

Clasificaciones de pisos térmicos en Venezuela

Classification of thermal floors in Venezuela

Gustavo A. Silva León*

Recibido: septiembre, 2002 / Aceptado: noviembre, 2002

Resumen

Se presenta una cronología histórica y explicativa de trece clasificaciones venezolanas de pisos térmicos, precedidas por la clasificación de Humboldt de 1817. Los pisos térmicos o altitudinales son porciones de territorio limitadas hacia abajo y hacia arriba por valores determinados de temperatura media anual o de altitud. La primera clasificación venezolana es la de Codazzi en 1841, pero las primeras formuladas con base científica son las de Pittier en 1926 y 1935 y la de Jahn en 1934, las cuales marcaron la pauta para la mayoría de las clasificaciones posteriores hasta 1999. Adicionalmente se presenta la clasificación de pisos altitudinales o biotérmicos de las zonas de vidas de Holdridge, por su aplicación frecuente en Venezuela. Las clasificaciones de pisos térmicos tienen un interés climático en atención al confort humano y al desarrollo de actividades agropecuarias, pero también tienen un interés ecológico y biogeográfico. Se objeta la aplicación de términos no térmicos ni altitudinales para denominar los pisos de una clasificación y se recomienda para uso general una clasificación del autor.

Palabras clave: pisos térmicos; altitud; gradiente alto térmico; clima.

Abstract

It is presented a historical and explanatory chronology about thirteen venezuelan thermal floors classifications, preceded by Humboldt's classification in 1817. The thermal floors are portions of a territory whose limits superior and inferior are defined by given values of mean annual temperature or altitude. The first Venezuelan classification was developed by Codazzi in 1841 but the first classifications developed based in scientific facts were those developed by Pittier in 1926 and 1935 and by Jahn in 1934. The Pittier and Jahn classifications were the starting point and standard used to develop the later classifications up to 1999. Additionally, the biothermic floors of Holdridge's life zones classification are explained due to their frequent application in Venezuela. In general the thermal floors classifications have application in climatology in attention to the human confort and the development of agricultural activities, therefore they have also interesting ecological and biogeography application. The use of not thermal terms to designate the floors of a classification is not suggested. Instead author's classification presented in a previous work is recommended for general use.

Key words: thermal floors; altitude; high thermal gradient; climate.

* Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía, Mérida-Venezuela. E-mail: gsilva@ula.ve

Introducción

La altitud es un factor climático importante en las zonas montañosas. Es un hecho notorio que la temperatura media del aire cerca del suelo disminuye en dirección a cotas más elevadas. En las regiones próximas al ecuador terrestre, la altura del relieve modera y hasta reduce drásticamente las altas temperaturas que a poca altitud se presentan durante todo el año. Es el caso de Venezuela, un país tropical cuya porción continental se encuentra entre $0^{\circ} 39'$ y $12^{\circ} 11'$ de latitud norte y que en su orografía destacan los sistemas andino, costero, coriano y guayanés. Cabe agregar la isla de Margarita, ubicada en torno a los 11° de latitud norte y que tiene montañas de varios centenares de metros sobre el nivel del mar.

En la climatología venezolana se han denominado pisos altitudinales, térmicos o climáticos, y también franjas o zonas altitudinales, a aquellas porciones de territorio limitadas hacia abajo y hacia arriba por ciertas altitudes o temperaturas medias anuales escogidas. Estos límites algo arbitrarios se representan cartográficamente por una curva de nivel o una isoterma anual, según el caso.

Para una región montañosa con registros termométricos suficientes se puede cuantificar la estrecha relación existente entre temperatura media y altitud, mediante la ecuación de una recta cuya variable independiente es la altitud y cuya pendiente es un gradiente térmico vertical o alto térmico, que

indica una disminución de la temperatura media en el orden de 6°C por cada incremento de 1.000 m en la altitud a nivel del suelo.

Las clasificaciones de pisos térmicos o altitudinales surgieron en Venezuela en el siglo XIX. Ya entrado el siglo XX tuvieron lugar dos propuestas más elaboradas y mejor sustentadas: las de Pittier y Jahn, de las que se hicieron eco profesionales y naturalistas nacionales y extranjeros que les sucedieron hasta finales de ese siglo. Estas clasificaciones y otras más se discuten a continuación, incluso de autores de la Universidad de Los Andes.

Primeras clasificaciones

El sabio alemán Alejandro de Humboldt (1769-1859) estuvo, en la entonces Capitanía General de Venezuela, entre el 16 de julio de 1799 y el 24 de noviembre de 1800, primero que en cualquier otra parte de la América continental, dedicándole gran parte de su célebre Viaje a las regiones equinocciales del Nuevo Continente. En ese lapso realizó observaciones termométricas y barométricas en diversas localidades situadas a diferente altitud, comprobando la existencia de tierras templadas y frías en la Cordillera de La Costa. Destaca el hecho de que Humboldt realizó en enero de 1800, el primer ascenso al pico oriental de La Silla de Caracas, que con 2.640 m fue la mayor altitud que alcanzó en este país. Desde esa cima hasta

Caracas a 900 msnm y al vecino litoral guaireño determinó temperaturas en grados centígrados y altitudes en toesas, unidad equivalente a 1,95 metros, ilustrando así la variación de la temperatura con la altitud entre esas localidades.

Humboldt (1817) ofrece una clasificación térmica de tierras tropicales, que se muestra en el cuadro 1, la cual se puede considerar la precursora de las clasificaciones venezolanas y la pionera de la América tropical. Ya en el campo biogeográfico, Humboldt llegó a comparar el clima y la vegetación de las tierras altas tropicales y aún extra tropicales con los de tierras más bajas situadas en latitudes mayores, notando cierta correspondencia en la fisonomía y composición florísticas cuando las temperaturas medias son similares.

Años más tarde, el insigne militar y geógrafo ítalo venezolano Agustín Codazzi (1793-1859) preparó su notable Resumen de la Geografía de Venezuela, obra encomendada por el Presidente Páez en 1831 y editada en París en 1841, siendo muy elogiada por Humboldt

quien le envió una carta de felicitación. En la parte de descripción del clima se presenta la primera clasificación de pisos térmicos para el país, indicada en el cuadro 2.

Cuando todavía no existían estaciones meteorológicas en el país, Codazzi determinó temperaturas y altitudes de diversas localidades durante sus viajes por Venezuela, que le sirvieron de referencia para su clasificación. Ésta tiene la virtud de que las denominaciones de las tierras o pisos son clásicas, térmicas y sencillas, al igual que la de Humboldt. Sus límites altitudinales son precisos mas no justificados. El tope de la tierra fría era la máxima altitud conocida. En ese tiempo se creía por perspectiva, que el nevado de El Toro era el pico más alto del país, cuando en realidad es el sexto y tiene alrededor de 4.730 msnm (Silva, 2001). Codazzi le estimó 4.580 msnm cuando vino a Mérida a finales de 1830.

Otro joven sabio y naturalista alemán, Adolfo Ernst (1832-1899), quien arribó a Caracas a finales de 1861 para radicarse en esa ciudad, retomó la

Cuadro 1. Clasificación de Humboldt (1817)

Tierras	Rangos altitudinales (m)*
Calientes	0 a 800
Templadas	800 a 2.000
Frías	2.000 a 3.000
Heladas	Más de 3.000

* Valores citados por Monasterio (1980)

Cuadro 2. Clasificación de Codazzi (1841)*

Tierras	Rangos altitudinales	
	(varas)**	(metros)
Cálidas	Menos de 700	Menos de 590
Templadas	De 700 a 2.565	De 590 a 2.140
Frías	De 2.565 a 5.479	De 2.140 a 4.580

* Adaptado de la edición de 1940

** En la versión original; una vara equivale a 0,836 m

clasificación de Codazzi en su Idea general de la flora de Venezuela de 1877, pero amplía los límites de la tierra templada a 400 y 2.200 msnm (Jahn, 1934). En aquella época ya existían los primeros registros termométricos continuos del país: Colonia Tovar, en las montañas de Aragua, por el botánico germano americano Augusto Fendler (1813-1884); en Caracas por los ingenieros Agustín Avelado (1837-1926) y Alejandro Ibarra (1813-1880), y en Puerto Cabello por el médico alemán Bergholz (Röhl, 1948).

Clasificaciones de Jahn y Pittier

Un ex discípulo de Ernst, el ingeniero y naturalista caraqueño, Alfredo Jahn (1867-1940), en su Contribución al estudio de la Climatología de Venezuela de 1918, indica la altitud y la temperatura media de una gran cantidad de lugares de las regiones cordillerano costera, andina y llanera del país. La altitud fue determinada con barómetro de mercurio, salvo en la parte central del país

entre Caracas y Valencia donde él mismo había realizado nivelaciones trigonométricas cuando laboró en el Gran Ferrocarril de Venezuela; mientras la temperatura media anual fue estimada aplicando el método del francés Jean Boussingault (1802-1887), por el cual Jahn medía la temperatura a 50 cm de profundidad en el interior de un estrecho hoyo abierto en el suelo de un sitio techado y ventilado. A manera de prueba, Jahn (1918) aplica este método en Mérida y Maracaibo, obteniendo la misma temperatura media de esas ciudades para el período 1915-1917.

Además, Jahn (1918) promedia tanto temperaturas medias como altitudes de localidades andinas ubicadas en “zonas hipsométricas” que van de 1.000 en 1.000 m de altura, tomando una temperatura media de 27,6 °C a 0 msnm en la orilla del Lago de Maracaibo. Estos resultados se resumen en el cuadro 3. Por medio de ellos, Jahn dedujo un gradiente alto térmico promedio de 0,57 °C/100 m.

Entonces apareció en escena el suizo y también norteamericano Henri Pittier

Cuadro 3. Evaluación de Jahn (1918)*

N° de lugares	Altitud media (msnm)	Temperatura media (°C)	Gradiente térmico (°C/100m)**
-	0	27,6	-
7	1.135	21,2	0,564
5	2.016	16,0	0,575
4	3.177	9,65	0,565

* Para los Andes venezolanos (vertientes del Lago de Maracaibo) ** Respecto a la altitud 0

(1857-1950), ingeniero y botánico, quien se estableció en Venezuela en 1917 después de largos años de trabajo en Costa Rica y con el Servicio de Agricultura de los Estados Unidos, para el que trabajó en varios países latinoamericanos. En su conocido Manual de plantas usuales de Venezuela de 1926, Pittier renovó la clasificación de Codazzi y la de Ernst al cambiar los límites altitudinales e introducir los límites térmicos, como se observa en el cuadro 4, estableciendo por primera vez una correspondencia entre altitud del suelo y temperatura media del aire sobre el mismo. Los nombres de las tierras de Codazzi seguían vigentes.

Pittier debió utilizar la media anual de 20 °C del Observatorio Cagigal en Caracas, situado a 1.040 m, al fijar el límite inferior de la tierra templada. La altitud

de 2.800 m es parecida a la del pico Naimatá, cercano a Caracas y el más alto de la Cordillera de La Costa. La tierra fría es típicamente andina y su techo es la altitud del pico Bolívar, al que ya se le había determinado 5.002 m (Jahn, 1912).

Jahn (1934) hace una clasificación de cuatro zonas altitudinales o biológicas, reproducida en el cuadro 5. La altitud tope corresponde al límite inferior de los glaciares merideños. En esta clasificación Jahn fue propenso a comparar el clima y la vegetación de los pisos o zonas altitudinales con los de otras latitudes por efecto de la altura en el trópico. Como ya se dijo, Humboldt había notado algunas semejanzas en este sentido y seguramente Ernst Jahn (1934) añade un cuadro de temperaturas mínimas y

Cuadro 4. Clasificación de Pittier (1926)

Tierras	Fajas Equivalentes	Límites altitudinales (m)	Temperaturas medias (°C)
Caliente	Basal	De 0 a 1.000	28 a 21
Templada	Intermedia	De 1.000 a 2.800	20 a 12
Fría	Superior	De 2.800 a 5.000	11 a 0 ó menos

Cuadro 5. Clasificación de Jahn (1934)

Zonas altitudinales o biológicas	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Tropical o cálida	0 a 800	27 ó 28 a 23
Subtropical o templada	800 a 2.000	23 a 16
Subalpina o fría	2.000 a 3.000	16 a 11
Alpina o paramera	3.000 a 4.600 ó 4.700	11 a 1,5

máximas para los límites de las zonas biológicas en los Andes venezolanos, muy conocidos por él.

Para esta clasificación Jahn no sólo dispuso de sus propios datos de temperatura media según el método de Boussingault (Jahn, 1918), sino también tuvo a mano los registros de temperatura anual para los períodos 1900-1932 en el Observatorio Cagigal, 1915-1931 en Maracaibo y Mérida, 1917-1931 en Ciudad Bolívar y 1919-1932 en Calabozo.

Pittier (1935) objeta la clasificación de su amigo Jahn con los argumentos siguientes:

1. Es mejor utilizar la expresión piso o faja altitudinal y dejar el de zona para latitud.
2. Los términos tropical y subtropical son poco apropiados por su sentido latitudinal.
3. Es preferible sustituir los términos subalpino y alpino por subandino y andino, por no haber equivalencia entre la estratificación climática alpina y la andina.
4. No es válida la denominación de páramo porque se aplica a una formación florística de altitud variable.

En relación al sentido biológico que pueda tener una clasificación de esta naturaleza, Pittier señalaba que “...en el concepto estrictamente biológico, es preciso no exagerar la importancia práctica de las divisiones altitudinales ... Si se basan en la altitud y las condiciones térmicas únicamente, no tienen aplicación a la fauna y la flora ... El desideratum sería una división altitudinal que tenga en cuenta tanto las plantas como los animales” (Pittier, 1935: 94); y que por tanto se requería un acuerdo entre botánicos y zoólogos sobre la distribución altitudinal de las especies para poder definir pisos bióticos.

Pittier (1935) admite la idea de dividir la tierra fría en dos y denomina gélida la más alta, la cual recuerda la tierra helada de Humboldt (1817), reformando así su clasificación anterior y resultando la del cuadro 6. En esta ocasión Pittier introdujo el término piso para indicar el carácter macro, meso o microtérmico de las tierras.

En el ínterin de sus dos clasificaciones, Pittier visitó los Andes merideños en 1928 y 1929 y fue director provisorio del Observatorio Cagigal de Caracas

Cuadro 6. Clasificación de Pittier (1935 y 1939)

Tierras	Pisos climáticos	Límites altitudinales (m)	Temperaturas medias (°C)
Caliente	Mega o macrotérmico	Menos de 1.000	28 a 21
Templada	Macro-mesotérmico	De 1.000 a 2.800	20 a 12
Fría	Meso-microtérmico	De 2.800 a 3.800	11 a 5
Gélida	Microtérmico	De 3.800 a 5.000	5 a 0 ó menos

entre 1931 y 1933, gestión en la que privilegió la función meteorológica de esa institución. Para su segunda clasificación, Pittier no modificó los límites altitudinales y térmicos de los pisos iniciales a pesar de las dudas. Por ejemplo ¿por qué Caracas quedaba en la tierra caliente? Esta interrogante llegó a Pittier, quien dudaba de la eterna primavera caraqueña por las “temperaturas extremadas” pero hizo la concesión de que, por excepción, podría incluir a la capital de la república en la tierra templada (Pittier, 1935). Sin embargo, la altitud de 1000 m tenía una razón biológica porque la flora costanera y de los valles de Aragua alcanzaba esa altura. También pudieran objetarse el carácter mesotérmico de la tierra fría y los gradientes térmicos que se infieren.

Las clasificaciones de Jahn y Pittier dejaron gran huella en autores posteriores y algunos de éstos plantearon variantes de aquéllas. Sobre tal influencia el economista Pascual Venegas Filardo, comenta en su prólogo a la Geobotánica de Venezuela de Pittier (1972), que las clasificaciones de Jahn y Pittier son las adoptadas por los pocos tratadistas de geografía física con que cuenta el país.

El naturalista caraqueño, Eduardo Röhl (1891-1959), fue exponente de la clasificación de Jahn. En 1942 la aplica para describir “Cuadros fisonómicos de los paisajes de las zonas altitudinales de Venezuela” y explicar la distribución geográfica de la fauna (Röhl, 1949). En su Climatología de Venezuela de 1945 le

agrega términos de Pittier (1939): los de faja megatérmica para la zona tropical, faja macro-mesotérmica para la zona subtropical o templada, faja mesotérmica para la zona subalpina o fría y faja microtérmica para la zona alpina o paramera. Además, Röhl (1951) calcula el gradiente térmico vertical de Venezuela, obteniendo un “valor medio definitivo” de 0,61 °C/100 m con datos de 28 estaciones.

La clasificación de Pittier (1935) fue aplicada en el campo botánico por su discípula Zoraida Luces de Febres, quien dividió los pisos cálido y templado en dos subpisos de igual altitud, dejando igual los pisos frío y gélido, para ubicar más de 400 especies de gramíneas en esos pisos y subpisos (Luces, 1942). Luego esa clasificación de Pittier es la referida por Venegas (1945). Mientras que Fernández (1946) parece combinar la primera clasificación de Pittier y la de Jahn en una de tres “zonas altitudinales”, con la que analiza la distribución geográfica de las familias de aves venezolanas.

Años más tarde, Santos Rodolfo Cortés trató la influencia de los pisos térmicos en el campo geográfico e hizo mención de las clasificaciones de Pittier y Jahn (Rodolfo, 1961). Además, en 1962 se propuso una clasificación específica de “zonas térmicas ganaderas” para ser aplicada en Venezuela y demás regiones tropicales (Burgos *et al.*, 1965).

El geólogo y geógrafo chileno venezolano Alfonso Freile, criticó abiertamente las clasificaciones térmicas como las de Pittier y Jahn (Freile, 1962).

Quizás le parecieron clasificaciones climáticas caducas y por ello insistía en considerar la precipitación. Es de resaltar que Pittier y Jahn se ocuparon mucho de la medición y el estudio de la precipitación pero no la usaron para definir unos pisos que son precisamente térmicos. Pese a su crítica, Freile (1962) cree posible contemplar tres “pisos altitudinales-térmicos” en Venezuela y otros países tropicales pero no los identifica. En cuanto a las clasificaciones climáticas, el meteorólogo y climatólogo Jesús Sánchez Carrillo, pudo ser el primero en usarlas en Venezuela, en particular la de Köppen (Sánchez, 1951).

Clasificaciones posteriores a Jahn y Pittier

Dos influyentes geógrafos catalanes, don Pablo Vila (1881-1980) y su hijo Marco-Aurelio Vila (1908-2001), formularon sus propias clasificaciones de pisos térmicos apoyándose en las de Pittier y Jahn. El padre había sido llamado en 1946 para trabajar en el Instituto Pedagógico de Caracas, donde organizó y dirigió los estudios geográficos, mientras el hijo ya era docente de la Universidad Central de Venezuela desde 1943.

En el cuadro 7 se aprecia la clasificación de M. Vila (1955), quien amplía la de Jahn (1934) al introducir un piso templado entre el subtropical y el subalpino o frío y al agregar uno gélido. Aquí se vuelven a encontrar los términos objetados por Pittier (1935) para deno-

minar pisos térmicos. Por demás, el piso gélido se refiere al hielo de los glaciares y es diferente al de Pittier (1939), que tiene un límite inferior mucho más bajo. La clasificación de M. Vila se hizo popular desde un principio porque figuraba en un texto de geografía aprobado oficialmente para la educación secundaria y normal en 1954 y 1957. Además tuvo acogida en otros textos geográficos como el del cubano Leví Marrero (1964).

Luego, M. Vila (1967) cambia algunos límites altitudinales y térmicos para los pisos del estado Mérida, el único de Venezuela con territorio sobre los 4.000 m, puesto que el límite superior del piso frío subió a 3.600 m con 7,5 °C de media anual, mientras las temperaturas medias a 1.500 y 2.200 msnm se elevaron a 20 y 16 °C, respectivamente. Además, el autor señala la gran importancia que tienen los pisos térmicos de ese estado montañoso, debido a la relación estrecha que ellos guardan con el desarrollo económico estatal.

Cuadro 7. Clasificación de M. Vila (1955)*

Pisos térmicos	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Tropical o cálido	0 a 800	28 a 22
Subtropical	800 a 1.500	22 a 18
Templado	1.500 a 2.200	18 a 14
Frío	2.200 a 3.000	14 a 9
Paramero	3.000 a 4.700	9 a - 1
Gélido	4.700 a 5.000	- 1 a - 4

* La primera edición de su Geografía de Venezuela fue en 1953.

P. Vila (1957) propone un piso templado cálido que iría de 800 a 1.000 m hasta 1.500 a 1.700 m y uno templado frío hasta 2.200 a 2.400 m. Éstos corresponden al subtropical y al templado de M. Vila (1955), respectivamente. También, P. Vila (1960) recomienda fijar límites altimétricos según los promedios de temperatura mundialmente aceptados para diferenciar tipos climáticos en cálidos, templados, fríos, muy fríos y gélidos. Sin embargo, la clasificación de P. Vila (1960), presentada en el cuadro 8, no responde a sus propios planteamientos.

Más tarde, el geógrafo trujillano Antonio Luis Cárdenas, discípulo de Pablo Vila y fundador director del Instituto de

Geografía y Conservación de Recursos Naturales de la Universidad de Los Andes en 1958 y también rector fundador de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, hizo una clasificación que se indica en el cuadro 9, la cual recuerda más a la de Pittier (1935).

Acá se rescatan las denominaciones térmicas de los pisos y se repite el piso gélido de M. Vila (1955). La aparente tendencia a redondear los límites altitudinales y térmicos da lugar a gradientes térmicos muy diferentes, 8 °C/1.000 m en el piso megatérmico y 5 °C/1.000 m en el mesotérmico. Esta clasificación ha sido mantenida en ediciones posteriores y en otros trabajos como Cárdenas *et al.* (2000), donde se señalan tipos de

Cuadro 8. Clasificación de P. Vila (1960)

Pisos térmicos	Altitudes aprox. (m)	Temp. medias (°C)
Tierra caliente	0 a 900	Más de 22
Tierra templada	900 a 2.100	22 a 14
Tierra fría	2.100 a 3.300	14 a 8
Páramo	3.300 a 4.650	8 a 0
Nevados	4.650 a 5.000	Menos de 0

Cuadro 9. Clasificación de Cárdenas (1964)

Pisos térmicos	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Macro o megatérmico (caliente)	0 a 1.000	28 ó más a 20
Mesotérmico (templado)	1.000 a 3.000	20 a 10
Microtérmico (frío)	3.000 a 4.700	10 a 0
Gélido (nieves perpetuas)	4.700 a 5.000	Menos de 0

climas de la clasificación de Köppen para cada piso. También figura en Fuenmayor *et al.*, (1996) y en diversos textos escolares de geografía de Venezuela.

Mención aparte es el sistema universal de zonas de vida de Leslie Holdridge, que fue aplicado en Venezuela por Ewel *et al.* (1968). Aunque este sistema no tiene relación directa con las clasificaciones precedentes, en el mismo cristaliza la idea de Jahn, anticipada por Humboldt, de comparar pisos altitudinales tropicales con otras zonas latitudinales. En Venezuela se presentan todos los pisos altitudinales según Holdridge, los cuales se muestran en el cuadro 10. Estos pisos sólo tienen límites térmicos, ya que los límites altitudinales dependen primero de la latitud.

Ewel *et al.* (1968) no utilizan la temperatura media anual sino una biotemperatura media que resulta de hacer cero las temperaturas bajo 0 °C. Sin embargo, en el trópico la temperatura y la biotemperatura medias de por lo menos 6 °C se pueden suponer iguales. Aceptando para

Venezuela un gradiente alto térmico medio de -0,6 °C/100 m, resulta una amplitud hipsométrica de 1.000 m para los pisos premontano, montano bajo y montano. En tanto, el límite superior del piso tropical basal estaría entre 600 y 700 m de altura, por lo que el límite superior del piso montano debería estar entre 3.600 y 3.700 msnm. Visto así, el piso tropical basal equivale a la tierra cálida de Codazzi (1841), el piso premontano al piso subtropical de M. Vila (1961) y el piso montano a la tierra fría de Pittier (1939).

En su Atlas de Venezuela de 1969, el extinto Ministerio de Obras Públicas incluye una clasificación, presentada en el cuadro 11, que parece una reedición de la de Pittier (1926). Al piso mesotérmico se le deduce un elevado gradiente de 0,76 °C/100 m.

El meteorólogo germano venezolano Antonio Wilhem Goldbrunner, venido a Venezuela en 1950 para trabajar con el Servicio Meteorológico de la Fuerza Aérea y profesor de meteorología en

Cuadro 10. Clasificación de Ewel *et al.* (1968)* según Holdridge

Pisos altitudinales	Temperaturas medias (°C)	Superficies** (km ²)
Tropical basal	Más de 24	650.283
Premontano	De 24 a 18	227.940
Montano bajo	De 18 a 12	27.987
Montano	De 12 a 6	4.570
Subalpino, alpino y nival	Menos de 6	1.270
		Total: 912.050

* Adaptado de la edición de 1976

** Del mapa original a 1:1.000.000

Cuadro 11. Clasificación del MOP (1969)*

Pisos térmicos	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Megatérmico	Menor de 950	Mayor de 24
Mesotérmico	950 a 2.800	24 a 10
Microtérmico	Mayor de 2.800	Menor de 10

* Cita como fuente al Servicio Meteorológico del Ministerio de la Defensa

instituciones de Maracay y Caracas, creó una clasificación de pisos térmicos indicada en el cuadro 12, que en realidad es muy parecida a la de M. Vila (1955). Goldbrunner (1977) sugiere su uso como parte de una clasificación climática. El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables utiliza la clasificación de Goldbrunner en su Atlas de la vegetación de Venezuela de 1985.

Andressen y Ponte (1973) distinguen hasta siete pisos en la cuenca andina del río Chama, estado Mérida, que se describen en el cuadro 13. Esta clasificación también se asemeja a la de M. Vila (1955) pero acá se consideran dos categorías de páramo, frío y muy frío, que pudieron ser bajo y alto porque la expresión páramo

frío es por demás redundante. Ambos pisos tienen correspondencia con las tierras fría y gélida de Pittier, respectivamente.

Monasterio (1980) se apoya en la clasificación de Humboldt (1817) para formular una “zonificación altitudinal” aplicable a los Andes venezolanos, al analizar su poblamiento. La misma se indica en el cuadro 14. El rango altitudinal del piso andino es apropiado porque en Venezuela sólo en la Cordillera de Mérida existen centros poblados ubicados a más de 2.000 m de altitud y hasta 3.600 m, mientras la agricultura alcanza los 3.800 m y el pastoreo los 4.000 m y a veces más. En esta clasificación se introduce el término altiandino

Cuadro 12. Clasificación de Goldbrunner (1977)*

Pisos térmicos	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Tropical	0 a 600	28 a 24
Subtropical	600 a 1.500	24 a 18
Templado	1.500 a 2.000	18 a 15
Frío	2.000 a 3.000	15 a 10
Páramo	3.000 a 4.700	10 a 0
Gélido	4.700 a 5.000	-2 a 0

* Aparece en el Atlas climatológico de Venezuela, 1951-70 que él dirigió

Cuadro13. Clasificación de Andressen y Ponte (1973)

Pisos térmicos	Altitudes aprox.* (msnm)	Temperaturas medias (°C)	Superficies** (km ²)
Tropical o caliente	0 a 940	27,5 a 22	326,5
Subtropical	940 a 1.620	22 a 18	534,5
Templado	1.620 a 2.300	18 a 14	887,4
Frío	2.300 a 2.980	14 a 10	554,2
Páramo frío	2.980 a 3.830	10 a 5	691,0
Páramo muy frío	3.830 a 4.680	5 a 0	368,3
Hielos perpetuos	4.680 a 5.000	Menos de 0	4,1
			Total: 3.366,0

* Redondeada de 4.680 - 170T

** Cuenca del río Chama hasta El Vigía (cota 100 del cauce aprox.)

Cuadro 14. Clasificación de Monasterio (1980)

Zonas o pisos altitudinales	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Basal andina	0 a 1.000	27 a 21
Subandino	1.000 a 2.000	21 a 15
Andino	2.000 a 4.000	15 a 3
Altiandino	4.000 a 5.000	3 a -3

para un piso de congelamiento y descongelamiento diario. Se puede notar además que el gradiente alto térmico es invariablemente de $-6\text{ }^{\circ}\text{C}/1000\text{ m}$. Monasterio (1980) también usa su clasificación para analizar la distribución de las formaciones vegetales andinas.

Huber (1997) muestra una clasificación térmica sencilla para los sistemas montañosos del país, que se observa en el cuadro 15. Además establece una "zonificación altitudinal", premontana, montana y altimontana, que no tiene

límites fijos de altura ni de temperatura media debido a su concepción biótica. El autor aclara que su zona premontana es más baja que el piso premontano de Holdridge.

La Marca (1998) retoma la clasificación de Monasterio (1980) y formula una zonificación ecológica para la Cordillera de Mérida con propósitos biogeográficos, que no se muestra acá por ser inédita y porque pudiera estar en revisión. Esa zonificación, fundamentada en una división térmico-altitudinal, agrega

Cuadro 15. Clasificación de Huber (1997)

Pisos climáticos	Altitudes (m)	Temperaturas medias (°C)
Megatérmico	Menor de 500	Mayor de 24
Mesotérmico	500 a 2.500	24 a 12
Microtérmico	Mayor de 2.500	Menor de 12

“unidades” ecológicas que son “secuencias” húmedas y secas de cada piso y que tienen distintos rangos de precipitación.

Silva (1999) plantea nuevos pisos térmicos para la cuenca del río Chama, la única que en Venezuela alcanza un desnivel de 5.000 m. También formula las ecuaciones de temperatura media, máxima absoluta y mínima absoluta en función de la altitud. De la primera ecuación resulta un gradiente alto térmico de 0,60 °C/100 m. Esta clasificación, que aparece en el cuadro 16, surge del análisis hipsométrico de esa cuenca para sincerar las denominaciones de los pisos térmicos y uniformizar sus amplitudes.

La misma ya ha sido aplicada por Flórez y Manzanilla (1999) para la cuenca del río Chama hasta Tabay.

Silva (1999) emplea términos estrictamente térmicos para la identificación de los pisos, coincidiendo con los criterios de Pittier (1935). Caluroso se usa como sinónimo de caliente o cálido. Se introduce el término fresco, aludiendo a la sensación de frescura que se percibe al ascender suficientemente desde las calurosas tierras bajas. El adjetivo templado se aplica con su acepción térmica. La palabra gélido refiere la ocurrencia de temperaturas mínimas diarias por debajo de 0 °C todo el año, favore-

Cuadro 16. Clasificación de Silva (1999)

Pisos térmicos	Altitudes aprox.* (msnm)	Temperaturas media (°C)	Superficies ** (km²)
Caluroso	0 a 850	28 a 23	130
Fresco	850 a 1.650	23 a 18	610
Templado	1.650 a 2.500	18 a 13	1.040
Frío	2.500 a 3.350	13 a 8	740
Muy frío	3.350 a 4.200	8 a 3	570
Gélido	4.200 a 5.000	3 a -2	130
			Total: 3.220

* Redondeada de 4.680 - 167T

** Cuenca del río Chama hasta la afluencia del río Mocotíes a 320 msnm

ciendo la gelifracción recurrente, y se asocia también con el hielo de la nieve que precipita varias veces al año y el de los glaciares que apenas subsisten en los picos Humboldt y Bolívar de la Sierra Nevada de Mérida.

La amplitud térmica de 5 °C para todos los pisos parece adecuada si se quiere diferenciar sensorialmente la temperatura del aire, mientras que los intervalos de temperatura media de cada piso concuerdan con su denominación. Estableciendo equivalencias, el piso caluroso es megatérmico, el piso fresco es mesotérmico o más bien megamesotérmico, el piso templado es mesotérmico y los restantes son microtérmicos.

Conclusiones

Los pisos térmicos existen en la práctica porque la altura del relieve tiene gran incidencia sobre el clima y en consecuencia sobre el confort humano y el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, turísticas y recreativas y sobre la distribución geográfica de las plantas y los animales. Este efecto es más notable en la región andina. Entonces se justifica plantear clasificaciones teóricas de tales pisos, las que si bien apuntan más hacia el hombre y sus actividades, también pueden tener un interés ecológico o biogeográfico.

Las clasificaciones de pisos térmicos no son estrictamente climáticas porque éstas se fundamentan en regímenes térmicos y pluviométricos, mientras las

primeras tienen su razón de ser en la buena relación que hay entre altitud y temperatura media en cierto territorio. Los pisos térmicos vienen siendo parte destacada en la descripción del clima tropical de montaña. La influencia notable que la altitud tiene en dicho clima, da pie para que una clasificación de pisos térmicos pueda servir de base para presentar una clasificación climática, conocida o nueva, pero éste es otro tema a desarrollar.

Un piso térmico se debería definir con límites precisos de temperatura media y con un nombre de índole térmica. En consecuencia, los límites de altitud pertinentes resultarían de una relación matemática o estadística de la elevación del terreno con la temperatura media del aire sobre el suelo, por lo que es mejor citar primero los límites térmicos y luego los altitudinales. Además, conviene acompañar una clasificación con un gráfico de temperatura media versus altitud, o viceversa, para representar los pisos, incluyendo sus rangos de temperatura, expresados éstos mediante máximas y mínimas, medias o absolutas, como lo han hecho algunos autores.

Pittier (1935) tiene razón al desestimar términos latitudinales y ecológicos para designar pisos térmicos, mientras los vocablos subandino y andino que sugiere para la clasificación de Jahn sólo son para enmendarla. Clasificaciones que utilizan denominaciones no térmicas ni altitudinales, total o parcialmente, son las de Jahn (1934), M. Vila (1955), P. Vila (1960), Andressen y Ponte (1973)

y Goldbrunner (1977), teniendo la primera de ellas una intención biológica además de la climática.

Clasificaciones de pisos etimológicamente térmicos en Venezuela son entonces las de Codazzi (1841), Pittier (1926 y 1935), Cárdenas (1964), MOP (1969), Huber (1997) y Silva (1999). La última tiene buena aproximación con la sensación térmica de la piel y el confort humano, aunque éste depende de otros elementos climáticos además de la temperatura. Esa clasificación es recomendable para el país, sin olvidar que sus límites altitudinales son los obtenidos para la cuenca andina del río Chama. También se podría aplicar en otros países tropicales montañosos, agregándole un séptimo piso glacial, si fuera necesario.

Un caso aparte son los pisos altitudinales de la zonificación ecológica de Holdridge (Ewel *et al.*, 1968), cuyos nombres tienden a ser altitudinales sin dejar de ser pisos biotérmicos. Esta clasificación podría ser modificada ligeramente cambiando los términos subalpino, alpino y nival por el de montano alto. De esta manera todos los pisos serían de naturaleza altitudinal y la temperatura media sustituiría definitivamente a la biotemperatura media.

La nomenclatura utilizada en la clasificación de Monasterio (1980) también es altitudinal, en atención a los prefijos y términos usados. Sin embargo, los vocablos subandino y andino empleados por ella son distintos a los subandino y andino que suelen sustituir a los

subalpino y alpino de Jahn (1934) y de Holdridge según Ewel *et al.*, (1968), que también son distintos entre sí.

Es importante que toda clasificación de pisos térmicos sea debidamente justificada y sustentada, cualquiera que sea su propósito, que la nomenclatura sea apropiada y que haya más uniformidad en el uso y significado de los términos.

La utilidad biológica o ecológica que pueda tener una clasificación térmica, e incluso climática como la de zonas de vida de Holdridge, estriba en que cada piso o subpiso contenga una biota o ecosistema característico, pero es difícil definir límites altitudinales o térmicos con ese fin, porque la distribución geográfica de formaciones vegetales y ecosistemas depende también de otros elementos climáticos y del suelo, como mínimo.

Por último, pudiera ser de interés profundizar en el estudio de los gradientes térmicos en una o varias regiones geográficas, para así conocer mejor sus variaciones y su promedio. Sin embargo, son pocas y dispersas las estaciones climatológicas de primero y segundo orden existentes en el país como para concluir estos estudios en el corto plazo.

Referencias citadas

- ANDRESSEN, R. y PONTE, R. 1973. *Climatología e Hidrología*. Estudio integral de la cuenca de los ríos Chama y Capazón. Subproyecto II. Universidad de Los

- Andes. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Mérida. (Inédito). 135 p.
- BURGOS, J.; GÁMEZ, A.; LEÓN, C. y WIEDENHOFER, H. 1965. *Regiones bioclimáticas para la ganadería en Venezuela*. **Agronomía Tropical**. 15 (1-4):139-167.
- CÁRDENAS, A. 1964. **Geografía física de Venezuela**. Universidad de Los Andes. Mérida. 281 p.
- CÁRDENAS, A.; CARPIO, R. y ESCAMILLA, F. 2000. **Geografía de Venezuela**. Segunda edición. Fondo Editorial UPEL y Fundación Programa de Formación Docente. Caracas. 452 p.
- CODAZZI, A. 1841. **Resumen de la geografía de Venezuela**. Fournier. París. 648 p.
- _____. 1940. **Resumen de la geografía de Venezuela**. 3 tomos. Prólogo de E. López Contreras e Introducción de A. Jahn. Ministerio de Educación Nacional. Caracas.
- ERNST, A. 1877. Idea general de la flora de Venezuela. **Primer anuario estadístico de Venezuela**: 211-235. Caracas.
- EWEL, J.; MADRIZ, A. y TOSI, J. 1976. **Zonas de vida de Venezuela, memoria explicativa sobre el mapa ecológico**. Segunda edición. Ministerio de Agricultura y Cría, Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. 265 p.
- FERNÁNDEZ, A. 1946. *La avifauna venezolana y su distribución en zonas altitudinales*. **Acta Venezolana** 1 (3): 346-353.
- FLÓREZ, N. y MANZANILLA, G. 1999. *Análisis de la problemática originada por las crecidas del río Chama en la parte alta de la cuenca*. Trabajo especial de grado. Universidad de Los Andes, Escuela de Geografía. Mérida. (Inédito). 135 p.
- FUENMAYOR, W.; STRAUSS, E. y ROMERO, J. 1996. **Geografía física de Venezuela**. EdiLUZ, Universidad del Zulia. Maracaibo. 261 p.
- FREILE, A. 1962. **Meteorología y climatología tropical de Venezuela**. Estado Mayor Conjunto, División de Informaciones, Sección de Geografía. Caracas. 255 p.
- GOLDBRUNNER, A. 1977. *El clima de Venezuela y su clasificación*. Ministerio de la Defensa, Servicio de Meteorología y Comunicaciones de la Fuerza Aérea. Curso de extensión en Meteorología, 40° aniversario de la fundación del Instituto Universitario Pedagógico. Caracas. 16 p. + 44 fig.
- HUBER, O. 1997. Ambientes fisiográficos y vegetales de Venezuela. En: E. La Marca (ed.). **Vertebrados actuales y fósiles de Venezuela**. 279-298. Serie Catálogo Zoológico de Venezuela. Museo de Ciencias y Tecnología. Mérida-Venezuela.
- HUMBOLDT, A. 1817. **De distributione geographica plantarum secundem coeli temperiem et altitudinem montium prolegomena**. París.
- JAHN, A. 1918. *Contribución al estudio de la Climatología de Venezuela*. **Cultura Venezolana**. 1 (1): 37-50.

- _____. 1934. *Las temperaturas medias y extremas de las zonas altitudinales de Venezuela*. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**. 2 (14): 135-172.
- LA MARCA, E. 1998. *Biogeografía de los anfibios de la Cordillera de Mérida*. Postgrado de Ecología Tropical. CIELAT, Universidad de Los Andes. Mérida. (Inédito).
- LUCES de F., Z. 1942. *Distribución altitudinal de las gramíneas en Venezuela*. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**. 7 (51): 285-296.
- MARRERO, L. 1964. **Venezuela y sus recursos: una geografía visualizada, física, humana, económica y regional**. Cultural Venezolana. Caracas. 699 p.
- MONASTERIO, M. 1980. Poblamiento humano y uso de la tierra en los altos Andes de Venezuela. En: **Estudios ecológicos de los páramos andinos**. 170-198. (Editado por la autora). Ediciones de la Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela.
- PITTIER, H. 1926. **Manual de plantas usuales de Venezuela**. Litografía del Comercio. Caracas. 458 p.
- _____. 1935. *Apuntaciones sobre la geobotánica en Venezuela*. **Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales**. (3) 23: 93-114.
- _____. 1939. **Suplemento a las plantas usuales de Venezuela**. Editorial Élite. Caracas. 129 p.
- _____. 1972. **Geobotánica de Venezuela**. Colección científica, 16. Monte Ávila Editores. Caracas. 129 p.
- RODULFO, S. 1961. *Geografía altitudinal de Venezuela*. GEA, **Revista Venezolana de Geografía**. 1 (1): 45-87.
- RÖHL, E. 1945. *Climatología de Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 9 (27): 169-243.
- _____. 1948. *Historia de la meteorología en Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 11 (33): 486-526.
- _____. 1949. **Fauna descriptiva de Venezuela**. Segunda edición. Tipografía Americana. Caracas. 495 p.
- _____. 1951. *Sobre el gradiente térmico vertical de Venezuela*. **Boletín de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales**. 14 (44): 3-60.
- SÁNCHEZ, J. 1951. *Tipos de clima en Venezuela*. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay. 9 p.
- SILVA, G. 1999. *Análisis hidrográfico e hipsométrico de la cuenca alta y media del río Chama, estado Mérida, Venezuela*. **Revista Geográfica Venezolana**. 40 (1): 9-42.
- _____. 2001. *Los picos más altos del estado Mérida*. **Revista Geográfica Venezolana**. 42 (1): 73-97.
- VENEGAS, P. 1945. *El medio físico venezolano y las clasificaciones que de él han hecho geógrafos, naturalistas y economistas*. **Acta Venezolana**. 1 (2): 237-249.

G.A. SilvaLeón

- VILA, M. 1955. **Geografía de Venezuela.** Segunda edición. Fundación Eugenio Mendoza. Caracas. 389 p.
- _____. 1967. **Aspectos geográficos del estado Mérida.** Serie Monografías económicas estadales. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas. 356 p.
- VILA, P. 1957. *Las grandes áreas pluvio climáticas de Venezuela y sus paisajes.* **El Farol.** 170: 16-23.
- _____. 1960. **Geografía de Venezuela.** Tomo I: El territorio nacional y su ambiente físico. Ministerio de Educación, Dirección de Cultura y Bellas Artes. Caracas. 454 p.