

Moda, media y mediana de la altura del relieve mexicano

Mode, Mean *and the Median of the Height of the Mexican Relief*

Rodrigo Tovar Cabañas,* José Alfredo Jáuregui Díaz** y Shany Arely Vázquez Espinosa***

En este trabajo se determinaron las medidas de tendencia central de las celdas del *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0* desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, cuya característica principal es la resolución de 15 metros. El área estudiada comprende todo el territorio nacional: 1) se trabajó sobre un universo superior a los 9 mil millones de celdas; 2) los 225 m² que cubre cada celda es la mayor resolución que se ha logrado obtener para la escala nacional; 3) de estas, 58 % cae dentro de un promedio altitudinal de los 1 040 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.), mientras que el rango 0-100 m. s. n. m. corresponde a la moda, pues dicho intervalo se repite en 18 % de las celdas, en tanto que la mediana ocupa el valor de 1 045; 4) se determinó con un criterio análogo que la pequeña ciudad de Zumpango del Río, Guerrero, se sitúa sobre el promedio altitudinal, en tanto que, territorialmente hablando, la demarcación municipal de Axochiapan, Puebla,

In this work, the central tendency measurements of the cells of the *Mexican Elevation Continuum 3.0* developed by the National Institute of Statistics and Geography were determined, whose main characteristic is the 15-meter resolution. The studied area includes all the national territory: 1) we worked on a universe of more than 9 billion cells; 2) the 225 m² that covers each cell is the highest resolution that has been obtained for the national scale; 3) of these, 58 % fall within an average altitude of 1 040 meters above sea level (m.a.s.l.), while the range 0-100 m.a.s.l. corresponds to the mode, since this interval is repeated in 18 % of the cells, while the median occupies the value of 1 045 m.a.s.l.; 4) it was determined with an analogical criterion that the small city of Zumpango del Río, Guerrero, is located above the altitudinal average, while, territorially speaking, the municipal demarcation of Axochiapan, Puebla, presents the altitudinal average of the nation; and 5) re-

* Universidad de Xalapa, AC, rod_geo77@hotmail.com

** Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), jose.jaureguid@uanl.mx

*** Universidad Veracruzana, shanyvaz@gmail.com

presenta el promedio altitudinal de la nación; y 5) respecto a la moda, las localidades de Puerto Vallarta, Jalisco, y Acayucan, Veracruz de Ignacio de la Llave, son una buena representación de dicha tendencia e Ixtlán del Río, Nayarit, con sus 1 044 m. s. n. m., representaría la mediana.

Palabras clave: relieve mexicano; promedio altitudinal; *Continuo de Elevaciones Mexicano*.

Recibido: 31 de diciembre de 2019.
Aceptado: 6 de marzo de 2020.

garding mode, the towns of Puerto Vallarta, Jalisco, and Acayucan, Veracruz de Ignacio de la Llave, are a good representation of this trend and Ixtlán del Río, Nayarit, with its 1 044 m.a.s.l., would represent the median.

Key words: Mexican relief; average altitude; Mexican Elevation Continuum.



Render 3D mapa topográfico frontera Neutral/FrankRamsrott/Getty Images

Planteamiento

El primer mapa hipsométrico de la República Mexicana se elaboró a partir de levantamientos topográficos, mediciones barométricas, curvas de nivel y escala altitudinal en color data de 1911 (ver figura 1A), y una segunda edición en escala 1:15 000 000 apareció en 1921; en ambas versiones se muestran las alturas y el relieve mediante *achures* coloreados, en tanto que la profundidad se representa a partir de isolíneas previamente sondeadas (Institut Kartographia Winterthur, 1921).

Ese mapa y otros hipsométricos editados en Europa en la década de los 20 (Bartholomew, 1922; Hammond, 1928) en escala 1:5 000 000 no estuvieron disponibles para el público americano; sin embargo, la mayor peculiaridad es que su confección quedó influenciada por la visión alpina de sus autores o cartógrafos, en su mayoría de origen septentrional y montañoso. Ahora bien, el lugar de enunciación (coordenadas geográficas en las cuales una altitud de 700 m se considera región alpina), desde donde se confeccionaron de forma primigenia los pisos altitudinales del territorio mexicano dio como resultado lo que se ha dado en denominar mapas hipsométricos de tradición alpina europea (ver figura 1B).

La primera serie hipsométrica de la República Mexicana elaborada a partir del reconocimiento e interpretación de fotografías aéreas, fotogramas, proyectores dobles, métodos anaglíficos y en escala militar (1:500 000) data de la década de los 30 (ver figura 1C). Dicha edición constó de 17/27 cartas producidas por el ejército de los Estados Unidos de América (EE. UU.); en estas versiones se muestran en color los pisos altitudinales cada 500 metros (m), con excepción de las llanuras costeras delimitadas por la cota de los 200 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.); en tales mapas no se representa la profundidad (USAMS, 1936).

En 1942 apareció el norte de México representado en escala 1:5 385 600 con seis pisos altitudinales: de 0 a 152.5 m. s. n. m.; 152.5 a 305.0; 305-610; 610-1 525; 1 525-3 050; y 3 050 y más altura (Ohman,

1942). La base topográfica de dicho trabajo fue elaborada por el ejército de los EE. UU. mediante técnicas de aerotriangulación o triangulación topográfica y de grabación estereoscópica en escala 1:250 000; en estas últimas versiones se muestra la batimetría a 20, 50, 100 y 200 m de profundidad (USAMS, 1941).

Ahora bien, la técnica aereostereográfica permitió a los cartógrafos militares estadounidenses constatar la preponderancia del relieve llano sobre el accidentado que presenta el globo terrestre, por lo que, en esta confección hipsométrica (a la que se le ha denominado tradición hipsométrica estadounidense), los pisos altitudinales del territorio mexicano delimitan la llanura costera hasta la cota de los 300 m. s. n. m.; de 300 a 600, una zona de transición (piedemonte); las praderas (altiplano mexicano), entre los 600 y 1 500, aproximadamente; y el terreno montañoso (las Rocallosas y la Sierra Madre Occidental) lo asocian a alturas por arriba de los 1 500 (ver figura 1D).

La tradición cartográfica estadounidense, por ser secreto de Estado, no estuvo disponible al público mexicano, por lo que la visión hipsométrica europea fue la que prevaleció en los mapas altimétricos subsecuentes, como el elaborado por el Instituto Geographico di Agostini (IGA, 1952) o el publicado por Bayer (1953), donde el relieve mexicano, prácticamente, se representa como una enorme meseta con amplias regiones montañosas (ver figuras 1E y 1F).

Este hecho se debe a que, como las primeras representaciones hipsométricas del relieve mexicano fueron elaboradas por cartógrafos europeos que no recorrieron el territorio y que usaron la regla del gradiente térmico atmosférico (GTA) septentrional (fijado por esos años en 1° C por cada 100 m de altitud) como criterio para delimitar la base del relieve montañoso, supusieron que a los 1 000 m. s. n. m. en el México tropical debían existir bosques de montaña similares a los de las latitudes septentrionales. Al respecto, en la actualidad se sabe que el GTA meridional o tropical corresponde a 1° C por cada 180 m de

Primeros mapas hipsométricos de la República Mexicana, 1911-1953



A



B



C



D



E

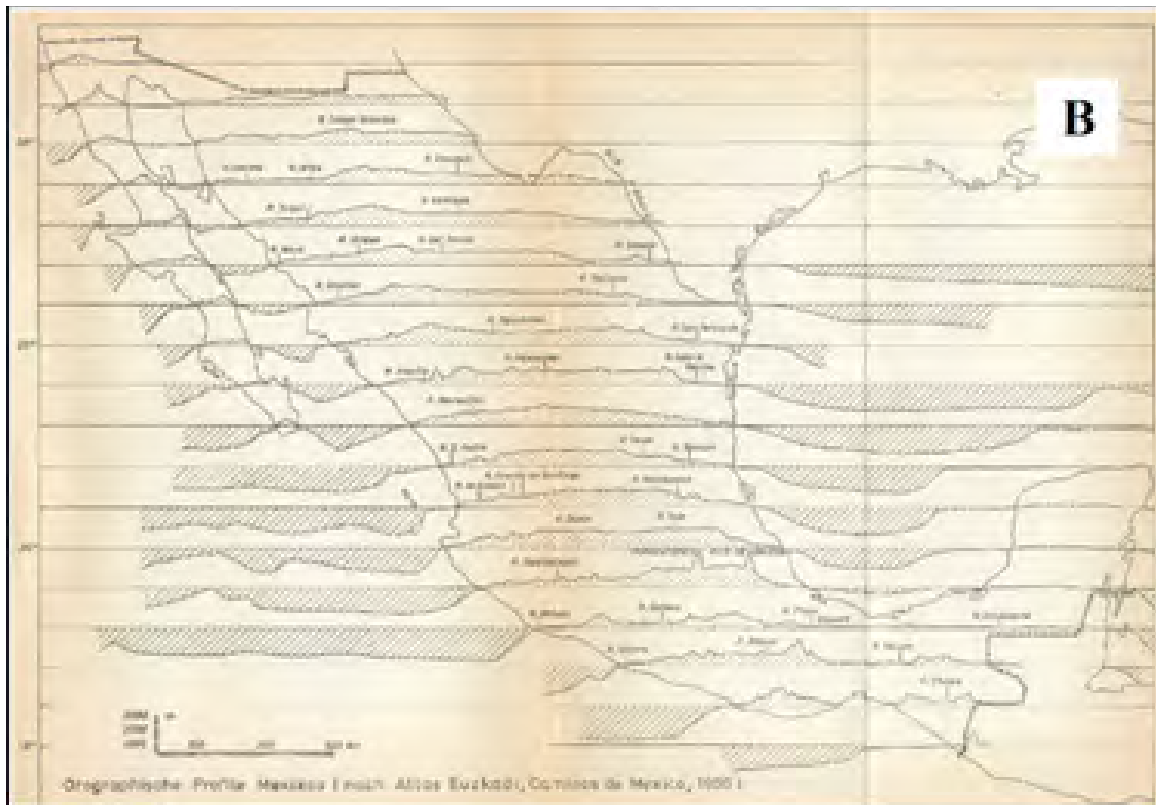


F

Fuentes: Institut Kartographia Winterthur, 1921; Bartholomew, 1922; USAMS, 1936; Ohman, 1942; IGA, 1952; y Bayer, 1953.

Figuras 2

A) carta hipsométrica de la República Mexicana editada por la escuela de cartografía de Polonia en la década de los 60 y B) perfiles hipsométricos del relieve mexicano por grado de latitud



Fuentes: PATS, 1967; Alcorta, 1974.

altitud (Hallé, 1999), por lo que el piso montañoso que esos cartógrafos europeos representaron a los 1 000 m. s. n. m. hoy se conoce que en realidad se encuentra a los 1 800.

Al respecto, no todas las escuelas cartográficas cometieron o asimilaron esos ripios involuntarios, que Said (2004: 49) denomina imaginarios geográficos; por ejemplo, se debe destacar que la representación del relieve mexicano no se le escapó a la prestigiosa escuela de cartografía de Polonia, quien, en la década de los 60, enmendó en parte las exageraciones montañosas de la corriente hipsométrica de tradición alpina europea.

En efecto, el mapa hipsométrico de la República Mexicana, confeccionado a partir de fotogrametría aérea con proyección mecánica (1:500 000) elaborado por el Servicio de Topografía del Ejército Polaco, muestra en color los pisos altitudinales cada 500 m, con excepción de las llanuras costeras delimitadas por la cota de los 100 y 200 m. s. n. m., así como las cimas de 4 000 a 5 000 m. s. n. m., mientras que, en la representación batimétrica, los pisos abisales son cada 1 000 m (PATS, 1967).

Como se dijo con anterioridad, en dicha obra se aprecian los 500 km de anchura que tiene la Planicie del Noreste de México hacia su porción noroccidental, o los 110 km de ancho máximo que tiene la Planicie del Noroeste en su parte central, así como la ubicación puntual y radios pequeños de los siete picos más elevados del país; con ello, se brindó una representación cartográfica más suave con la intención de mostrar la relativa baja altitud de la topografía mexicana. Lamentablemente, este excelente mapa hipsométrico, al igual que otro de hechura soviética en escala 1:2 500 000 (USSR, 1967), así como uno alemán de perfiles hipsométricos del relieve mexicano por grado de latitud (Alcorta, 1974), solo estuvieron a disposición de los geógrafos y cartógrafos de nacionalidad cubana (ver figuras 2).

En México, el primer mapa hipsométrico del país en color estuvo disponible a partir de la década de los 60. Tal edición 1:5 000 000 estuvo a cargo del

ingeniero Tamayo (1962), quien usó los datos de 1958 de la Comisión Intersecretarial y Coordinadora del Levantamiento de la Carta Geográfica de la República Mexicana (CICLCGRM). Una segunda, corregida y aumentada en escala 1:8 000 000 apareció 10 años después (García y Falcón 1972). Es de importancia destacar que la versión de Tamayo se alinea a la corriente alpina europea, mientras que la de García y Falcón se apega a los lineamientos de la escuela polaca de cartografía, es decir, el mapa de los 60, pese a que resalta la anchura de la Planicie del Noreste, termina dando la impresión de que México es una nación alpina (ver figura 3A), en tanto que la carta altimétrica de los 70 muestra un relieve más llano, pues resalta las planicies costeras pero, además, es el primer mapa hipsométrico que le brinda un papel central a la altiplanicie mexicana (ver figura 3B).

En 1958, México inició la confección moderna de la cartografía nacional en escala 1:50 000. Cabe recordar que, después de la CICLCGRM, en octubre de 1968 se creó la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL, 1974), que en julio de 1978 cambió de nombre a Departamento de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL) para, finalmente, el 25 de enero de 1983, convertirse en el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).¹ Al caso, luego de un cuarto de siglo, se logró la elaboración de las 2 500 cartas topográficas en esa escala que se necesitaban para representar a todo el territorio nacional. Con esa cuantiosa información, los geógrafos del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México realizaron el mapa hipsométrico escala 1:5 000 000, entre otros estudios geomorfológicos.

Bajo ese marco, Lugo (1990), usando fotografías aéreas 1:75 000 y la cartografía profesional del INEGI en 1:50 000, produjo mapas del relieve mexicano con unidades mínimas de análisis espacial de hasta 500 m de resolución. Con ello, pudo elaborar la geomorfología en escala nacional de las

¹ Con el decreto de la *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*, el 14 de abril de 2008, adquirió su autonomía y cambió su nombre a Instituto Nacional de Estadística y Geografía, pero conservó las mismas siglas.

Cartas hipsométricas de la República Mexicana de 1962 y 1972



Fuentes: Tamayo, 1962; García y Falcón, 1972.

provincias fisiográficas. Algunos de sus resultados señalan la altitud media de las mismas, por ejemplo, para el altiplano mexicano señaló 1 000 m. s. n. m.; al septentrional lo dividió en dos pisos: 1 400 m. s. n. m. al norte y 1 200 al sur; dio una altura media de 2 100-2 200 para la Sierra Madre Occidental; al flanco oriental de la Sierra Madre Oriental lo definió en 2 000; y a la Planicie del Noreste de México la dividió en dos pisos: 1 000 en el piedemonte y 200 m. s. n. m. en la costa.

Asimismo, sobre la Mesa Central aclaró su descenso altitudinal de sur a norte de 2 000 a 1 200, además de estimar el promedio altitudinal de la Sierra de Guanajuato en 1 100 m. s. n. m.; a la Planicie Costera del Golfo de México también la dividió en dos niveles: 400 m. s. n. m. en el piedemonte y 200 en el límite costero; al *parteaguas* de la Sierra Madre del Sur lo promedió en 2 000; la altitud mínima de la Depresión del Balsas la fijó en 400; para la Península de Yucatán fijó dos criterios: para la planicie, 25-30 m. s. n. m. y para la porción meridional, 200-400.

También, determinó ciertos rangos regionales; por ejemplo, para la Sierra de San Felipe, en Baja California, dio un valor de 1 000-1 500 m. s. n. m. y a la Sierra Pinacate (Llanura Sonorense) le calculó 1 190; cabe mencionar que detalló con ahínco al Sistema Neovolcánico Transmexicano de la siguiente forma: Fosa Tepic-Chapala, 900 m. s. n. m.; Lago de Chapala, 1 600; Fosa de Colima, 1 200; Michoacán de Ocampo (Pátzcuaro y Cuitzeo), 1 800-2 000; y Cuenca de Toluca, 2 600; asimismo, para la Sierra de Soconusco, estableció un rango que va de los 2 200 a 2 800 m. s. n. m.; para la Depresión de Chiapas, 2 000; y para la Planicie del Usumacinta, 100-200. Sin embargo, pese a todo este loable esfuerzo, se vio cauto al no determinar la altitud media del conjunto nacional.

Esta última cautela podría decirse que es una excepción, pues el riesgo subjetivo, comúnmente asumido en las interpretaciones geográficas, que los cartógrafos europeos hicieron del resto de las regiones del planeta (Santos, 1996), la mayoría de las veces ha culminado posicionándose

como una verdad objetiva; en términos de Said (2004), esos imaginarios terminan confeccionando realidades, de allí que la idea de que México es un país montañoso haya sido asumida en la década de los 80 por varios geógrafos mexicanos, por ejemplo, Coll (1985: 44) pronunció que "... en la mayor parte del territorio nacional, las condiciones naturales no son las más indicadas para el desarrollo de los cultivos. La abundancia de terrenos montañosos da lugar a suelos de pendiente mucho mayor que la adecuada agrológicamente...". Solo un experto en geomorfología mexicana de la talla de Lugo (1990) pudo advertir sobre la anomalía que presenta la cartografía hipsométrica de tradición alpina europea al señalar que "... a pesar de la poca altura de la Sierra Madre Oriental, el paisaje da una impresión de montañas altas...".

Para destrabar dicho conflicto de carácter preceptivo, hace una década se trazaron mapas del relieve mexicano usando datos de elevación digitales (o datos matriciales) con resolución de 50 m, sin embargo, como esta corresponde a 0.04 % de una ideal de 1 m², Pérez y Mas (2009) se volcaron a evaluar los errores inherentes a las interpolaciones elaboradas con distintos *softwares* o modelos digitales de elevación (MDE). Es útil señalar que la interpolación de los datos de elevación digitales mediante MDE son, actualmente, la forma más efectiva de representar la superficie.

De ese modo, la vieja interpretación del relieve mexicano, con el advenimiento de la cartografía de alta resolución, poco a poco se ha diluido, sin embargo, el mito del México montañoso aún persiste, sobre todo entre las compañías mineras, que asumen que un relieve así es sinónimo de banco de materiales o suelos aptos para la vocación minera; por ello, nos hemos dado a la tarea de determinar las medidas de tendencia central de las celdas del *Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) 3.0* desarrollado por el INEGI, cuya característica principal es la resolución de 15 m; con esto, se pretende cambiar la interpretación por la tendencia principal, esta última más real dada la cantidad de datos procesados.

Área de estudio

Es toda la superficie continental de la República Mexicana, es decir, 1 960 189 km² (INEGI, 2017), que podría representarse idealmente (como para trazar mapas de riesgos en escala urbano-vecinal, por ejemplo) con 2 billones de celdas de superficie de 1 m²; sin embargo, la capacidad tecnológica de los procesadores convencionales (estaciones de trabajo) aún no puede procesar semejante cantidad de información (quizá en una década, los cuánticos lo logren). Lo que actualmente existe son los datos de elevación digitales (interpolación nativa) con una resolución de pixel de 15 m proporcionados por el INEGI (2013); esta equivale a 0.44 % de la ideal a 1 m², empero ese 0.44 % es 1 100 % más preciso que la resolución de 50 m de hace una década. Esto significa que la distancia lineal mínima entre dos celdas de 15 x 15 m es de 21 m (conjunto de celdas a las que se les va a extraer sus medidas de tendencia central), mientras que la distancia mínima entre dos de 50 x 50 m es de 70 m; pues bien, con el valor altitudinal de 9 mil millones de celdas de 15 x 15 m por lado se intenta definir las especificidades hipsométricas del relieve mexicano, cuya metodología se explica a continuación.

Metodología

Antes de pasar a la descripción bayesiana del método estadístico empleado, conviene hacer una precisión sobre los MDE y demás datos procesados. Hoy en día existen diferentes fuentes de error en los MDE; el más común concierne a errores en los insumos utilizados para generar dichos MDE, por ejemplo, los posicionales (derivados de una deficiente localización geográfica de la cota o de la trayectoria de la curva de nivel) de los centroides acotados o de la trayectoria de las curvas de nivel; otro ocurre con los valores de altitud erróneos (caso de lecturas imprecisas por diversos factores).

Existen también los relacionados con el proceso de interpolación, es decir, los bilineales, bicúbicos, de krigado y de vecino más cercano, los cuales frecuentemente se obvian; sin embargo, Pérez y Mas

(2009) han descubierto que las resoluciones entre 20 y 30 m son las celdas que menos errores de interpolación suelen tener, es decir, el análisis de los fallos en los MDE a 30 x 30 m muestra un rango de error en altitud de entre 7.3 a 11.3 m, donde la mayoría de estos errores se ubican principalmente en las zonas con pendiente muy baja (planicies y planicies aluviales) y en las cimas. Además, Uribe, Cruz y Cruz (2018) señalan que, en zonas de planicie, tales errores llegan a estar, decenas de veces, por encima del valor real de la elevación, por lo que, en otros análisis en escalas menores, se debe tener cautela, pues las estimaciones del CEM podrían verse afectadas por estos.

No obstante, en México, la información más susceptible de ser utilizada para generar MDE de todo el territorio nacional es la información topográfica vectorial del INEGI (2013) en escala 1:50 000 interpolada en celdas con resolución de 15 m, donde en escala nacional tales valores altitudinales derivados de sensores satelitales y algoritmos de interpolación aún tienen la mayor cobertura que los *lidar* en una relación de 1:1.75.

Así, en esta investigación se procesaron 9 mil millones de celdas con una resolución de 225 m² proporcionadas por el INEGI (2013). Esto significa que la distancia lineal mínima entre dos celdas de 15 x 15 m es de 21 m y su error máximo de interpolación, ya sea estimado por *software* de patente o abierto, en posición XY es de 1/3 del tamaño lineal del pixel y en la coordenada Z, de 2/3 (5.1 m lineales y 11 m de altitud), lo cual, para la escala de análisis geográfico nacional, 1:1 000 000, es bastante aceptable.

Las medidas de tendencia central se refieren a una técnica estadística empleada para resumir en un solo valor a un conjunto de valores; los resultados pretenden evaluar en qué medida los datos del conjunto analizado son semejantes entre sí, por ejemplo, el valor medio de la muestra empleada en este trabajo (9 mil millones de datos) se asume como numéricamente muy cercano a la realidad matemática de la variable medida (2 billones de datos); este último valor solo es calculable si se conocieran con toda exactitud todos los casos, lo

cual excede el alcance de esta investigación. Su expresión matemática es:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi = \frac{x1 + x2 + \dots + xn}{n}$$

donde:

\bar{x} = media o promedio.

n = suma de todos los datos recolectados.

$\sum_{i=1}^n$ = sumatoria de las frecuencias (número de casos recolectados).

$X1$ = cualquiera de los valores de n .

de modo que su ordenamiento en esta investigación se ejemplifica:

$$n = 9.0405E+09.$$

$$\sum_{i=1}^n = 1 = 9.4166E+12.$$

$$\bar{x} = 1\ 041.60 \text{ m. s. n. m.}$$

Dado que en esta investigación n es par, la mediana es la media aritmética de los dos valores centrales, por lo que su fórmula geoestadística

empleada para calcular la mediana de la altura del relieve mexicano fue la siguiente:

$$Me = L1 + \left[\frac{\frac{n}{2} - (\sum f)1}{f_{mediana}} \right] c$$

donde:

Me = mediana aritmética.

n = número de datos (frecuencia total).

$L1$ = frontera inferior de la clase de la mediana.

$(\sum f)1$ = suma de frecuencias de las clases inferiores a la de la mediana.

$f_{mediana}$ = frecuencia de la clase de la mediana.

c = anchura del intervalo de clase de la mediana.

En este caso, la mediana del conjunto de números par ordenados en magnitud es: 1 045 metros sobre el nivel del mar.

Ahora bien, recordemos que la moda de un conjunto de números es el valor que ocurre con mayor

Cuadro 1

Intervalos modales por orden de prelación

Rango m. s. n. m.	Núm. de celdas	%	Rango m. s. n. m.	Núm. de celdas	%
-32-100	1 622 960 419	18.0	1 601-1 700	276 420 662	3.1
101-200	584 863 147	6.5	501-600	269 140 423	3.0
201-300	440 273 597	4.9	1 001-1 100	266 890 294	3.0
1 301-1 400	370 940 923	4.1	601-700	244 527 286	2.7
1 201-1 300	366 108 247	4.0	2 201-2 300	228 919 587	2.5
1 401-1 500	338 992 935	3.7	701-800	223 694 245	2.5
1 101-1 200	332 185 203	3.7	801-900	217 969 666	2.4
301-400	321 685 671	3.6	901-1 000	206 058 596	2.3
2 001-2 100	321 581 032	3.6	2 301-2 400	178 908 900	2.0
1 901-2 000	320 923 193	3.5	2 401-2 500	139 431 025	1.5
1 501-1 600	318 402 420	3.5	2 501-2 600	107 952 047	1.2
1 801-1 900	302 655 330	3.3	2 601-2 700	70 281 013	0.8
1 701-800	293 538 215	3.2	2 701-2 800	41 985 386	0.5
401-500	289 680 669	3.2	2 801-2 900	24 071 784	0.3
2 101-2 200	283 111 475	3.1	2 901-3 000	13 230 801	0.1

Nótese que 8/10 rangos están por debajo de la cota de los 1 500 metros sobre el nivel del mar.

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2013.

frecuencia, el cual se puede expresar estadísticamente de la siguiente forma:

$$M = L1 + \left(\frac{D1}{D1 + D2} \right) c$$

donde:

M = moda.

$L1$ = frontera inferior de la clase modal (clase que contiene a la moda).

$D1$ = exceso de la frecuencia modal sobre la de la clase inferior inmediata.

$D2$ = exceso de la frecuencia modal sobre la clase superior inmediata.

c = anchura del intervalo de clase modal.

En cuanto a la moda, se tuvieron que trazar varios intervalos modales, los cuales se exponen en porcentaje en el cuadro 1.

Resultados y discusión

Los mapas hipsométricos de tradición alpina europea que marcan el relieve de montaña a los 1 000 m. s. n. m. (similar al de las latitudes septentrionales) fue la cartografía aceptada, más por subjetividad que por objetividad científica, en México. La cartografía derivada de la tradición hipsométrica estadounidense, que delimitó dos grandes regiones planas (la llanura costera definida hasta la cota de los 300 m. s. n. m. y el altiplano mexicano acotado entre los 600 y 1 500) no estuvo a disposición de los geógrafos mexicanos del siglo XX. Por esa circunstancia, la idiosincrasia de que México es un país montañoso fue asumida en la década de los 80 por varios profesionistas abocados al estudio del territorio mexicano, con excepción de los geomorfólogos, quienes notaron que, a pesar de la poca altura de las sierras mexicanas, el paisaje daba una impresión de montañas altas.

Con el advenimiento de los MDE, a finales del siglo XX se logró conocer la altitud verdadera de 0.04 % de la topografía nacional; en la actualidad, se ha logrado conocer la especificidad del relieve mexi-

cano hasta 0.4 %; es probable que en 10 años se pudiese computar el valor altitudinal de 4.0 % del territorio mediante celdas con resolución de 5 x 5 m; sin embargo, la cantidad que representa ese 0.4 % actual se refiere a más de 9 mil millones de píxeles, a los cuales se les determinó sus medidas de tendencia central.

El promedio que arrojó la sumatoria de esa muestra fue de 1 041 m. s. n. m. y la mediana correspondió a un valor de 1 045. Ahora bien, pese a que dichos valores nos indican que si el territorio mexicano tuviere una tendencia, esta se inclinaría hacia los 1 000 m. s. n. m.; sin embargo, dado que, para este caso, tanto la media como la mediana son datos abstractos y continuos, para comprobar dicha afirmación se tendrían que homologar los 9 mil millones de columnas de 225 m² de área, situación que no ocurre con la moda, ya que sus valores tienen la propiedad de poderse agrupar como datos discretos y concretos, por lo tanto, su interpretación es más asimilable, pues de los 9 mil millones de columnas de 225 m² de área, desde la tradición hipsométrica estadounidense, 67.4 % tiene menos de 1 500 metros de altitud.

Ahora bien, considerando las divisiones florísticas de México y las cuatro provincias serranas (sierras Madre Oriental y Occidental, así como serranías meridionales y transísmicas) situadas por arriba de los 1 800 m. s. n. m. (Rzedowski, 1978), la superficie propiamente montañosa correspondería solo a 22.5 % del total de las celdas computadas. Este hecho abre un debate en torno al uso de suelo con vocación forestal pues, actualmente, este se conceptualiza a los 1 500 m. s. n. m., cuando en realidad debe situarse a los 1 800. En otro orden de ideas, al modificar la concepción hipsométrica del país mediante otras propuestas de pisos altitudinales, por ejemplo, asumir a la planicie costera hasta los 300 m. s. n. m., también se modifican los imaginarios en torno a las actividades productivas y los nichos ecológicos.

Para asimilar los resultados, se hicieron las siguientes analogías: la pequeña ciudad de Zumpango del Río, Guerrero, que se sitúa sobre

los 1 041 (promedio altitudinal) e Ixtlán del Río, Nayarit, con sus 1 044 m. s. n. m., representarían la mediana. Respecto a la moda, las localidades de Puerto Vallarta, Jalisco, y Acayucan, Veracruz de Ignacio de la Llave, son una buena representación de dicha tendencia.

Por último, de cumplirse las previsiones observadas, en el futuro, los mapas hipsométricos de la República Mexicana cambiarán la base 100 en la que actualmente se suelen configurar los pisos altitudinales por cotas más apegadas a los datos que arrojan los satélites, cota para la planicie costera a los 300 m. s. n. m. y para el altiplano a los 1 500 o 1 800 m. s. n. m., dependiendo de la latitud del lugar.

Fuentes

- Alcorta, Ramón. *Geographie Mexikos*. Köln, Botschaft der Vereinigten Mexikanischen Staaten, 1974.
- Bartholomew, John. *The Times atlas*. London, The Times-Edinburgh Geographical Institute, 1922.
- Bayer, H. *World geo-graphic atlas: A composite of man's environment*. Chicago, Priv. Print. for Container Corporation of America, 1953.
- CETENAL. *Memoria del ciclo de conferencias: la información CETENAL, parte importante del instrumental de la planeación*. Monterrey, NL, Universidad Autónoma de Nuevo León-Centro de Investigaciones Urbanísticas, 1974.
- Coll, H. *¿Es México un país agrícola? Análisis geográfico*. México, Siglo XXI, 1985.
- García, M. y G. Falcón. *Atlas: nuevo atlas Porrúa de la República Mexicana*. México, DF, Editorial Porrúa, 1972.
- Hallé, F. *Un mundo sin invierno: los trópicos, naturaleza y sociedades*. Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica, 1999.
- Hammond, C. S. *Our flying ambassadors and their routes*. New York, Hammond, 1928.
- Instituto Geographico di Agostini (IGA). *Grand Atlante Geographic*. Italia, IGA, 1952.
- INEGI. *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0*. Aguascalientes, México, INEGI, 2013.
- _____. *Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos*. Aguascalientes, México, INEGI, 2017.
- Institut Kartographia Winterthur (IKW). *Atlas Scolaire Suisse pour l'Enseignement Secondaire. Publ. par la Conférence des Chefs des Départements Cant.* 2.ª edición. Génova, IKW Winterthur-Payot, 1921.
- Lugo, J. "El relieve de la República Mexicana", en: *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 9(1), 1990, pp. 82-111.
- Ohman. *Ohman's new relief map of the United States*. Memphis, Tenn, Ohman Co., 1942.
- PATS. *Pergamon World Atlas*. Warsaw, Poland, Polish Army Topography Service, 1967.
- Pérez, A. y J. Mas. "Evaluación de los errores de modelos digitales de elevación obtenidos por cuatro métodos de interpolación", en: *Investigaciones Geográficas*. (69), 2009, pp. 53-67.
- Rzedowski, J. *Vegetación de México*. México, Limusa, Noriega Editores, 1978.
- Said, E. W. *Orientalism*. New York, Vintage Books, 2004.
- Santos, M. *De la totalidad al lugar*. Vilassar de Mar, Oikos-Tau, 1996.
- Tamayo, J. *Atlas geográfico general de México: con cartas físicas, biológicas, demográficas, sociales, económicas y cartogramas*. México, Instituto Mexicano de Investigaciones Económicas, 1962.
- Uribe, E.; J. Cruz; y E. Cruz. "Evaluación del Modelo de Elevación Digital oficial mexicano (Continuo de Elevación Mexicano, CEM 3.0) de INEGI", en: *Tecnología y Ciencias del Agua*. 9(6), 2018, pp. 153-172.
- USSR. *The World Atlas*. Union of Soviet Socialist Republics, Moscú, 1967.
- USAMS. *Tampico Sheet NF 14 N, 1:500 000: AMS Series F 401*. Washington, DC, Army Map Service, 1936.
- _____. *Vera Cruz Sheet E-14 N-III, 1: 250 000: AMS, Series F541*. Washington, DC, Army Map Service, 1941.