

Documentos



Lineamientos generales para la clasificación climática de Köppen-Geiger del continente americano en los siglos XVI y XVII*

Luis Valenzuela Olivares**
Gerardo Cabrera Sánchez***

RESUMEN

En los estudios historiográficos, hasta la actualidad, no se han dedicado a la reconstrucción y descripción del clima americano durante los siglos XVI-XVII. Lo anterior se debe principalmente a la ausencia de registros científicos cuantitativos de la temperatura y humedad en aquel periodo. Sin embargo, esto no es una limitante que impida su estudio en términos históricos y científicos. Al contrario, es posible realizar su reconstrucción mediante el uso exclusivo de datos cualitativos obtenidos de fuentes documentales históricas de aquellos siglos, registros conocidos en la nomenclatura de los estudios climáticos como *proxy-data*. Pese a que no existe un método científico que permita organizar y clasificar valores cualitativos sin el uso respectivo de datos cuantitativos de temperatura y humedad, se propone una nueva metodología dedicada a la reconstrucción climática de una determinada época, basada únicamente en

* Proyecto PAT 2022, CART 04, GEO 02 e HIST 04: *Revisión de Fuentes Científicas de los siglos XVI y XVII para la confección de mapas climáticos de América*. Los mapas, diseño y generación, son de la autoría de Rosa Catalán Peña y Luis Valenzuela Olivares.

** Investigador responsable copatrocinado por el Centro de Estudios Americanos, Facultad de Artes Liberales, Universidad Adolfo Ibáñez, Chile. Correo electrónico: lvalenzuelaolivares@gmail.com

*** Investigador del proyecto y doctorando en el programa de Doctorado en Filosofía, Universidad de Sevilla, España. Correo electrónico: gerardo.cabrera.sanchez@gmail.com

datos cualitativos extraídos de fuentes documentales históricas. Este método tiene por base epistemológica la clasificación climática de Köppen-Geiger y la clasificación climática de aire y frentes de Arthur Strahler y Alan Strahler. El objetivo de esta metodología no sólo servirá como instrumento científico para la reconstrucción cualitativa de la historia climática americana de los siglos XVI y XVII, sino también a un método útil aplicable a todo periodo histórico que conste solamente de *proxy-data* para su estudio.

Palabras clave: *proxy-data*, *clasificación climática Köppen-Geiger*, *clasificación climática de aire y frentes*, *historia climática de América*, *Pequeña Edad de Hielo*.

ABSTRACT

To the present, there are no historiographical studies dedicated to the reconstruction and description of the American continent climate for the 16th-17th centuries. This is mainly due to the absence of quantitative scientific records of the temperature and humidity of that period. However, this is not a limitation that prevents its study in historical and scientific terms. On the contrary, it is possible to carry out its reconstruction through the exclusive use of qualitative data obtained from historical documentary sources of those centuries, records are known in the nomenclature of climate studies as *proxy-data*. However, there is no scientific method that allows organizing and classifying qualitative values without the respective use of quantitative data of temperature and humidity. In this situation, a new methodology dedicated exclusively to the climatic reconstruction of a certain period based solely on qualitative data extracted from historical documentary sources is proposed. This method is epistemologically based on the Köppen-Geiger climatic classification and the Air and Fronts climate classification of Arthur Strahler and Alan Strahler. The objective of the creation of this methodology is that it not only serves as a scientific instrument for the qualitative reconstruction of the American continent climatic history of the 16th-17th centuries, but also that it is a useful method applicable to any historical period that only has *proxy-data* for its study.

Key words: *Proxy-data*, *Köppen-Geiger climate classification*, *Air and fronts climate classification*, *American continent climate history*, *Little Ice Age*.

INTRODUCCIÓN

El presente estudio corresponde a la parte final del programa de investigación que se inició con el Proyecto PAT 2020 GEO 04 e HIST 05, que tuvo por objetivo general realizar un manual de referencia para el estudio histórico

del clima en el continente americano durante los siglos XVI y XVII. La tesis fundamental que justifica la presente investigación es “(...) que los estudios climáticos coloniales del continente americano, para los siglos XVI y XVII, son inexistentes”.¹ El motivo de la ausencia de estudios historiográficos sobre esta materia se debe a que no existen, en dicho periodo de investigación, datos cuantitativos de ningún tipo que permitan inferir, de manera objetiva, las variables del clima americano. Es decir, no existen los registros de instrumentos de medición de temperatura (grados) y de precipitaciones (milímetros), que puedan servir de referencia científica para reconstruir el carácter particular de cada uno de los climas de las regiones conocidas de América, durante aquel periodo por medio de la tabla de clasificación de climas de Köppen-Geiger, basadas en las observaciones de temperatura y precipitación.²

De este modo, se proponen las siguientes preguntas de investigación como marco de referencia del presente estudio: ¿Es posible obtener la clasificación de climas sin los datos anteriormente mencionados? ¿qué mecanismos se utilizarán para reconstruir el clima del Nuevo Mundo? ¿pueden las citas (fuentes directas) de los libros científicos entregarnos las pautas para crear categorías que puedan ser medibles? Por ello, se demostrará el desarrollo para la construcción de una clasificación general del clima americano según las categorías definidas por Köppen-Geiger para el continente americano, cuyo análisis se realizará a través de datos cualitativos de descripciones climáticas generales registrados según la percepción de los testigos, documentos testimoniales —especialmente científicos de la época— y el método empírico, que contiene importante información climática que puede adecuarse a la clasificación climática.

Por medio de la conversión de estos datos ordinales para proporcionar valores (peso de las variables) que puedan ser medibles, no es necesario contar con los datos métricos, ya que la carencia de los datos cuantitativos no es impedimento para reconstruir el clima de la región americana. Las fuentes históricas, por lo tanto, son fuentes del tipo “indirectas” a las que se les puede atribuir un valor científico denominado como “*proxy-data*”³ y no se deben

¹ Valenzuela, Cabrera, “Caracterización de fuentes en el estudio climático de América de los siglos XVI-XVII”, p. 419.

² Zuñiga, Crespo, *Meteorología y Climatología*, p. 201. Hay que recordar que existen varias clasificaciones del clima. Para mayor información véase: Austin Miller, *Climatología* (1950); Inocencio Font, *Climatología de España y Portugal* (1983) o el estudio de Hermann Flohn, *Clima y Tiempo* (1968).

³ Barriendos, “Variabilidad y riesgos climáticos en perspectiva histórica. El caso de Catalunya en los siglos XVIII-XIX, p. 14.

desestimar, dada la importante contribución que han proporcionado a la paleoclimatología en el estudio del clima del pasado.⁴

Como resultado de esta investigación, se logró generar un mapa climático del continente americano que identifica las variaciones del clima en cada una de las zonas actuales de la clasificación Köppen-Geiger.

PROXY-DATA Y LA CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER

Aunque las fuentes históricas sean de carácter inherentemente subjetiva, pues dependen del punto de vista del individuo que las registró, poseen datos descriptivos objetivos sobre las condiciones climáticas de la época en cuestión, por lo que pueden ser cuantificadas según una serie de categorías lógicas referidas al tiempo y al espacio, valores constantes de las variables climáticas. La constante del tiempo es la base para identificar el registro de las observaciones que describen el inicio y fin de las lluvias según el calendario solar, lo que permite cuantificar si las lluvias son estivales o invernales y su duración, según los meses del año en que se producen regularmente. De este modo, el calendario solar sirve de marco de referencia para la medición general de temperatura y precipitación, lo cual permite prescindir de valores referidos en grados Celsius y del uso de los milímetros para las lluvias. Sin embargo, para que dicha cuantificación de los datos cualitativos del clima sea posible, debe también incluirse, necesariamente, el dato referencial de las coordenadas geográficas de cada una de las zonas climáticas que se describen, correspondientes a la latitud, longitud y altitud (x, y, z), que es la constante inferida a partir del espacio. Las coordenadas geográficas son las que permiten determinar *a priori* si un clima pertenece a la zona tropical, templada o polar.

Ante este hecho, la aplicación de la clasificación climática de Köppen-Geiger es insuficiente por sí misma, pues esta metodología de categorización solamente tiene como punto de referencia las variables de la constante del tiempo, siendo las temperaturas mínimas y máximas, así como también el volumen de las precipitaciones mensuales y anuales. Por este motivo, se empleará la tabla de equivalencia del sistema de Köppen con la de la clasificación climática de las masas de aire y frentes, ésta última elaborada por Arthur Strahler y Alan Strahler, pues la clasificación climática de las masas de aire y frentes establece la distribución geográfica de los climas definidos por Köppen-Geiger según la latitud a la que pertenecen. La división de la latitud de los climas se

⁴ En paleoclimatología los *proxy-data* o datos próximos y/o indirectos son huellas que deja el pasado en “características físicas preservadas del entorno que pueden sustituir a las mediciones directas”, traducción propia. National Centers for Environmental Information NOAA, “What are proxy data”, <https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data>, [consultado el 30 de enero 2023].

compone por tres grandes grupos: el primer grupo climático es el de bajas latitudes, correspondiente al clima tropical; el segundo grupo al clima de latitudes medias, correspondiente a la zona templada; por último, el grupo del clima de altas latitudes, que agrupa a todos los climas que se dan dentro círculo polar, así también a la nieve perpetua de las altas cumbres.⁵

En la Tabla 1 se muestra esta clasificación, según los tres grandes grupos climáticos.

Tabla 1. Clasificación de los climas de Köppen-Geiger agrupada por los grandes grupos correspondientes a las masas de aire y frentes de Arthur y Alan Strahler

Grupo I: Climas de bajas latitudes
<i>1. Clima lluvioso ecuatorial</i>
Af: Clima de la pluviselva tropical
<i>2. Clima monzónico y de vientos alisios en el litoral</i>
Am: Clima de pluviselva tropical, tipo monzónico
Af: Clima de la pluviselva tropical
<i>3. Clima tropical seco y húmedo</i>
Aw: Clima de sabana tropical
Cw: Climas suaves con inviernos secos
<i>4. Clima seco tropical</i>
BWh: Clima desértico, caluroso
BSh: Clima de estepa, caluroso
Grupo II: Climas de latitudes medias
<i>5. Clima subtropical seco</i>
BWh: Clima desértico, caluroso.
BSh: Clima de estepa, caluroso.
<i>6. Clima subtropical húmedo</i>
Cfa: Climas templados y lluviosos de veranos calurosos
<i>7. Clima mediterráneo</i>
Csa: Climas templados lluviosos, con veranos secos y calurosos.
<i>8. Clima marítimo de costa oeste</i>
Cif: Climas templados y lluviosos con veranos cálidos
Csb: Climas templados lluviosos con veranos secos y cálidos
<i>9. Clima seco de latitudes medias</i>

⁵ Strahler, *Geografía Física*, p. 168.

Tabla 1 (continuación). Clasificación de los climas de Köppen-Geiger agrupada por los grandes grupos correspondientes a las masas de aire y frentes de Arthur y Alan Strahler

BWk: Clima desértico, frío.
Bsk: Clima de estepa, frío.
<i>10. Clima continental húmedo</i>
Dfa: Climas fríos de nieve y bosques con veranos calurosos
Dfb: Climas fríos de nieve y bosques con veranos cálidos

Los 13 climas, distribuidos en tres grandes grupos según su latitud, corresponden a las categorías de las masas de aires y frentes, sirven para ubicar geográficamente a cada uno de los tipos de climas pertenecientes a la clasificación climática de Köppen-Geiger. Es a partir de la síntesis de ambas clasificaciones climáticas que es posible realizar la construcción de un mapa climático, que puede prescindir de la medición objetiva de la temperatura y precipitación para la determinación del tipo del clima. La evidencia que demuestra esta posibilidad es que, en términos generales, la cuantificación de la temperatura y de las precipitaciones está, implícitamente, considerada en la latitud climática y en el régimen de lluvias. Además, la sensación térmica, representada en los conceptos de “caluroso”, “cálido”, “fresco”, “templado” y “frío”, sirve como valor categorial para medir cualitativamente la temperatura. Esto último es esencial para la cuantificación de las descripciones climáticas presentes en los documentos históricos de los siglos XVI y XVII, tales como las relaciones geográficas de la América hispana, crónicas, almanaques, etc., pues en dicha documentación se emplean términos similares para describir el grado de temperatura que tiene en promedio una determinada región. Y si bien, es importante la distinción del tipo de vegetación existente en cada espacio geográfico como índice de cuantificación climática, en el presente estudio se desestima su uso por ser un dato de carácter secundario que, en general, está ausente en la documentación histórica. En ese sentido, como ejemplo de cuantificación climática para determinar el tipo de clima de una región específica de América en los siglos XVI y XVII, se presenta la siguiente cita sobre Panamá, del año 1607, a manera de modelo esquemático para el análisis climático:

Toda la región es muy lluviosa, y así caliente y húmeda y llena de ríos. El invierno es la lluvia continua y la tierra se humedece en demasía y está manando agua. El temperamento y disposición del aire está de continuo caliente con exceso; por medio de diciembre suelen comenzar brisas que templan el calor, y entonces es el verano de la tierra hasta fin de Abril; los demás meses se llaman de invierno, por los aguaceros casi perpetuos. Entre esta abundancia tiene la ciudad muy grande

falta de buen agua para beber, porque no hay fuente ni arroyo que la tenga conveniente.⁶

Como bien se dejó en claro, los valores constantes corresponden al Espacio y al Tiempo. Las constantes del Espacio son las coordenadas de latitud y longitud, así como también la altura de una región respecto al nivel del mar. En cuanto a los valores constantes del Tiempo, estos corresponden a la sensación térmica y el régimen anual de lluvias. Las variables del Espacio son las coordenadas específicas de una región que permiten determinar si ésta se ubica dentro de una de las tres grandes zonas climáticas: tropical, templada o polar. También, la altitud de una región determina un tipo de clima específico como consecuencia de la disminución de la densidad del aire, por lo que, a mayor altura, el ambiente adquiere un clima cada vez más cercano al de tipo polar. Las variables del tiempo, en cambio, dada la ausencia de datos cuantitativos de la temperatura y de las precipitaciones en los siglos XVI y XVII, sólo pueden ser categorizadas según la sensación térmica y las fechas del calendario solar, que serían las estaciones del año. Sobre la temperatura, como valor constante, se emplearán las variables por categorías de Köppen: caluroso, cálido, fresco y frío. Para la precipitación, que es el otro valor constante, se emplearán como variables categoriales las adoptadas también por Köppen: lluvioso, húmedo, seco y nieve.⁷

En este sentido, los valores categoriales de Sensación Térmica e Intensidad de lluvias se pueden subdividir en diferentes escalas de valores cualitativos para determinar siguientes variables temporales como se muestra en la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 2. Sensación térmica y valores asignados a la categoría

<i>Valor</i>	<i>Sensación térmica</i>
1	Frío
2	Fresco y Frío
3	Fresco
4	Cálido en verano y frío en invierno
5	Cálido y Fresco
6	Cálido
7	Caluroso en verano y frío en invierno
8	Caluroso y Fresco
9	Caluroso y Cálido
10	Caluroso

⁶ Serrano y Sanz, *Relaciones históricas y geográficas de América Central*, p. 141.

⁷ Strahler, *Geografía Física...*, pp. 168-169.

Tabla 3. Intensidad de lluvias y valores asignados a la categoría

<i>Valor</i>	<i>Intensidad de lluvias</i>
1	Seco
2	Húmedo
3	Lluvioso
4	Lluvioso y Nieve
5	Nieve

Estos valores indicados en cada mapa demuestran cómo era el clima en el Nuevo Mundo (América) para los siglos XVI y XVII.

De la unión de las variables de temperatura y precipitación se infieren sintéticamente las categorías de verano e invierno, y si son con lluvias o sin ellas, lo cual directamente se relaciona con las zonas climáticas tropical, templada y polar. En ese sentido, definidas las categorías para la clasificación de los datos cualitativos climáticos, la clasificación del tipo de clima de la provincia de Panamá, según los datos anteriores, se muestran en la Tabla 4.

Las categorías del anterior recuadro sobre las características cualitativas del clima de la provincia de Panamá, extractada de una relación geográfica del año 1607, son valores generales que agrupan las diversas variables establecidas según las constantes del tiempo y espacio. La primera, que es la categoría de las coordenadas geográficas de latitud y longitud, por motivo de espacio, se dejó bajo la denominación de latitud, constante que permite deducir inmediatamente la zona climática general a la cual pertenece dicha provincia. La segunda, corresponde a la verticalidad del terreno, pues según la altitud de

Tabla 4. Cita ejemplo categorizada según las variables para deducir la zona climática Köppen-Geiger

<i>Región</i>	<i>Latitud</i>	<i>Altitud</i>	<i>Zona Climática</i>	<i>Sensación térmica</i>	<i>Intensidad de las lluvias</i>	<i>Periodo lluvias</i>	<i>Régimen de lluvias</i>	<i>Clima Köppen</i>
Provincia Panamá	7° y 9° de latitud norte	10 a 400 m.	Tropical	Caluroso	lluvioso	De mayo hasta noviembre	Verano	Am

una determinada región, pueden presentarse climas templados o polares dentro de la zona tropical. La tercera categoría es la zona climática, que se divide en tres grandes grupos climáticos y se delimitan según los trópicos y círculos polares. La cuarta categoría de “sensación térmica”, se compone de las cuatro

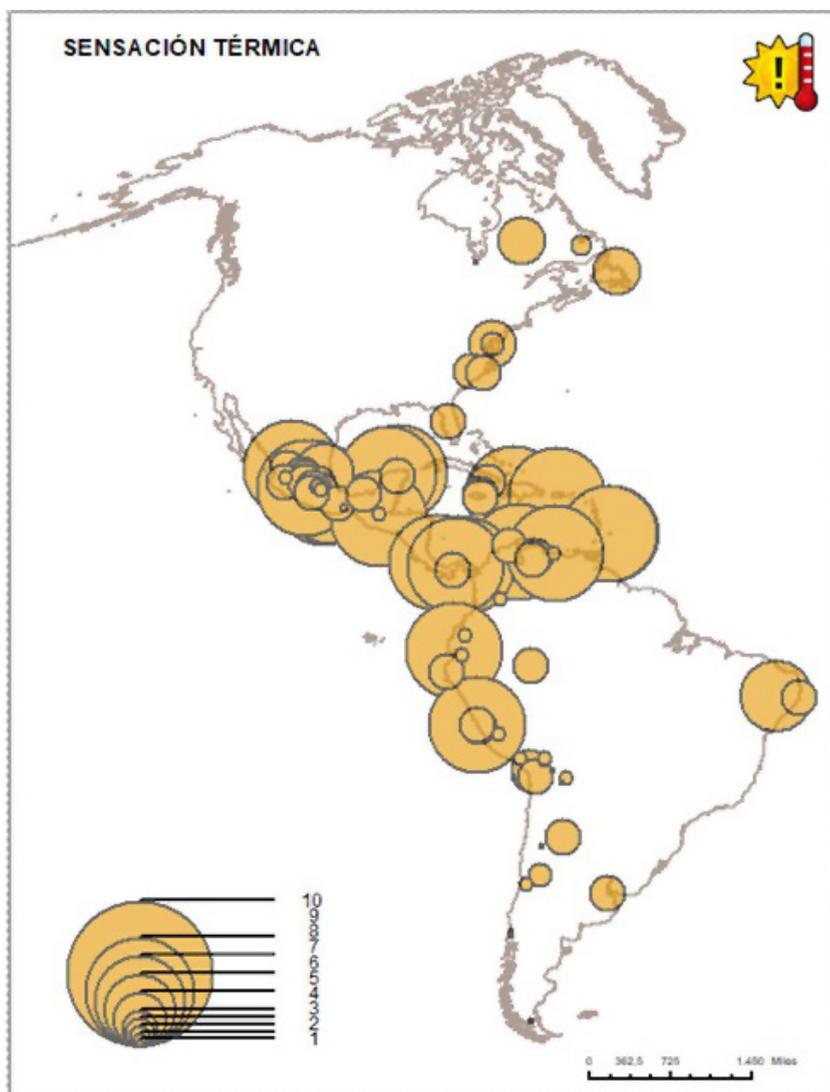


Figura 1. Sensación térmica y valores asignados a la categoría. Datos localizados en el mapa de América según las fuentes documentales históricas (cualitativas).

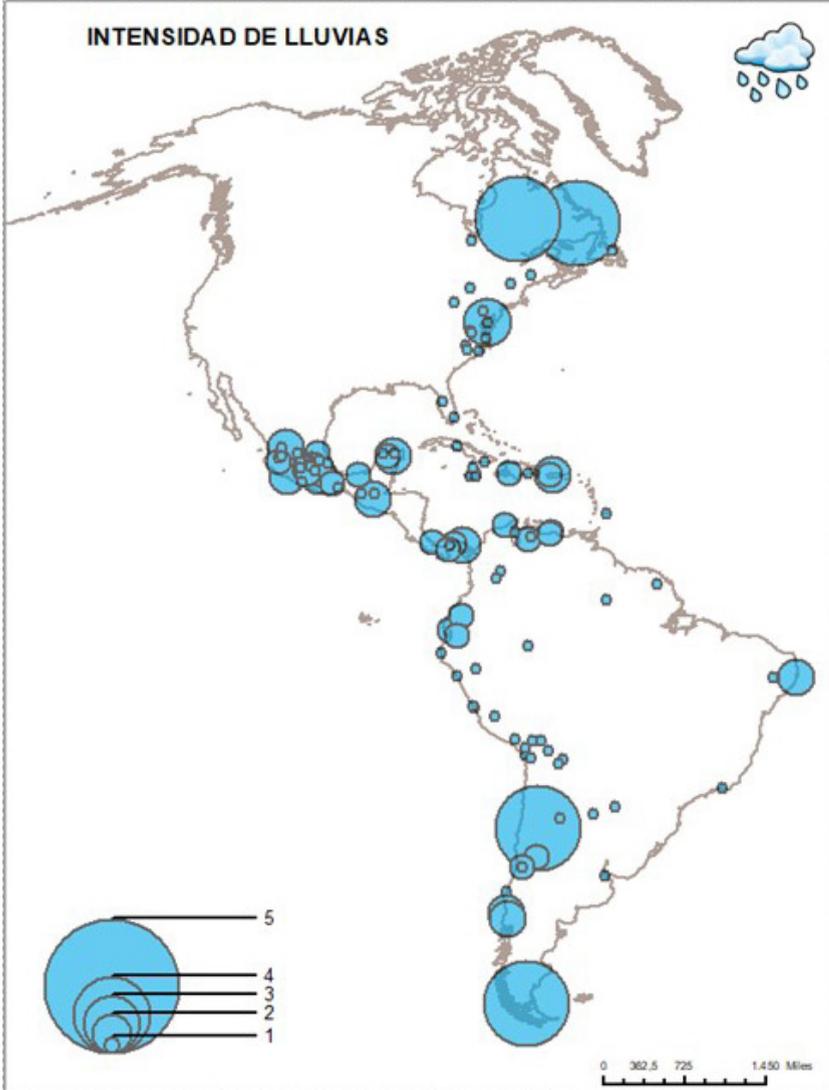


Figura 2. Intensidad de lluvias y valores asignados a la categoría. Datos localizados en el mapa de América según las fuentes documentales históricas (cualitativas).

variables de Köppen, escala de medición que va desde la sensación térmica más alta a la más baja: caluroso, cálido, fresco y frío. La quinta categoría es la intensidad de las lluvias, referida a la percepción de la densidad de las precipitaciones, y que, de acuerdo con la clasificación categorial de Köppen-Geiger, también se dividen en cuatro tipos o grados: lluvioso, húmedo, seco y nieve. La sexta categoría es la del periodo de lluvias, que corresponde a su continuidad en el tiempo y se mide según los meses en que se producen las precipitaciones. Dependiendo de los meses, se puede determinar si su régimen de lluvias es invernal o estival, lo que contribuye a facilitar la identificación del tipo de clima de una región. Este aspecto corresponde a la séptima y última categoría de análisis climático para la deducción del clima según la clasificación de Köppen-Geiger, sin considerar los valores cuantitativos de la medición de la temperatura y de las precipitaciones.

No se ha considerado la inclusión de una categoría que aborde el tipo de vegetación por ser un dato que no se estimó en la búsqueda de las fuentes históricas. Sin embargo, uno de los factores determinantes para la clasificación del clima es si el régimen de las lluvias es estival o invernal, junto a su intensidad en dichas fechas, por lo que la vegetación puede desestimarse como una información adicional que no afecta al análisis final. Como se advirtió desde un principio, se está desestimando la medición de los grados Celsius y del volumen de las precipitaciones, valores matemáticos que son esenciales para el uso objetivo de la clasificación climática de Köppen, debido a que este análisis sólo tiene por valores datos cualitativos categorizados por el observador a partir de las citas históricas.

DESCRIPCIÓN CLIMÁTICA DE AMÉRICA SEGÚN LAS FUENTES HISTÓRICAS

Antes de efectuar la tabla general de la clasificación climática de Köppen-Geiger del continente americano, se expone a continuación los principales datos climáticos de cada una de las regiones encontradas en las fuentes documentales investigadas de los siglos XVI y XVII. El orden de la descripción es de norte a sur, partiendo de la zona más septentrional de América del Norte hasta la zona más meridional de América del Sur. De este modo, los datos regionales encontrados son los siguientes:

a) América del Norte:

Newfoundland o Isla de Terranova-Labrador: se ubica entre los 46° y 51° latitud norte. En los meses de junio, julio, agosto y septiembre, el calor es

un poco más que el de Inglaterra. Sin embargo, en los meses de noviembre y diciembre “have found the snow exceeding deepe”.⁸

Nueva Inglaterra: se ubica entre los 40° y 45° latitud norte. Tiene una altitud aproximada entre los 50 y 400 m.s.n.m. Su clima tiene en verano el calor de la zona tórrida y en invierno el frío de la zona polar: “Yet there are who affirm, that New England, though situate in the midst of the temperate Zona, nevertheless feels both extremities of the two opposite Zones, in the Summer the heat of the Torrid, and in the Winter the cold of the Frigid”.⁹

Maryland: se ubica entre los 37° y 39° latitud norte. Tiene una altitud aproximada entre los 5 y 150 m.s.n.m. En verano se dan pequeñas lloviznas. En invierno se producen escarchas y nevazones, al punto que en determinadas ocasiones el frío extremo congela los ríos y la parte norte de la bahía de Chesapeake. Sin embargo, se dan también ocasiones de inviernos cálidos.¹⁰ En general, los meses de marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre el clima es templado.¹¹

Pueblo de Sucopó: se ubica a 21° 09 latitud norte, México. Está a 16 m.s.n.m. Su clima es caliente, con lluvias estivales entre los meses de julio y agosto. El terreno es llano, pedregoso y con ausencia de ríos y fuentes hídricas, por lo que su abastecimiento sólo es posible mediante la construcción de pozos (cenotes).¹²

Pueblo de Uexutla (Huejutla): se ubica a 21° 08 latitud norte, México. Está a 137 m.s.n.m. Su clima “es muy caliente”, desde el mes de marzo hasta octubre; en invierno, por el contrario, es “templado” desde octubre hasta marzo. Se dan lluvias en invierno por influencia del viento frío del norte. En general es tierra húmeda y lluviosa. Las lluvias son desde junio hasta octubre, con “grandes aguaceros” que causan “grandes crecidas”.¹³

Pueblo de Teutitlán (Teotitlán): se ubica a 20° 41 latitud norte, México. Está a 1 275 m.s.n.m. Su clima es caliente y seco, con lluvias entre los meses de junio y septiembre. Sin embargo, en las zonas altas de la sierra “llueve lo mas del año, quando no llueve esta cubierto de ñeblina lo mas del tiempo”.¹⁴

Villa de Valladolid: se ubica a 20° 41 latitud norte, México. Tiene una elevación de 30 m.s.n.m. El clima de la provincia de Chiquinchel y Chuaca, que es donde se asienta la villa de Valladolid, “es húmedo y frío, más que

⁸ Hakluyt, *The Principal Navigations Voyages Traffiques & Discoveries of the English Nation. Volume VIII*, p. 57.

⁹ Ogilby, *America: being an accurate description of the New World*, p. 139.

¹⁰ *Ibid.*, p. 185.

¹¹ *Ibid.*, pp. 185-186.

¹² Ramos, *Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán 1579-1580*, p. 116.

¹³ Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de México*, pp. 184-185.

¹⁴ *Ibid.*, p. 214.

estas otras provincias, y más templado en verano; cáusalo haber en ella muchas pluvias y muchas lagunas (...).¹⁵

Partido de Celaya: se ubica a 20°31 latitud norte, México. El terreno tiene una elevación de 1 767 m.s.n.m. Tiene un clima templado, más cálido que frío. Su clima es seco en general, con poca lluvia que se da entre los meses de junio y septiembre.¹⁶

Provincia de Acámbaro: se ubica a 20° latitud norte, México. Tiene una altitud entre los 1 700 y 2 000 m.s.n.m. Su clima es templado, más caliente que frío. Su régimen de lluvias es entre los meses de junio y septiembre.¹⁷

Pueblo de Zayula (Sayula): se ubica a 19° 53 latitud norte, México. Tiene una elevación de 1 360 m.s.n.m. El clima es cálido en general. Las lluvias son más intensas en verano que en invierno. Además, “ay muchos y buenos pastos, abundosa de mantenimientos y frutos”.¹⁸

Partido de Chiconauhtla (Chiconautla): se ubica aproximadamente en 19° latitud norte. Tiene una elevación entre los 2 200 y 2 600 m.s.n.m. Se compone este partido por los pueblos de Chiconautla, Thecama, Faltocan y Ecatepeque. Su clima es en general frío. Su régimen de lluvias es desde abril hasta septiembre.¹⁹

Chimalhuacantoyac (Chimalhuacán): se ubica aproximadamente a 19° 26 latitud norte, México. Tiene una elevación de 2 243 m.s.n.m. Su clima es húmedo y templado por existir muchos manantiales y fuentes hídricas. Las lluvias son entre los meses de mayo y septiembre.²⁰

Minas de Temascaltepec y Tuzantla (Temascaltepec y Tuzantla): Se ubican respectivamente a 19° 01 y 19° 12 latitud norte, México. La elevación del terreno de Temascaltepec es de 1 719 m.s.n.m. y el de Tuzantla de 586 m.s.n.m. Su clima es húmedo y cálido. Su régimen de lluvias es desde abril hasta octubre, con una intensidad que es “continuamente, todos los días”.²¹

Nexapa (San Pedro de Nexapa): se ubica a 19° 05 latitud norte, México. Tiene una altitud de 2 600 m.s.n.m. Es un valle cálido. La temporada de lluvias se inicia en el mes de abril y duran aproximadamente hasta octubre.²²

Minas de Tasco (Taxco): se ubica aproximadamente a 18°33 latitud norte, México. Tiene una altitud de 1 700 m.s.n.m. El clima de la provincia en que se encuentran las minas de Taxco “es caliente y húmedo, templadamente”. Su régimen de lluvias es a partir de abril hasta octubre, aproximadamente. La

¹⁵ *Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán...*, p. 31.

¹⁶ Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de Oaxaca...*, p. 51.

¹⁷ Ramos, *Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán...*, p. 56.

¹⁸ Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de México...*, p. 178.

¹⁹ *Ibid.*, 171.

²⁰ *Ibid.*, p. 66.

²¹ Acuña, *Relaciones geográficas del siglo XVI: México*, p. 140.

²² Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de Oaxaca...*, p. 30.

intensidad con la que llueve es la siguiente: “comúnmente llueve cada día en este tiempo despues de medio día, y las mas veces despues de anochecido, vn aguazero que dura vna ora y mas y menos con violencia de viento, de truenos y relanpagos y algunos rayos de quando en quando (...)”.²³

Provincia de Tabasco: se ubica aproximadamente a 17° latitud norte, México. Tiene una altitud de 5 a 50 m.s.n.m. Su clima es “muy caliente y muy húmeda (...) y llueve en ella los diez meses del año (...)”.²⁴

Pueblo de Tequisistlán: se ubica a 16° 23 latitud norte, México. Tiene una altitud de 200 m.s.n.m. Su clima es el siguiente: “El temple de Tequisistlan es frio y umido por estar asentado serca de la laguna grande entre acequias de agua: las aguas son comúnmente desde el mes de Maio asta fin de setiembre (...)”.²⁵

Provincia de Yucatán: se ubica entre los 16° y 21° latitud norte, México. Su clima es muy húmedo, pues fácilmente “las armas y el hierro se enmohecen”. Es caliente tanto en verano como en invierno. Su régimen de lluvias es entre abril y octubre.²⁶

b) América Central y el Caribe

Verapaz: se ubica entre los 15° y 17° de latitud norte, actual Guatemala. Tiene una altitud entre 200 y 1 000 m.s.n.m. Su clima es principalmente caliente y “Llueve en ella día y noche, y nunca cesa las aguas en todo el año”.²⁷

Zapotitlán y Suchitepéquez: se ubican a 14° latitud norte, en Guatemala. Tienen respectivamente 704 y 371 m.s.n.m. El clima de esta región es cada vez más cálido a medida que se acerca al mar. El periodo de las lluvias se concentra entre los meses de mayo y septiembre, iniciándose siempre éstas a partir de las dos o tres de la tarde, durante todos los días de los meses de primavera y verano: “después de las dos o de las tres para la tarde hasta gran parte de la noche, no hace otra cosa sino derramar agua. Y esto cada día, y de tal manera y con tanta furia, que se puede comparar ni aun como cuando con mayor violencia llueve en España”.²⁸

Santiago Atitlán: se ubica a 14° latitud norte, en Guatemala. Tiene una altitud de 1 600 m.s.n.m. Este pueblo tiene un clima templado durante todo el año, pues “porque en él no hace tanto frío, que dé pena, ni calor, que sea

²³ Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de México...*, p.264.

²⁴ *Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán...*, p. 367.

²⁵ Paso y Troncoso, *Relaciones geográficas de México...*, p. 227.

²⁶ López de Velasco, *Geografía y descripción universal de las Indias*, pp. 247-249.

²⁷ Acuña, *Relaciones geográficas del siglo XVI: Guatemala*, p. 206.

²⁸ *Ibid.*, p. 35.

molesto”. El periodo de las lluvias es entre los meses de abril y octubre, las cuales “vienen con mucha violencia”.²⁹

Panamá: se ubica entre los 7° y 9° de latitud norte. “Toda la región es muy lluviosa, y así caliente y húmeda y llena de ríos”. El periodo de lluvias es en los meses de primavera y verano, y su intensidad son “aguaceros casi perpetuos”.³⁰ Es muy húmedo su temporada de lluvias se inicia entre abril y mayo durante los meses de junio y agosto, la lluvia es muy violenta.³¹

c) Sudamérica

Nueva Granada (Colombia): se ubica entre los 2° y 12° de latitud norte. Tiene una altitud promedio de 200 m.s.n.m. En general el clima es extremadamente húmedo y caliente. Las lluvias comienzan en abril o mayo hasta agosto, las cuales su intensidad es muy violenta.³² Sin embargo, a partir de noviembre y diciembre, y parte del mes de enero, las lluvias se reducen en su intensidad. Prácticamente las dos tercera o tres cuartas partes del año son continuas las lluvias.³³

Caraballeda: se ubica a 10°36 de latitud norte, Venezuela. Tiene una altitud aproximada de 10 m.s.n.m. Es de clima costero caliente y húmedo. Las lluvias son desde octubre hasta febrero.³⁴

Santiago de León (Caracas): se ubica a 10°29 de latitud norte. Tiene una altitud aproximada de 900 m.s.n.m. Está situada en el valle de San Francisco y “es la más de ella, sabana (...)”. Su clima es como sigue: “Su temperatura es fresca y húmeda, y de muchas lluvias que comienzan generalmente en mayo y acaban por diciembre”.³⁵

Nueva Zamora (Maracaibo): se ubica a 10°40 latitud norte, Venezuela. Tiene una altitud de 10 m.s.n.m. Su clima es caliente y seco, con pocas lluvias que se dan entre los meses de agosto y septiembre. Tiene un paisaje “llano y de grandes sabanas”.³⁶

Nueva Segovia de Barquisimeto (Barquisimeto): se ubica a 10°04 de latitud norte, Venezuela. Tiene una altitud promedio de 600 m.s.n.m. Su clima no es tan cálido y tiene un paisaje de tipo sabana. Su régimen de lluvias es reducido y de carácter estival.³⁷

²⁹ *Ibid.*, p. 81.

³⁰ Serrano y Sanz, *Relaciones históricas...*, p. 141.

³¹ Wafer, *A new voyage and description of the Isthmus of America*, pp. 79-80.

³² *Ibid.*, pp. 79-80.

³³ *Ibid.*, p. 80.

³⁴ Arellano, *Relaciones geográficas de Venezuela. Caracas*, p. 117.

³⁵ *Ibid.*, p. 117.

³⁶ *Ibid.*, p. 204.

³⁷ *Ibid.*, pp. 180-181.

Tocuyo (El Tocuyo): se ubica a 9°47' latitud norte, Venezuela. Tiene una altitud promedio de 600 m.s.n.m. Esta ciudad se sitúa en un valle caliente. Las lluvias comienzan a mediados de abril hasta mediados de junio. Posteriormente, éstas se reanudan a principios de agosto hasta diciembre.³⁸

Quito: se ubica a 0° en la equinoccial, Ecuador. Tiene una altitud promedio de 2 800 m.s.n.m., posee un clima de carácter templado: “Es de un temple ni frío ni caliente, antes va más a á frío que á caliente (...)” y esta tendencia de la temperatura se da de igual manera durante todo el año: “Todo el año hace un mismo temple, y aunque se dice que hay invierno y verano, no difieren en el temple, mas de cuando llueve llaman invierno, y cesando las aguas, verano (...)”.³⁹ Las lluvias se da entre los meses de octubre y marzo, y “nunca nieva sino en algunos particulares cerros de las cordilleras”.⁴⁰

Cuenca: se ubica a 2°53' de latitud sur, Ecuador. Tiene una altitud promedio de 2 500 m.s.n.m. Su clima es el siguiente: “es del temple de Quito y tiene su invierno y verano en los tiempos que lo hay en Quito, y llueve como en Quito”.⁴¹

Brasil: se ubica entre los 5° y 32° de latitud sur. Tiene una altitud entre los 10 y 400 m.s.n.m. Su clima es cálido y “llueve casi todos los días por las mañanas (...)”.⁴²

Los llanos del Perú: corresponde a la franja costera desértica del lado occidental del continente sudamericano. De acuerdo con Pedro Cieza, este desierto costero se extiende desde “cuatro grado de la línea a la parte del sur hasta pasar del trópico de Capricornio va estéril esta región”.⁴³ Sobre el punto específico en que se termina el desierto, el padre Bernabé Cobo lo sitió en el valle de Copiapó, Chile,⁴⁴ el que está ubicado a 27° de latitud sur. Tiene una altitud de 10 a 2 000 m.s.n.m. Las características climáticas de los llanos fue descrita claramente por el cosmógrafo Juan López de Velasco: “En los llanos no truena, ni cae rayo ninguno, ni llueve sino sea cuando mucho algún rocío, hasta matar el polvo de la tierra, y algunas veces por gran maravilla un poco más, y esto estando el cielo cubierto de nubes cargadas (...) De la falta de lluvia en los llanos, proviene que lo más dellos es todo arenales y pedregales secos y faltos de agua, y así estériles y desiertos de cosa criada, salvo de algunos árboles de poca hoja y sin fruto, y algunos carrizales, y estos en pocas partes (...)”.⁴⁵

³⁸ *Ibid.*, p. 147.

³⁹ Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Tomo I*, pp. 20-21

⁴⁰ Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Tomo III*, p. 61.

⁴¹ Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Tomo I...*, p. 36.

⁴² López de Velasco, *Geografía y descripción...*, p. 565.

⁴³ Cieza de León, *La crónica del Perú*, p. 209.

⁴⁴ Cobo, *Historia del Nuevo Mundo*, p. 173.

⁴⁵ López de Velasco, *Geografía y descripción...*, p. 460.

Cordillera de los Andes: se ubica entre los 9° latitud norte (Venezuela) y 55° latitud sur (Chile). Tiene una altitud promedio entre los 3 000 y 4 000 m.s.n.m. Sobre las altas cumbres, Joseph Acosta sostuvo que se da “perpetua nieve y escarcha, y las aguas hechas un hielo, y aún heladas a veces del todo (...)”.⁴⁶

Guamanga (Huamanga): se ubica a 13° latitud sur, Perú. Tiene una altitud promedio de 3 000 m.s.n.m. Su clima es templado: “que ni es frío ni caliente; es tan apacible, que ni en verano ni invierno no dá pesadumbre el calor ni el frío; por mayo y junio yela moderadamente”.⁴⁷ Su periodo de lluvias es en los meses de enero y febrero.

La Paz: se ubica a 16° de latitud sur, Bolivia. Tiene una altitud promedio de 3 500 m.s.n.m. Su clima es frío, pues “esta provincia es naturalmente fría y seca (...) Desde el mes de abril hasta el de agosto es el frío muy grande y hay muchos hielos, de manera que las yerbas y árboles se agostan y secan, y este tiempo es de todo punto infrutífero”.⁴⁸ Sin embargo, para los meses de septiembre, octubre y noviembre el clima es templado. El periodo de lluvia es entre el mes de diciembre y marzo, con una intensidad media: “son las aguas por la mayor parte moderadas y algunos años cargan más que otros, y los más son pocas las aguas”.⁴⁹

Cuyo-Tucumán-Buenos Aires: se ubican respectivamente a 33°, 26° y 34° latitud sur respectivamente, en la actual Argentina. Tiene una altitud entre los 5 y 400 m.s.n.m. Su clima en invierno es de temperaturas muy bajas, pues se dan “eladas tan rigorosas, que de baxo de techo se yela el agua, y en el campo se suelen morir de frío los animales; sin embargo no llueve una gota en todo el himbierno”.⁵⁰ Sin embargo, a partir de la primavera, comienza la temporada de lluvias “con tanta fuerza, que si duraran los aguaceros tanto como en Europa, y Chile, anegaran la tierra, como de hecho la inundan el poco tiempo que duran de una hora, o media, corriendo ríos por las calles de las ciudades, y convirtiendo los campos en mares (...)”.⁵¹

Santiago: se ubica a 33° latitud sur. Tiene una altitud promedio de 500 m.s.n.m. El clima de Santiago es templado. El padre Alonso de Ovalle lo describe de la siguiente manera: “(...) Chile tiene como Europa sus seis meses de Primavera, y el estio, y otros seis de Otoño, y himbierno; no llueve el Verano sino el Himbierno, y todas las frutas, y semillas que lleva Europa, se dan tambien en Chile”.⁵²

⁴⁶ Acosta, *Historia Natural y Moral de las Indias*, p. 55.

⁴⁷ Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Tomo I...*, pp. 107-108.

⁴⁸ *Ibid.*, p. 66.

⁴⁹ *Ibid.*, p. 66.

⁵⁰ Ovalle, *Relación del Reyno de Chile*, p. 3.

⁵¹ *Ibid.*, p. 3.

⁵² *Ibid.*, p. 3.

Valdivia: se ubica en la latitud 39° 48 latitud sur, Chile. Tiene una altitud aproximada de 10 m.s.n.m. Su clima es frío y lluvioso, tanto en invierno como en verano. Según Juan López de Velasco, el clima de Valdivia es como sigue: “El temple de su comarca es muy frío, y á donde llueve el invierno cada día y el verano cada ocho días y aun más, y con llover tanto es la tierra tan arenisca, que nunca se hace lodo, y tan floja, que en dejando de llover se seca todo lo sembrado y no se coge comida ninguna, porque son las heladas tan recias que se deshacen las paredes con ellas y levanta la tierra, en la cual no se podría vivir sino fuese por ocho leguas de tierra rasa, gruesa y fértil, que está entre esta ciudad y la de Osorno, que llaman los Llanos en que se da mucha comida, trigo, cebada, maíz y legumbres (...)”.⁵³

Osorno: se ubica a 40°34 latitud sur, Chile. Tiene una altitud promedio de 40 m.s.n.m. Su clima es frío, de mucha lluvia. Tal es el frío que, según Juan López de Velasco, “(...) su comarca es tierra fría, aunque no tan cerrada de montaña como Valdivia y Villa Rica, pero llueve y hiela tanto como en ellas, y así es falta de mantenimientos y comidas (...)”.⁵⁴

Provincia del Estrecho de Magallanes: según los datos del cosmógrafo real Juan López de Velasco, su ubicación era “desde 42° o 43° de altura austral hasta 54°, adonde llega la mar Austral del Estrecho (...)”.⁵⁵ Su clima es muy frío, inclusive en los meses de verano. Este hecho fue descrito claramente por el propio Juan López de Velasco: “(...) todas aquellas tierras son en exceso frías, tanto que por Enero, que es en medio del verano, hace muy grandes fríos (...) y aun dicen que el Estrecho está casi cercado de nieve, y también algunos dicen que es azul, que debe ser de muy antigua”.⁵⁶

Finalizado el listado de las citas extractadas de relaciones geográficas y crónicas de los siglos XVI y XVII, se procedió a sistematizar y cuantificar dicha información, según las categorías establecidas en el modelo de clasificación de Köppen-Geiger. Los resultados, expuestos anteriormente, se muestran en la Tabla 5, climática de los siglos XVI y XVII.

COMPARACIÓN CLIMÁTICA DE LA CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN ENTRE LOS SIGLOS XVI-XVII Y XXI

Definidas las categorías climáticas de Köppen en cada región de América, según los datos recopilados de la documentación histórica a la que se accedió, se procedió a la comparación de los climas de los siglos XVI-XVII con la actual

⁵³ López de Velasco, *Geografía y descripción...*, p. 531.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 533.

⁵⁵ *Ibid.*, p. 538.

⁵⁶ *Ibid.*, p. 539.

clasificación climática de Köppen-Geiger del continente americano. Los datos climáticos del siglo XXI se obtuvieron a partir del estudio titulado “World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated”, publicado en 2006 y escrito por integrantes del *Biometeorology Group de la University of Veterinary Medicine Vienna de Austria* y de la *Global Precipitation Climatology Centre de Alemania*.⁵⁷ Dicho análisis se proporcionó por medio del nivel (categoría) de la clasificación Köppen-Geiger entre los rangos de: Mantiene, Sube y Baja dependiente del cambio de gran categoría para obtener si en el pasado fue más frío, cálido, húmedo o lluvioso. De este modo, la tabla comparativa de la clasificación climática de Köppen-Geiger se basa en los siglos estudiados y cuyo valor se representa en la actualidad (véase Anexo: Tabla de análisis final).

De la comparación de los climas de las regiones presentada en la referida tabla, se infiere, en términos generales, que el clima de los siglos XVI y XVII era más frío y con mayores precipitaciones que en la actualidad, sobre todo en lo que respecta a las lluvias. Por ejemplo, los datos demuestran que el sur de Nueva España (México y Centroamérica) presentaba una mayor abundancia de lluvias y de humedad ambiental, pues muchos sectores que actualmente tienen clima de sabana tropical (Aw), en los siglos XVI y XVII eran de tipo tropical monzónico (Am). Del mismo modo, climas que hoy en día son de tipo tropical monzónico, en aquel tiempo eran de tipo Tropical lluvioso (Af). Sin embargo, la diferenciación climática que más destaca son las regiones situadas a partir del grado 39° hasta el 54° de latitud sur, correspondiente a Valdivia, Osorno y toda la provincia del Estrecho de Magallanes, pues técnicamente no poseían un verano en términos de temperatura en los siglos XVI y XVII. Aún más, se destaca la existencia de glaciares perpetuos en todo el estrecho de Magallanes en dichos siglos, hecho que en el siglo XXI son inexistentes, pues actualmente toda esa zona aparece designada como clima polar de tundra (ET) y, específicamente, Templado lluvioso (Cfc), como se demuestra en la visualización del mapa final del clima de América (véase Anexo: Mapa Clima de América, siglos XVI y XVII). En ese sentido, la diferencia climática entre ambos periodos se va haciendo más evidentemente a medida que la región se ubica cada vez más cerca de la zona polar, hecho que se explica por el fenómeno climático de la Pequeña Edad de Hielo (PEH), que según Emmanuel Le Roy Ladurie “técnicamente se trata de una etapa avanzada y de máxima sucesión de glaciares, la cual se “desarrolló”, grosso modo, desde principios del siglo XIV hasta mediados del XIX”⁵⁸.

⁵⁷ Kottek, “World Map of the Köppen-Geiger climate classification”, pp. 259-263.

⁵⁸ Le Roy Ladurie, *Historia humana y comparada del clima*, p. 16.

Tabla 5. Sistematización y cuantificación de los datos para determinar las zonas climática Köppen-Geiger

<i>Región</i>	<i>Latitud</i>	<i>altitud</i>	<i>Zona climática</i>	<i>Sensación térmica</i>	<i>Intensidad de las lluvias</i>	<i>Periodo lluvias</i>	<i>Régimen de lluvias</i>	<i>Clima Köppen</i>
Isla de Terranova	46° hasta 51° latitud norte	200 m	Templada	Cálido en verano y frío en invierno.	Nieve	Noviembre y diciembre	Invierno	Dfb
Nueva Inglaterra	40° hasta 45° latitud norte	50 m a 400 m	Templada	Caluroso en verano y frío en invierno	Nieve	No Data	No Data	Dfa
Maryland	37° hasta 39° latitud norte	5 m 150 m	Templada	Caluroso en verano y frío en invierno	Húmedo y Nieve	No Data	Verano e invierno	Dfa
Sucopó	21°09 latitud norte	16 m	Tropical	Caluroso	Seco	Julio y agosto	Verano	BWh
Huejutla	20°08	137 m	Tropical	Caluroso y fresco	Húmedo	Junio hasta octubre	Verano y otoño	Am
Teotitlán	17°01	1.700 m	Tropical	Caluroso	Húmedo	Junio hasta septiembre	Verano	Am
Villa de Valladolid	20°41 latitud norte	30 m	Tropical	Cálido	Lluvioso	Todo el año	Verano e invierno	Af
Partido de Celaya	20°31 latitud norte	1 767 m	Tropical	Cálido	Seco	Junio hasta septiembre	Verano	Cw
Provincia de Acámbaro	20° latitud norte	1 700 m y 2 000 m	Tropical	Cálido	Seco	Junio hasta septiembre	Verano	Cw
Partido de Sayula	19°53 latitud norte	1 360 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Anual	Verano e invierno	Af
Partido de Chiconautla	19° latitud norte	2 200 m y 2 600 m	Tropical	Fresco	Húmedo	Abril hasta septiembre	Primavera y verano	Am
Chimalhuacán	19°26	2.243 m.s.n.m.	Tropical	Fresco	Húmedo	Mayo hasta septiembre	Primavera y verano	Am
Minas de Temascaltepec y Tuzantla	19°01 y 19°12 latitud norte	1 719 m y 586 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Abril hasta octubre	Primavera y verano	Am
San Pedro de Nexapa	19°05 latitud norte	2 600 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Abril hasta octubre	Primavera y verano	Am
Minas de Taxco	18°33 latitud norte	1 700 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Abril hasta octubre	Primavera y verano	Am

Tabla 5 (continuación). Sistematización y cuantificación de los datos para determinar las zonas climática Köppen-Geiger

Región	Latitud	altitud	Zona climática	Sensación térmica	Intensidad de las lluvias	Periodo lluvias	Régimen de lluvias	Clima Köppen
Provincia de Tabasco	17°20 hasta 18°35 latitud norte	5 a 50 m.	Tropical	Caluroso	Lluvioso	10 meses al año	Las cuatro estaciones	Af
Pueblo de Tequisistlán	16°23 latitud norte	200 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Mayo hasta septiembre	Primavera y verano	Am
Provincia de Yucatán	16° hasta 21° latitud norte	20 a 100 m	Tropical	Caluroso	Húmedo	Abril hasta octubre	Primavera y verano	Am
Verapaz	15° hasta 17° latitud norte	200 a 1 000 m	Tropical	Caluroso	Lluvioso	Todo el año	Las cuatro estaciones	Af
Zapotitlán y Suchitepéquez	14° latitud norte	704 y 371 m	Tropical	Caluroso	Húmedo	Mayo hasta septiembre	Primavera y verano	Am
Santiago Atitlán	14°38 latitud norte	1 600 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Abril hasta octubre	Primavera y verano	Am
Panamá	7° hasta 9° latitud norte	10 a 400 m	Tropical	Caluroso	Húmedo	Abril hasta agosto	Primavera y verano	Am
Nueva Granada (Colombia)	2° hasta 12° latitud norte	200 m	Tropical	Caluroso	Lluvioso	Abril hasta diciembre	Primavera, verano e invierno	Af
Caraballeda	10°36 latitud norte	10 m	Tropical	Caluroso	Húmedo	Octubre hasta febrero	Otoño e invierno	Aw
Santiago de León (Caracas)	10°29 latitud norte	900 m	Tropical	Fresco	Húmedo	Mayo hasta diciembre	Primavera, verano y otoño	Cw
Nueva Zamora (Maracaibo)	10°40 latitud norte	10 m	Tropical	Caluroso	Seco	Agosto y septiembre	Verano	Aw
Nueva Segovia de Barquisimeto	10°04 latitud norte	600 m	Tropical	Cálido	Seco	Junio hasta septiembre	Verano	Aw
El Tocuyo	9°47 latitud norte	600 m	Tropical	Cálido	Húmedo	Abril hasta junio y de agosto hasta diciembre	Primavera, verano y otoño	Aw
Quito	0° de la equinoccial	2 800 m	Tropical	Fresco	Húmedo	Octubre hasta marzo	Otoño e invierno	Cfc
Cuenca	2°53 latitud sur	2 500 m	Tropical	Fresco	Húmedo	Octubre hasta marzo	Otoño e invierno	Cfc
Brasil	5° hasta 32° latitud sur	10 a 400 m	Tropical y templado	Cálido	Lluvioso	Todo el año	Las cuatro estaciones	Af
Llanos del Perú	4° hasta 27° latitud sur	10 a 2 000 m	Tropical y templado	Cálido	Seco	Nunca	En ninguna estación	BWk
Cordillera de los Andes	9° latitud norte hasta 55° latitud sur	3 000 a 4 000 m	Tropical y templado	Frío	Nieve	Depende de la latitud	Verano o invierno	ET y EF

Tabla 5 (continuación). Sistematización y cuantificación de los datos para determinar las zonas climática Köppen-Geiger

Región	Latitud	altitud	Zona climática	Sensación térmica	Intensidad de las lluvias	Periodo lluvias	Régimen de lluvias	Clima Köppen
Huamanga	13° latitud sur	3 000 m	Tropical	Fresco	Seco	Enero y febrero	Verano	BSk
La Paz	16° latitud sur	3 500 m	Tropical	Fresco	Seco	Diciembre hasta marzo	Verano	BSk
Cuyo-Tucumán-Buenos Aires	33° - 26° - 34° latitud sur	5 a 400 m	Templado	Cálido y fresco	Húmedo	Septiembre hasta marzo	Primavera y Verano	Cfb
Santiago	33° latitud sur	500 m	Templado	Fresco	Húmedo	Junio hasta septiembre	Invierno	Csb
Valdivia	39°48 latitud sur	10 m	Templado	Frío	Lluvioso	Todo el año	Las cuatro estaciones	Cfc
Osorno	40°34 latitud sur	40 m	Templado	Frío	Lluvioso	Todo el año	Las cuatro estaciones	Cfc
Provincia del Estrecho de Magallanes	42° hasta 54°	50 a 800 m	Templado	Frío	Nieve	Todo el año	Las cuatro estaciones	EF

CONCLUSIÓN

Si bien es innegable que la precisión de la clasificación climática de Köppen radica en el cálculo de la temperatura y de las precipitaciones, en el presente estudio se ha podido demostrar, salvando las inherentes limitaciones implicadas, que es posible determinar el tipo de clima de acuerdo con las descripciones de las condiciones climáticas dejadas en las diversas fuentes históricas. Por el modo en que se presenta dicha información, posee un valor científico innegable para los estudios climáticos de los siglos XVI y XVII, periodo que prácticamente no ha sido abordado por la historiografía del clima, hecho fundamental demostrado en el artículo realizado bajo el proyecto PAT 2020 GEO 04 e HIST 05. Por ello, la clasificación climática de Köppen elaborada exclusivamente por *proxy-data*, más que un estudio meramente descriptivo de los tipos de climas que existieron en los siglos XVI y XVII en el continente americano, es la sistematización de una propuesta metodológica para facilitar el estudio científico del clima de esta época, mediante la integración de documentación histórica como datos complementarios que coadyuden a las disciplinas científicas dedicadas la investigación del clima.

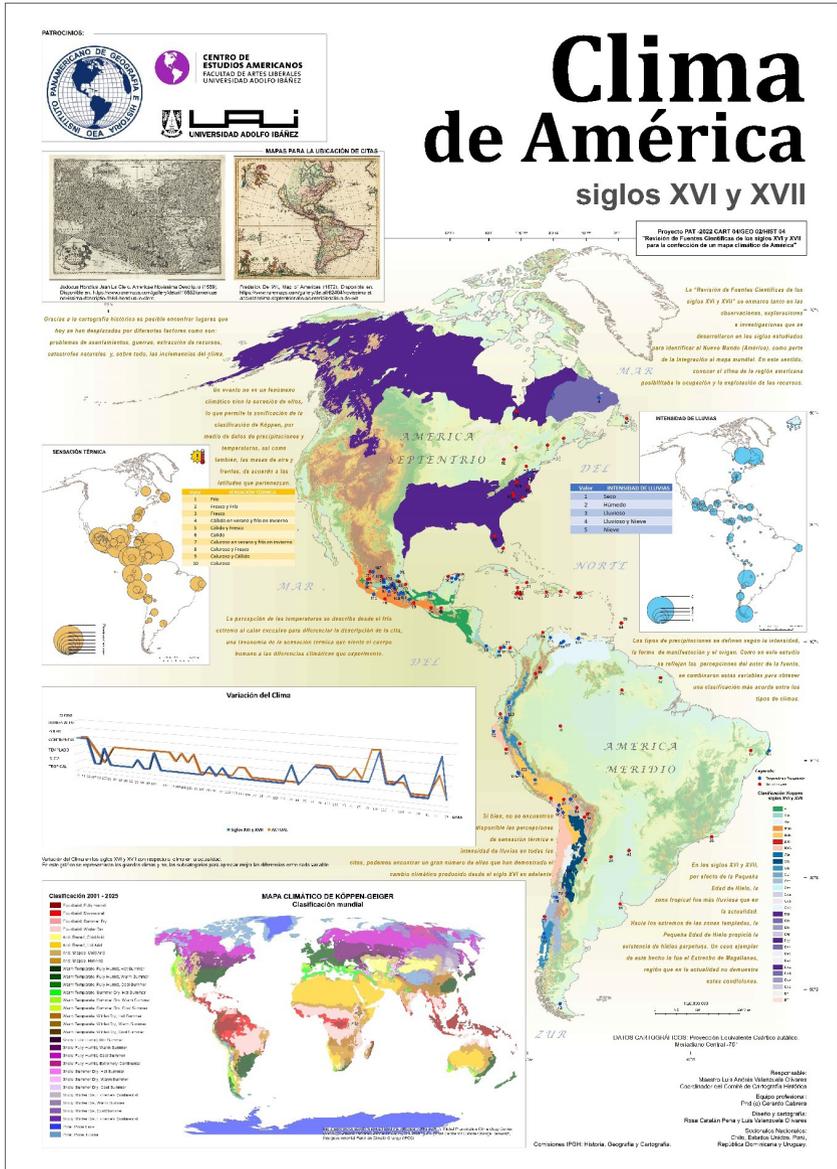
ANEXO.
Tabla de Análisis final

CITA	REGIÓN	CLIMA HISTÓRICO	KÖPPEN ACTUAL	FUE	HOY	RESULTADO
4	Isla de Terranova-Labrador	Dfb	Dfc	Fríos de nieve y bosques, verano cálido	Fríos de nieve y bosques, verano fresco	Actualmente es más frío
51	Nueva Inglaterra	Dfb	Dfc	Fríos de nieve y bosques, verano caluroso	Fríos de nieve y bosques, verano fresco	Actualmente es más frío
52	Mainy-land	Dfb	Dfa	Fríos de nieve y bosques, verano caluroso	Templado lluvioso, verano caluroso	El pasado fue más frío
107	Tabasco	Af	BSh	Pluviosiva Tropical	Estepa semi-árida, caluroso	El pasado fue más lluvioso
91	Hueljutla	Am	Am	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Pluviosiva Tropical. Monzónico	No cambia
102	Celaya	Cw	BSh	Tropical suave con invierno seco	Estepa semi-árida, caluroso	El pasado fue más lluvioso
86	Chimalhuacán	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
87	Chicoloapan	Am	Cwb	Sabana Tropical	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
89	Chiconautla	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
90	Sayula	Af	Cwb	Pluviosiva Tropical	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
92	Tehuacán	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
95	Zumpango	BSh	Cwb	Estepa semi-árida, caluroso	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	Actualmente es más húmedo
96	Minas de Temascaltepec y Tuzamtlá	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
99	Neveaca	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
103	Acambaro	Cw	Cwb	Tropical suave con invierno seco	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	Actualmente es más cálido
111	San Bartolomé	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
112	San Andrés	Am	Cwb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	El pasado fue más lluvioso
109	Zapotitlán y Suchtepec	Am	BSk	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Estepa frío	El pasado fue más lluvioso
100	Ucila	Am	Cwa	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Tropical templado con invierno seco, verano caluroso	El pasado fue más lluvioso
101	Tehuacán	BSh	Am	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Estepa semi-árida, caluroso	El pasado fue más lluvioso
110	Santiago Atlán	Am	Cfb	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Templado lluvioso, verano cálido	Actualmente es más frío
36	Yucatán	Am	Aw	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
104	Villa de Valladoid	Af	Aw	Pluviosiva Tropical	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
105	Sucopó	BWh	Aw	Desierto caluroso	Sabana tropical	Actualmente es más húmedo
94	Taxco	Am	Aw	Pluviosiva Tropical. Monzónico	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
97	Luzania	BSh	Aw	Estepa semi-árida, caluroso	Sabana tropical	Actualmente es más húmedo
113	Verapaz y Zetutilla	Af	Aw	Pluviosiva Tropical	Sabana tropical	El pasado fue mucho más lluvioso
116	Nueva Zamora de Maracabo	Aw	BSh	Sabana Tropical	Estepa semi-árida, caluroso	El pasado fue más húmedo
117	Barceloneta	Aw	BSh	Sabana Tropical	Estepa semi-árida, caluroso	El pasado fue más húmedo
114	Verapaz	Af	Aw	Pluviosiva Tropical	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso

Tabla de Análisis final (continuación)

CITA	REGIÓN	CLIMA HISTÓRICO	KÖPPEN ACTUAL	FUJE	HOY	RESULTADO
77	Panamá	Am	Aw	Pluviosa Tropical Monzónico	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
68	Panamá y Nueva Granada	Am	Af	Pluviosa Tropical Monzónico	Pluviosa Tropical Monzónico	No cambia
43	Panamá	Am	Aw	Pluviosa Tropical Monzónico	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
113	Caraballera	Aw	Aw	Sabana Tropical	Sabana tropical	No cambia
116	El Tocuyo	Aw	Aw	Sabana Tropical	Sabana tropical	No cambia
124	Caracas	Cw	Aw	Tropical suave con invierno seco	Sabana tropical	El pasado fue más lluvioso
44	Braçil	Af	Am	Pluviosa Tropical	Pluviosa Tropical Monzónico	El pasado fue más lluvioso
72	Patía	BWk	BWh	Desértico frío	Desértico caluroso	El pasado era más frío
74	Quito	Cfc	Cfb	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	Templado lluvioso, verano cálido	Actualmente es más frío
76	Cuenca	Cfc	Cfb	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	Templado lluvioso, verano cálido	Actualmente es más frío
123	Cuenca	Cfc	Cfb	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	Templado lluvioso, verano cálido	Actualmente es más frío
122	Pero y Chile	BWk	BWh	Desértico frío	Desértico caluroso	Actualmente es más húmedo
125	Pero y Chile	BWk	BWh	Desértico frío	Desértico caluroso	Actualmente es más húmedo
70	Huamanga	BSk	Cwb	Estepa frío	Tropical templado con invierno seco, verano cálido	Actualmente es más húmedo
85	Arica	BWk	BWh	Desértico frío	Desértico caluroso	Actualmente es más húmedo
71	La Paz	BSk	ET	Estepa frío	Polar de tundra	Actualmente es más frío
126	Cordilleras de los Andes	ET y EF	ET	Polar de tundra y Polar con hielos perpetuos	Polar de tundra	El pasado fue más frío
119	Pero y Chile	BWk	BWk	Desértico frío	Desértico frío	No cambia
121	Pero y Chile	BWk	BWk	Desértico frío	Desértico frío	No cambia
120	Cuyo - Tucumán y Buenos Aires	Cfb	BWk	Templado lluvioso, verano cálido	Desértico frío	El pasado fue más lluvioso
78	Santiago	Csb	Csb	Templado lluvioso, veranos secos y cálidos	Desértico frío	No cambia
40	Valdivia	Cfc	Cfb	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	Templado lluvioso, veranos cálidos	El pasado fue más frío
41	Osorno	Cfc	Cfb	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	Templado lluvioso, verano cálido	El pasado fue más frío
42	Estrecho de Magallanes	EF	Cfc	Polar con hielos perpetuos	Templado lluvioso, veranos cortos y frescos	El pasado fue más frío
108	Villa de Santa María de la Victoria	Af	Am	Pluviosa Tropical	Pluviosa Tropical Monzónico	El pasado fue más lluvioso

ANEXO.
Mapa Clima de América, siglos XVI y XVII



REFERENCIAS

- Acosta, Josef de, *Historia Natural y Moral de las Indias*, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 2008.
- Acuña, René, *Relaciones geográficas del siglo XVI: Guatemala*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982.
- Acuña, René, *Relaciones geográficas del siglo XVI: México. Tomo segundo*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 1986.
- Arellano, Antonio, *Relaciones Geográficas de Venezuela*, Caracas, Academia Nacional de la Historia, 1964.
- Barriendos, Mario, “Variabilidad y riesgos climáticos en perspectiva histórica. El caso de Catalunya en los siglos XVIII-XIX”, *Revista de Historia Moderna*, núm. 23, 2005, pp. 11-34.
DOI: <https://doi.org/10.14198/RHM2005.23.01>
- Cieza de León, Pedro, *La crónica del Perú*, Madrid, Calpe, 1922.
- Cobo, Bernabé, *Historia del Nuevo Mundo. Tomo I*, Sevilla, Imp. de E. Rasco, 1890.
- Hakluyt, Richard, *The Principal Navigations Voyages Traffiques & Discoveries of the English Nation. Volume VIII*, Glasgow, James Maclehose and Sons, 1904.
- Kottek, Markus, “World Map of the Koppen-Geiger climate classification”, *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 15, no. 3, 2006, pp. 259-263.
DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>
- Le Roy Ladurie, Emmanuel, *Historia humana y comparada del clima*, México, Fondo de Cultura Económica, 2017.
- López de Velasco, Juan, *Geografía y descripción universal de las Indias*, Bruselas, Establecimiento Tipográfico de Fortanet, 1894.
- Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Perú. Tomo I*, Madrid, Tipografía de Manuel G. Hernández, 1881.
- Ministerio de Fomento, *Relaciones geográficas de Indias. Perú. Tomo III*, Madrid, Tipografía de los hijos de M. G. Hernández, 1897.
- NOAA, National Centers for Environmental Information, “What are proxy data”, National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.ncei.noaa.gov/news/what-are-proxy-data>, [consultado el 30 de enero 2023].
- Ogilby, John, *America: being an accurate description of the New World*, London, Printed by Tho. Johnson for the Author, 1670.
- Ovalle, Alonso de, *Relación del Reyno de Chile*, Roma, Francisco Caballo, 1646.
- Paso y Troncoso, Francisco del, *Relaciones geográficas de México*, México, Editorial Cosmos, 1979.

- Paso y Troncoso, Francisco del, *Relaciones geográficas de Oaxaca*, México, Editorial Innovación, 1981.
- Ramos, Ernesto, *Relaciones geográficas de la diócesis de Michoacán 1579-1580*, Guadalajara, Colección “Siglo XVI”, 1958.
- Serrano y Sanz, Manuel, *Relaciones históricas y geográficas de América Central*, Madrid, Librería de Victorino Suárez, 1908.
DOI: <https://doi.org/10.5479/sil.390145.39088000873000>
- Strahler, Arthur y Strahler, Alan, *Geografía Física*, Barcelona, Ediciones Omega, 1989.
- Valenzuela, Luis y Cabrera, Gerardo, “Caracterización de fuentes en el estudio climático de América de los siglos XVI-XVII”, *Revista Historia de América*, núm. 163, 2022, pp. 417-448.
DOI: <https://doi.org/10.35424/rha.163.2022.977>
- Wafer, Lionel, *A new voyage and description of the Isthmus of America*, London, Printed for James Knapton, 1699.
- Zúñiga, Ignacio y Crespo, Emilia, *Meteorología y Climatología*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2015.

