-es-el-corazon-de-los-andes-de-venezuela/>]

Agradecimientos

Las siguientes personas, miembros de la Dirección de los Servicios Bibliotecarios de la Universidad de los Andes-Mérida (SERBIULA), Ana Dávila y Doreibis Uzcátegui (biblioteca Integrada de Ciencias, Arquitectura e Ingeniería, BIACI), Fernando Peña (biblioteca de Geografía), Margiory Suárez (biblioteca de la Escuela de Ingeniería Forestal), y Neller Medina (biblioteca central "Tulio Febres Cordero"), suministraron información bibliográfica muy importante para la realización de este trabajo; por tal motivo, el autor agradece a ellas la colaboración prestada. Igualmente, este agradecimiento se hace extensivo al personal de la sala de publicaciones periódicas de la Biblioteca Central de la Universidad Central de Caracas por su ayuda con material solicitado. Asimismo, Alison O'Grady del Williams College (Williamstown, Massachusetts) suministró documentación histórica valiosa al igual que la librería "La Rama Dorada" de la ciudad de Mérida. El apoyo del personal de la sala de referencias y de publicaciones periódicas de

²⁷ Publicada por primera vez en el periódico merideño *El Lápiz*, el 10 de julio de 1895.



la Biblioteca de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de los Andes-Mérida fue fundamental en la búsqueda exitosa de información hemerográfica necesitada para este trabajo, por lo que nuestra palabra de gratitud va para todos ellos. Agradecemos también al Sr. Rómulo Aranguren quien gentilmente nos facilitó un ejemplar del libro de Anton Göering sobre Venezuela, y a la Lic. Manuela Solé por la oportuna entrega de una referencia que no conocía. Igualmente, apreciamos mucho el apoyo material prestado por el Prof. Ing. Alí Rosario, de la Dirección de Servicios Generales de la Universidad de los Andes. Finalmente, respondemos de manera especial la invitación que nos hiciera el Grupo de Investigación en Extensión Universitaria de la Universidad Nacional Abierta para participar en la edición especial de la Revista UNAVISIÓN del Centro Local Carabobo.

Referencias

- Abreu, O. 2008. Deshielo de glaciares merideños es irreversible. *Últimas Noticias*, Caracas, 16 abril 2008; p. 2.
- Aguado, (Fray) Pedro. 1963. Recopilación Historial de Venezuela (Tomo II). Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas; pp. 377, 428.
- Apfel, F.T. 1932. Glaciation of the Venezuelan Andes. En: Proceedings of the Forty-fourth Annual Meeting of the Geological Society of America, held at Tulsa, Oklahoma, Tuesday, Wednesday, and Thursday, December 29, 30, and 31, 1931; *Bull. Geo. Soc. Am.* 43 (1), 191.
- Barroeta, R. 2008. Estudio multitemporal del retroceso glaciar (Picos Bolívar, Humboldt y Bonpland) por el efecto del cambio climático Parque Nacional Sierra Nevada. Mérida-Venezuela. Trabajo de pregrado. Universidad de los Andes-Mérida, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía; 163 pp. Ver también:
http://docs.wixstatic.com/ugd/55e7d7_1d801aa3eea64391956b656045ccabb3.pdf
http://docs.wixstatic.com/ugd/55e7d7_d632650953f94c22a7100ef5191e4e17.pdf
- Blumenthal, M. 1923. In der Längsrichtung durch die venezolanischen Anden. *Jahrbuch des Schweizer Alpenklub* 57, 213-240.
- Bourgoin, P.H.G., Picon, J de D., Picon, J., Febres Cordero, A.M., Rubio, V., Pacheco, A. 1868. Ascensión a la Sierra Nevada de Mérida. *Vargasía*, Tomo I, N° 7, 199-202.
- Bourgoin, E. 1953. La Primera Ascensión al Pico Bolívar. Publicaciones de la Dirección de Cultura de la Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela; 46 pp.
- Braun, C., Bezada, M. 2013. The history and disappearance of glaciers in Venezuela. *J. Latin Am. Geog.* 12 (2), 85-124.
- Bradley, R.S., Keimig, F.T., Díaz, H.F. Hardy, D.R. 2009. Recent changes in freezing level heights in the Tropics with implications for the deglaciation of high mountains regions. *Geophys. Res. Lett.* 36 (L17701), doi: 10.1029/2009GL037712.
- Busk, D. 1964. A map of the Andes of Venezuela. *Alpine J.* 69 (308), 122-123.



- Carbonell, D. 1919. De Mérida a las nieves eternas. *Gaceta Universitaria* (Mérida), N° 60.
- Cárdenas, A.L. 1962. El glaciario pleistoceno en las cabeceras del Chama. *Rev. Geog.* 3 (8), 173-194.
- Carrillo, E., Yépez, S. 2008. Evolución de los glaciares en los Andes venezolanos: picos Humboldt y Bonpland. *Bol. Geo.* 42 (1-2), 97-107.
- Chalbaud Zerpa, C. 1994. La Sierra Nevada de Mérida. Universidad de los Andes, ediciones del rectorado (Talleres Gráficos Universitarios). Mérida, Venezuela; 509 pp.
- Cushman, G.T. 2011. Humboldtian science, creole meteorology, and the discovery of human-caused climate change in South America. *Osiris* 26, 19-44.
- Davitaya, F.F. 1969. Atmospheric dust content as a factor affecting glaciation and climatic change. *Ann. Assoc. Am. Geog.* 59, 552-560.
- Engel, F. 1869. Eine Ersteigung der Sierra Nevada de Mérida in Venezuela. *Globus* 15, 278-281, 298-301, 330-332.
- Ferrer, C., Dugarte, M., Ferrer, D. 2008. El cambio climático y algunos posibles efectos en los Andes venezolanos. *Investigación* [Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de los Andes], N° 17, 81-83.
- Giegengack, R., Grauch, R.I. 1975. Quaternary geology of the Central Andes, Venezuela: a preliminary assesment. *Bol. Geol. Pub. Esp.* 7, v 1, 339-441.
- Göering, A. 1962. Venezuela el más Bello País Tropical. Edición especial de los Talleres Gráficos de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela (traducción por María Luisa G. de Blay de la obra original "Von Tropischen Tieflanded zum Ewigen Schnee" de 1893); 172 pp.
- Guerrero Rodríguez, A.C. 1994. Génesis y Evolución de la Pintura de Paisaje en Venezuela (1890-1912). Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid; 675 pp.
- Gunther, A. E. 1940. A visit to the Andes of Venezuela. *Alpine J.* 52 (260), 70-89.
- Gunther, A.E. 1941a. Venezuela in 1940. *The Geog. J.* 97 (2), 73-79.
- Gunther, A.E. 1941b. The ascent of Pico Bonpland in the Andes of Venezuela. *Alpine. J.* 53 (263), 127-132.
- Hanbury-Tracy, J. 1944. Journeys in the Northern Venezuelan Andes. *The Geog. J.* 104 (5,6), 145-165.
- Jahn, A. 1907. Höhenbestimmung der Sierra Nevada von Mérida. *Gessellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 694-699.



- Jahn, A. 1912a. Mis ascensiones a la Sierra Nevada de Mérida. *El Cojo Ilustrado*, Año XXI, N° 497, 466-472.
- Jahn, A. 1912b. Orografía de la cordillera venezolana de los Andes. *Rev. Téc. M.O.P.* 2 (21), 451-488.
- Jahn, A. 1918. Contribución a la climatología de Venezuela: la temperatura media y su distribución. Imp. Bolívar, Caracas; 16 pp.
[http://cic1.ucab.edu.ve/cic/ajhdigital/texto/1918_1.pdf].
- Jahn, A. 1925. Observaciones glaciológicas en los Andes venezolanos. *Cultura Venezolana*, Año VII, N° 64, 265-280.
- Jahn, A. 1931. El deshielo de la sierra nevada de Mérida y sus causas. *Cultura Venezolana*, Año XIV, N° 110, 204-214.
- Kaser, G. 1999. A review of the modern fluctuations of tropical glaciers. *Glob. Planet. Change* 22 (1), 93-103.
- Kern, F.D. 1937. Visiting Venezuela. *The Sci. Mon.* 4 (2), 101-116.
- La Rosa, C. 2008. La cuenca del lago de Maracaibo y la criosfera merideña. *Investigación* [Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de los Andes], N° 17, 84-86.
- La Rosa, C., Andressen, R., Contreras, A., Fernández, R. 2013. Concentraciones de partículas totales en suspensión (PTS) y su caracterización química, durante el primer período lluvioso del año 2004, en la atmósfera de la ciudad de Mérida, Venezuela. *Terra* (nueva etapa) 29 (45), 55-81.
- Maldonado, S.D. 1905a. Por las sierras nevadas (primera parte). *El Cojo Ilustrado*, Año XIV, N° 330, 570-573.
- Maldonado, S.D. 1905b. Por las sierras nevadas (segunda parte). *El Cojo Ilustrado*, Año XIV, N° 331, 602-605.
- Mejía, A. 2008. Premio Nobel 2007 estudiará glaciales merideños. *Diario de los Andes*, Mérida 28 abril 2008; p. 3. *Cambio de Siglo*, Mérida 28 de abril 2008; p. 2.
- Morris, J.M., Poole, A.J., Klein, A.G. 2006. Retreat of tropical glaciers in Colombia and Venezuela from 1984 to 2004. as measured from ASTER and Lansat images. En: Proceedings 63rd Eastern Snow Conference. Newark, Delaware; pp. 181-191.
- Neuberger, H. 1970. Climate in art. *Weather* 25 (2), 46-56.
- Oliver Brachfeld, F. 1951. Sievers en Mérida - De los apuntes de un geógrafo alemán en la Cordillera, (1885) traducidos y comentados. Publicación N° 15 de la Dirección de Cultura de la Universidad de los Andes, Mérida; 41 pp.



- Páez, C. 2009. Glaciares criollos van pico abajo. *Últimas Noticias*, Caracas 11 de diciembre de 2009; p. 6.
- Peñaloza-Murillo, M.A. 2015. Las manchas solares en tiempos de Galileo: la polémica de hace 400 años. En: La Universidad de los Andes en el 450. Aniversario del natalicio de Galileo Galilei (1564-1642) [Conferencias - Parte II]. Publicaciones del Vice-Rectorado Académico de la Universidad de los Andes (Mérida, Venezuela); pp. 45-71.
- Polissar, P.J., Abbott, M.B., Wolfe, A.P., Bezada, M., Rull, V., Bradley, R.S. 2006. Solar modulation of Little Ice Age climate in the tropical Andes. *Proc. Nat. Acad. Sc.* 103 (24), 8937-8942.
- Rinaldi, M. 1993. Paleoeología cuaternaria. En: El Cuaternario de la Cordillera de Mérida - Andes Venezolanos (Carlos Schubert & Leonel Vivas, eds.). Universidad de los Andes (Mérida) / Fundación Polar (Caracas); pp. 199-221.
- Röhl, E. 1947. Anton Goering. *Bol. Acad. Cs. Fís. Mat. Nat.* (Caracas), Año 13 - Tomo X, N° 31, 386-416.
- Royo y Gómez, J. 1956. Glaciation. En: Stratigraphical Lexicon of Venezuela (English Edition). *Boletín de Geología*, Special Publication N° 1, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología. Caracas; pp. 470-471.
- Royo y Gómez, J. 1959. El glaciario pleistoceno en Venezuela. *Bol. Infor. Asoc. Vzlna. Geo. Min. Pet.* 2 (11), 332-353.
- Rull, V. 1998. The IGBP-pages project in Venezuela. Background information. En: Pole-Equator Paleoclimate of the Americas - PEP 1 abstracts. PEP 1 Mérida, Venezuela Meeting, March 16 to 20, 1998 [US National Science Foundation / Inter American Institute for Global Change (IGBP-PAGES) / Centro de Investigaciones Ecológicas de los Andes Tropicales (CIELAT), Universidad de los Andes-Mérida].
- Rull, V., Schubert, C. 1989. The Little Ice Age in the tropical Venezuelan Andes. *Acta Cient. Vzlna* 40, 71-73.
- Schubert, C. 1971. Observaciones geomorfológicas y glaciales en el área de Pico Bolívar, Sierra Nevada de Mérida, Venezuela. *Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. Pet.* 14, 193-261.
- Schubert, C. 1972. Geomorphology and glacier retreat in the pico Bolívar area, sierra nevada de Mérida, Venezuela. *Z. Gletscherk. Glazialgeol.* 8 (1-2), 189-202.
- Schubert, C. 1974. Late Pleistocene Mérida glaciation, Venezuelan Andes. *Boreas* 3, 147-152.
- Schubert, C. 1976. Definición geológica de la Glaciación Mérida, Andes venezolanos. *Bol. Geo. Pub. Esp.* 7 (2), 1181-1185.



- Schubert, C. 1980. Contribución de Venezuela al inventario mundial de glaciares. *Bol. Soc. Vzlana. Cs. Nat.* 34 (137), 267-279.
- Schubert, C. 1984. The Pleistocene and recent extent of the glaciers on the Sierra Nevada de Mérida. *Erdwissenschaftliche Forschung* 18, 269-278.
- Schubert, C. 1987. La extensión de los glaciares pleistocenos en la Sierra Nevada de Mérida. *Bol. Soc. Vzlana. Cs. Nat.* 41 (144), 299-308.
- Schubert, C. 1992. The glaciers of the Sierra Nevada de Mérida (Venezuela): A photographic comparison of recent deglaciation. *Erdkunde* 46, 58-64.
- Schubert, C., Vivas, L. 1993. El Cuaternario de la Cordillera de Mérida - Andes Venezolanos. Universidad de los Andes (Mérida) / Fundación Polar (Caracas); 345 pp.
- Schubert, C. 1997. Contribuciones de Wilhelm Sievers y Alfredo Jahn a la glaciología venezolana. *Geos, Rev. Vzlana. Cs. Tierra*, N° 37, 133-138.
- Schubert, C. 1998. Glaciers of Venezuela. En: Satellite Image Atlas of Glaciers of the World - South America (R.S. Williams Jr. & J.G. Ferrigno, eds.). USGS Professional Paper 1386-I. U.S. Government Printing Office, Washington. D.C. [<http://pubs.usgs.gov/pp/p1386i/>]
- Sievers, W. 1885-1886. Reiseberichte aus Venezuela. *Mitt. Geog. Ges. Hamburg* 12, 1-148.
- Sievers, W. 1888a. Die Cordillere von Mérida nebst Bemerkungen über das karibische Gerbirge. *Geographische Abhandlungen* (Penck) 3, 1-238.
- Sievers, W. 1888b. *Venezuela*. L. Friederichsen, Hamburg; 359 pp.
- Sievers, W. 1908. Zur Vergletscherung der Cordilleren des tropischen Südamerika. *Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie* 2, 271-284.
- Sievers, W. 1911. Die heutige and die frühere Vergletscherung südamerikas. *Sammlungen Wissenschaftlicher Vorträge* (F.C.W. Vogel, Leipzig, Heft) 5, 1-24.
- Silva León, G.A. 1992. Nevada media anual en los Andes merideños. *Rev. Geog. Vzlana.* 33 (2), 245-259.
- Silva león, G.A. 2001. Los picos más altos del estado Mérida-Venezuela. *Rev. Geog. Vzlana.* 42 (1), 73-97.
- Stansell, N.D., Abbott, M.B., Polissar, P.J., Wolfe, A.P., Bezada, M., Rull, V. 2005. Late quaternary deglacial history of the Mérida Andes, Venezuela. *J. Quat. Sc.* 20 (7-8), 801-812.



- Stansell, N.D., Polissar, P.J., Mark B. Abbott, M.B. 2007. Last glacial maximum equilibrium-line altitude and paleo-temperature reconstructions for the Cordillera de Mérida, Venezuelan Andes. *Quat. Res.* 67 (1), 115–127.
- Toro, J., García, A., Romeri, L. 2008. ¿Nieves eternas en la Sierra Nevada de Mérida? *Investigación* [Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad de los Andes], N° 17, 90-93.
- Tricart, J. 1966. Geomorfología del área de Mucuchíes. *Rev. Geog. Vzlna.* 16-17, 31-42.
- Urbani, F. 1980. Bibliografía del doctor Alfredo Jahn (1867-1940). *Síntesis Geog.* Año 4, N° 8, 52-58.
- Urbani, F. 1985. Bibliografía de W. F. Sievers (1860-1921). *Bol. Hist. Geocs en Venezuela* 12, 1-11.
- Zerpa, F. 2009. Las nieves de los glaciares se despiden. *El Nacional.* Caracas, 3 marzo 2009; p. 1 (Ciudadanos).

