

## LA CLASIFICACION CLIMATICA DE HOLDRIDGE: INCOHERENCIAS Y SOLUCIONES

POR

EVA COLOTTI BIZZARRI \*

### *Introducción*

El Sistema de Clasificación Climática de Holdridge, basado en la asociación de diversos tipos vegetales a las variables climáticas principales, es una de las más utilizadas en nuestro país con el fin de conocer la zona ecológica o de vida a la que pertenece una determinada área objeto de estudio. Dicha zona es establecida por los valores de biotemperatura (°C) y precipitación (mm) medios anuales asociados a la latitud y la altitud, los cuales se interceptan en un nomograma triangular diseñado por Leslie Holdridge (1947).

Las zonas de vida están representadas en el nomograma (Figura 1) por hexágonos que se forman a partir de las mediatrices dibujadas en cada triángulo formado por la intersección de la biotemperatura,  $B_{ta}$ , (líneas horizontales) y la precipitación,  $P_a$ , (líneas inclinadas izquierda), variables que son la base para calcular la Relación de Evapotranspiración Potencial,  $Retp$  (líneas inclinadas derecha). Las escalas de las variables son logarítmicas y diseñadas sobre ejes no ortogonales que forman un ángulo de 60°. «Las escalas logarítmicas inclinadas de  $Retp$  y  $P_a$  conforman un triángulo que funge de envolvente a un conjunto de hexágonos y semi-hexágonos, los cuales son los equivalentes geométricos de las unidades climáticas de primer orden denominadas zonas de vida» (Rodríguez y Colotti, 1998).

---

\* Eva Colotti Bizarri. Escuela de Geografía. Universidad Central de Venezuela.

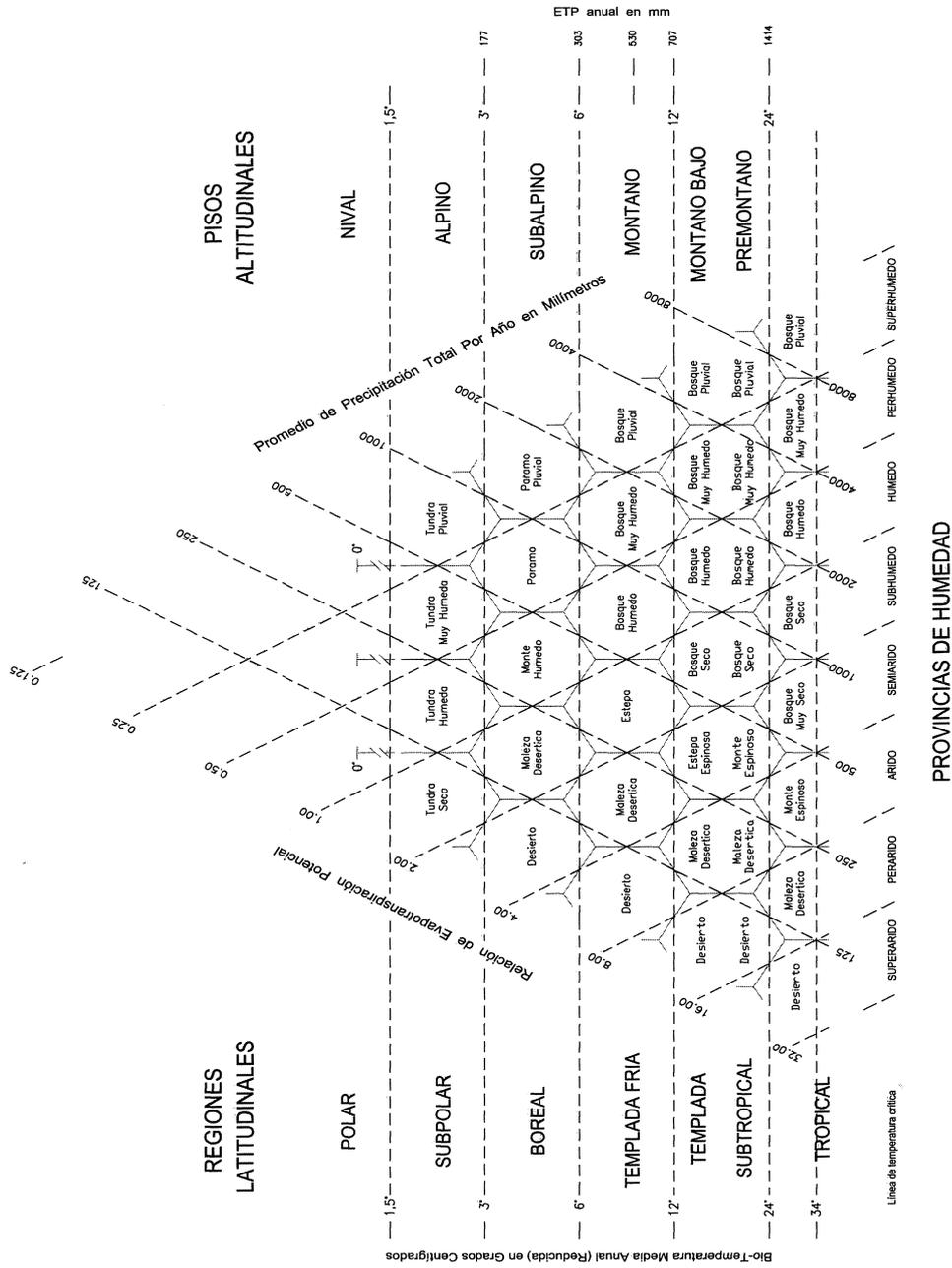


FIG. 1.—Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida de L. R. Holdridge.

Estudios Geográficos, LXIV, 250, 2003

Para localidades con altitudes inferiores a 2.000 m.s.n.m., la Biotemperatura anual (Bta) es equivalente a la Temperatura Anual (Ta), en centígrados. Rodríguez y Colotti (1998) describen la metodología clasificatoria original donde «la intersección de los alineamientos procedentes de la Bta y la Pa determina un punto, equivalente geométrico del bioclima del lugar de registro; en consecuencia, el sitio de registro será clasificado climáticamente según la denominación que tenga el hexágono al cual pertenece tal punto de intersección».

A pesar de su amplio uso por climatólogos, geógrafos, agrónomos y otros profesionales dedicados al análisis espacial de variables de los medios físico y biótico, este sistema clasificatorio ha sido conceptualmente cuestionado por la ambigüedad en la solución, cuando una localidad se encuentra cercana a los límites de los hexágonos o en las zonas de transición, no llegando a una clasificación concluyente y, sin poder establecer de manera unívoca la zona de vida asociada a la localidad. (Walter y Medina, 1971; Rodríguez, 1986; Rodríguez y Colotti, 1998; Colotti y Urdaneta, 1999).

De acuerdo con lo antes mencionado, la presente investigación pretende ofrecer dos soluciones concluyentes y más precisas, en las que el efecto visual no provoque decisiones ambiguas, tal que una localidad pueda pertenecer a dos y, hasta tres zonas de vida diferentes.

#### *Solución Matemática (Rodríguez y Colotti, 1998)*

Esta se basa en establecer *si matemáticamente el área hexagonal de cada zona de vida está constituida por una superficie que «ecológicamente» es semejante al punto centroidal hexagonal.*

Si en el diagrama triangular (Figura 1) se establece que todos los puntos de la superficie de un hexágono dado son más semejantes a su centroide que al resto de los centroides hexagonales, la distancia matemática o euclidiana de cada punto del hexágono a su centroide sería siempre menor que la misma distancia con respecto a cualquier otro centroide hexagonal. En consecuencia, al disponer de un algoritmo matemático que compare las coordenadas bio-climáticas de un lugar con las coordenadas centroidales hexagonales y, asigne la denominación de la zona de vida respectiva según la menor distancia al punto centroidal, tendríamos un procedimiento para clasificar automáticamente cada sitio de registro.

Bajo la denominación «Cluster Analysis» se engloba un conjunto de métodos que permiten subdividir a un conjunto muestral según las especificaciones que da el usuario; entre ellos está el método «Seed», el cual posee la propiedad matemática arriba mencionada y se le suministra como datos de entrada los siguientes: número de variables, número de «semillas» o «centroides» de grupos, tipo de distancia matemática y, finalmente, los casos o individuos que cumplirán el rol de centroides. Este algoritmo ha dado mejores resultados que el resto de los métodos de agrupamiento incluidos en el software Statgraphics, Versión 4.2, tales como el mediano (weighted pair-group centroid), el promedio simple (weighted pair-group method using arithmetic averages), el vecino más cercano (nearest neighbour), entre otros, tal como lo reportaron en su investigación Fernández y Rodríguez (1998). Statgraphics presenta como resultado de su análisis el número de individuos por grupo considerado, así como la matriz de distancias euclidianas inter-individuos.

Ni Holdridge ni sus colaboradores (Ewel et al, 1968) explican cómo clasificar un lugar cuando el punto de intersección pertenezca a cualquiera de los lados hexagonales; por ello, la decisión final recae en el usuario quien utiliza el mencionado esquema triangular. Aunque la probabilidad de que un punto se ubique en los perímetros hexagonales es muy baja, el método «Seed» siempre asigna tal punto a uno de los hexágonos vecinos, dejando la decisión al procedimiento matemático y no a la elección personal.

#### *Solución Gráfica (Colotti y Urdaneta, 1999)*

Con el objeto de mantener una *solución gráfica análoga a la propuesta por Holdridge (1947) fue elaborado un nomograma digital con base en las proporciones y ecuaciones del nomograma original*; su elaboración fue lograda utilizando el software gráfico AutoCAD, Versión 14.

El nomograma original está constituido por una combinación de escalas aritméticas (latitud y altitud) y logarítmicas (temperatura y lluvia) con ejes cartesianos y ortogonales, respectivamente. Sin embargo, los paquetes gráficos se basan solamente en ejes cartesianos con escalas aritméticas, hecho que condujo a la transformación y co-

rrección de las escalas logarítmicas en aritméticas, por intervalo térmico y por gradiente.

Una vez construido el nomograma digital, se plotean las localidades seleccionadas y, por medio de «zooms» o acercamientos, es muy sencillo verificar tanto en pantalla como en papel a cual zona de vida pertenece el lugar, aún cuando se localice muy cerca de los lados de los hexágonos o en las zonas de transición.

### *Metodología*

En la aplicación de ambas soluciones fueron empleados los promedios anuales de temperatura (°C) y precipitación (mm) de 20 estaciones climatológicas venezolanas administradas por la Fuerza Aérea (1992) y emplazadas entre los 7 y los 1470 m.s.n.m. (Cuadro I), correspondientes al período 1961-1990.

### *Uso del análisis de conglomerados*

Con base a las 20 estaciones meteorológicas venezolanas, se obtuvo una partición según el procedimiento automático o computarizado, la cual fue comparada con las zonas de vida logradas gráficamente en el diagrama original de Holdridge y, finalmente se evaluó esta propuesta como una nueva solución.

Los pasos seguidos para lograr la partición se describen a continuación:

### *Compilación de la información georeferencial*

*Clasificación Climática de Holdridge.*—Con base a los datos anuales de lluvia y temperatura de los 20 casos, ambas variables a escala anual, se obtuvieron las zonas de vida de Holdridge mediante el software Menú (1992)<sup>1</sup>. Posteriormente, se verificaron, mediante el procedimiento gráfico original, aquellos casos considerados «transicionales».

---

<sup>1</sup> Software elaborado por el Tesista José J. Urdaneta. Escuela de Geografía. Universidad Central de Venezuela.

CUADRO I

ESTACIONES METEOROLOGICAS PERTENECIENTES A LA FUERZA AEREA VENEZOLANA CON SUS PROMEDIOS ANUALES DE TEMPERATURA (°C) Y PRECIPITACION (mm)

N.º	Estación	Latitud (N)	Longitud (W)	Altitud (msnm)	PPa (mm)	Ta (°C)
1	CORO	10°25	69°41	16	364	27,8
2	MARACAIBO	10°39	71°36	65	580	27,7
3	BARQUISIMETO	10°04	69°19	613	540	23,6
4	MARACAY	10°15	67°39	436	901	24,8
5	MAIQUETÍA	10°36	66°59	63	51	26,1
6	CARACAS	10°30	66°55	835	917	22,0
7	BARCELONA	10°07	64°41	7	624	26,6
8	GUIRIA	10°35	62°18	13	941	26,9
9	MENE GRANDE	09°45	70°55	27	1327	27,3
10	ACARIGUA	09°33	69°11	226	1484	25,9
11	GUANARE	09°05	69°44	163	1629	25,9
12	MATURIN	09°45	63°11	68	1336	26,0
13	MERIDA	08°36	71°10	1470	1785	19,0
14	CIUDAD BOLIVAR	08°09	63°33	43	977	27,6
15	SAN ANTONIO	07°51	72°27	377	753	25,9
16	GUASDUALITO	07°14	70°48	130	1759	25,8
17	SAN FERNANDO	07°54	67°25	47	1350	26,9
18	TUMEREMO	07°18	61°27	180	1264	25,1
19	PUERTO AYACUCHO	05°41	67°38	73	2269	26,7
20	SANTA ELENA	04°36	61°07	868	1692	21,4

Fuente: Elaboración Propia.

*Obtención de los centroides hexagonales de las 6 zonas de vida clasificadas.*—Para la aplicación del método Seed fue necesario suministrar al software Statgraphics los valores correspondientes a los 6 centroides de las zonas de vida, los cuales fueron estimados gráficamente y sus coordenadas bioclimáticas se muestran en el Cuadro II.

*Transformación logarítmica en base 10 de los datos originales.*—Las escalas del diagrama triangular de Holdridge son logarítmicas. Con el fin de hacer comparable el resultado automático con el método gráfico,

CUADRO II  
SEMILLAS Y CENTROIDES CORRESPONDIENTES  
PARA LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

N.º	Semilla	Cedntroide Ppa	Centroide Ta	Frecuencia	Porcentaje
1	me-T	320	28,5	1	5,0
2	bms-T	640	28,5	5	25,0
3	bs-T	1.281	28,5	7	35,0
4	bs-P	762	20,8	2	10,0
5	bh-T	2.562	28,5	1	5,0
6	bh-P	1.523	20,8	4	20,0

Fuente: Rodríguez y Colotti (1998).

mediante la Hoja de Cálculo Excel, Versión 7, se procedió a realizar la transformación logarítmica correspondiente sobre la matriz de 20 casos por 2 variables. Esta matriz de valores logarítmicos se exportó a Statgraphics para su posterior procesamiento matemático.

*Clasificación Automática por Cluster Analysis.*—En general, esta técnica permite subdividir un conjunto muestral según la semejanza que existe entre los individuos que lo componen utilizando el concepto de distancia matemática, siendo la distancia euclidiana la más utilizada. Dentro de la técnica «Cluster» se consideró como el más pertinente al método de Semilla (Seed, en inglés), el cual requiere que previa a la subdivisión se especifique el número de grupos, la estandarización o no de los datos y el tipo de distancia. En este sentido, el número de grupos lo determinó el número de zonas de vida obtenido previamente con el programa Menú y verificados por el método gráfico original, que en nuestro caso fue de 6 zonas. Seguidamente, se realizó una corrida automática con los datos sin estandarizar, con el fin de lograr la mayor discriminación en los grupos a constituir; además, fue necesario que las coordenadas originales de las semillas se mantuvieran durante el procesamiento de la subdivisión. Cabe destacar que en el software Statgraphics Plus, Versión Windows 98 y NT, el método Seed no mantiene fijas las coordenadas centroidales a medida que se forman los grupos, por lo que fue necesario utilizar la Versión 4.2 para DOS.

*Uso del nomograma digital*

El procesamiento de la información climática se realizó con la Hoja de Cálculo Excel, Versión 7, con el fin de obtener la transformación aritmética de las coordenadas logarítmicas originales. Asimismo, en la elaboración del nomograma digital y el ploteo de los valores fue empleado el programa AutoCAD, Versión 14, ambos en ambiente Windows 98. La configuración mínima de un equipo para utilizar los programas mencionados es un CPU 486/DX4-100 con 16 MB de memoria RAM, pero la configuración mínima ideal es un Pentium 100 con 32 MB de memoria RAM.

Tradicionalmente, la clasificación climática se obtiene entrando en el nomograma de Holdridge con los datos anuales de las variables básicas, latitud, altitud, biotemperatura y precipitación, ya que, la relación de ETP es un subproducto de las anteriores. Utilizando el nomograma elaborado con el software AutoCAD, se proponen los siguientes pasos:

1. Obtener los datos anuales de las variables básicas para las estaciones meteorológicas de la Fuerza Aérea Venezolana, en el período 1961-1990. (Cuadro I)

2. Transformar los valores de biotemperatura (°C) y precipitación (mm) en coordenadas aritméticas del nomograma elaborado en AutoCAD y, corregirlos por intervalo térmico y gradiente.

Los ejes cartesianos en los que se basa cualquier producción en AutoCAD poseen una escala aritmética, por lo que se hace necesario convertir los valores de las variables básicas de escalas logarítmicas a valores en escala aritmética, aplicando las siguientes relaciones: (Cuadro III)

$$Da = \log \left( \frac{Vb}{Li} \right) * \frac{2}{\log 2} \quad (1)$$

donde: *Da*: es la distancia en la escala aritmética de cualquier valor de la escala logarítmica

*Vb*: es cualquier valor de las variables básicas a transformar

*Li*: es el límite inferior de cada rango de las escalas logarítmicas

$2/\log 2$ : es una constante asociada al espaciamiento entre los valores de las escalas logarítmicas. El valor 2 garantiza que la dis-

tancia gráfica entre intervalos logarítmicos sea de 2 cm; sin embargo, puede utilizarse cualquier otro valor dependiendo del tamaño deseado para el diagrama.

Los valores  $Da$  están representados por la columna Co.ACAD en el Cuadro III.

$$Ci = Da + Di \quad (2)$$

donde:  $Ci$ : es la corrección de cada coordenada en AutoCAD por la distancia del intervalo a que pertenece.

$Da$ : es la distancia en la escala aritmética de cualquier valor de la escala logarítmica

$Di$ : es el espaciamiento acumulado de los intervalos desde el origen hasta la coordenada deseada.

Los valores  $Ci$  están representados por la columna CACi en el Cuadro III.

$$Cg = Ci + \frac{Da_{temp}}{\tan 60} \quad (3)$$

donde:  $Cg$ : es la corrección de cada coordenada  $Ci$  para el ángulo de  $60^\circ$  que forman las líneas de lluvia

$Ci$ : es la corrección de cada coordenada en AutoCAD por la distancia del intervalo a que pertenece

$Da_{temp}$ : es la distancia en la escala aritmética de los valores de temperatura de la escala logarítmica

$\tan 60$ : es la tangente de  $60^\circ$ .

Los valores  $Cg$  están representados por la columna CACg en el Cuadro III y, solo se corrige la precipitación, debido a la inclinación de sus líneas.

3. Plotear las coordenadas de cada localidad utilizando el comando *Insert*. Previamente se elaboró un símbolo para representar cada estación, utilizando para ello el comando *Block* de AutoCAD y, cada una va acompañada de su respectivo número tal como aparece en el Cuadro I.

Luego, para plotear los puntos se utilizó el comando *Insert*, indicando las coordenadas previamente transformadas y el número de la estación. En cada localidad seleccionada, la precipitación (*Cg*) se relaciona con el eje X (horizontal) y, la biotemperatura (CACi) con el eje Y (vertical derecho) (Figura 2).

4. Establecer la zona de vida para cada estación meteorológica. Cada estación será clasificada con la zona de vida que representa al hexágono donde se localizó el punto plotado, junto con el piso térmico. (Figura 2)

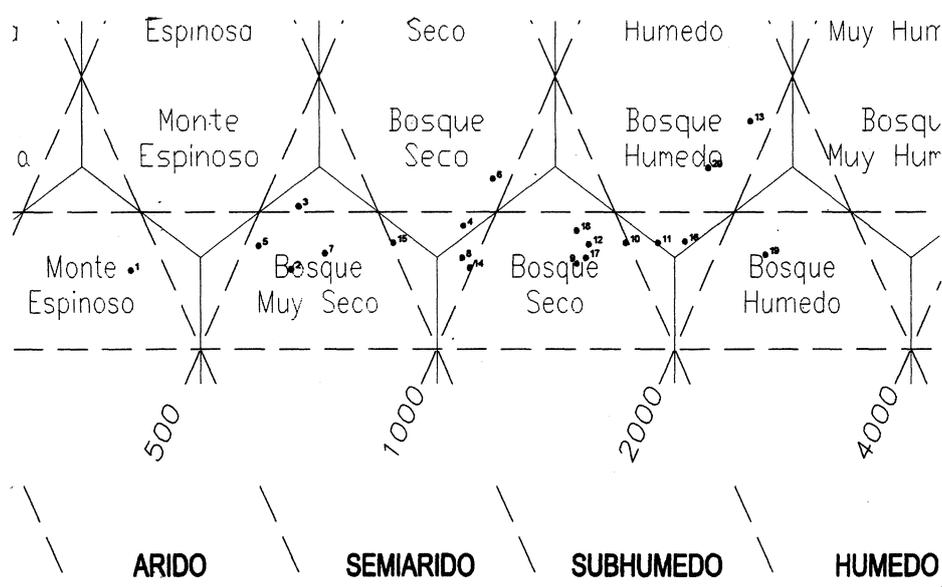


FIG. 2.—Nomograma digital de Holdridge como solución gráfica utilizando estaciones de la fuerza aérea venezolana.

#### Analisis de resultados

Entre los casos transicionales y, por ende, ambiguos, tal como los denomina Rodríguez (1986) estaban Maracay, Güiría, Barquisimeto y Guasdualito. La clasificación obtenida según el procedimiento gráfico original

CUADRO III  
Coordenadas aritméticas de temperatura (y)  
y precipitación (x)

N.º	Estación	Temp (°C)	Co. ACAD	CACi	PP (mm)	Co. ACAD	CACi	CACg
1	Coro	27,8	0,42410	0,57590	364	1,08402	3,08402	3,41652
2	Maracaibo	27,7	0,41370	0,58630	580	0,42825	4,42825	4,76675
3	Barquisimeto	23,6	1,95150	1,04850	540	0,22206	4,22206	4,82741
4	Maracay	24,8	0,09461	0,90539	901	1,69920	5,69920	6,22192
5	Maiquetía	26,1	0,24203	0,75797	510	0,05714	4,05714	4,49475
6	Caracas	22,0	1,74894	1,25106	917	1,74999	5,74999	6,47229
7	Barcelona	26,6	0,29678	0,70322	624	0,63924	4,63924	5,04524
8	Guiría	26,9	0,32914	0,67086	941	1,82453	5,82453	6,21185
9	Mene grande	27,3	0,37173	0,62827	1327	0,81634	6,81634	7,17907
10	Acarigua	25,9	0,21984	0,78016	1484	1,13898	7,13898	7,58941
11	Guanare	25,9	0,21984	0,78016	1629	1,40797	7,40797	7,85840
12	Maturín	26,0	0,23095	0,76905	1336	0,83584	6,83584	7,27985
13	Mérida	19,0	1,32593	1,67407	1785	1,67185	7,67185	8,63837
14	Ciudad Bolívar	27,6	0,40327	0,59673	977	1,93286	5,93286	6,27738
15	San Antonio	25,9	0,21984	0,78016	753	1,18144	5,18144	5,63187
16	Guasdalito	25,8	0,20867	0,79133	1759	1,62951	7,62951	8,08638
17	San Fernando	26,9	0,32914	0,67086	1350	0,86592	6,86592	7,25324
18	Tumeremo	25,1	0,12931	0,87069	1264	0,67599	6,67599	7,17869
19	Pto. Ayacucho	26,7	0,30761	0,69239	2269	0,36411	8,36411	8,76386
20	Santa Elena	21,4	1,66915	1,33085	1692	1,51746	7,51746	8,28582

Fuente: Colotti y Urdaneta (1999).

se muestra en el Cuadro IV. Sin embargo, también destaca la estación Guanare, ya que, gráficamente se correspondió con un punto que se localizó en uno de los lados que compartían los hexágonos; esto determinó que se consideraran dos conjuntos muestrales: uno con Guanare como bosque seco tropical (bs-T) y, otro, con Guanare como bosque húmedo premontano (bh-P); esto significa que la solución final se determinaría con base a la clasificación automática que se haría posteriormente.

Rodríguez y Colotti (1998) identificaron que desde un punto de vista matemático, los individuos que pertenecen a un grupo están a una dis-

CUADRO IV

CLASIFICACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS DE LA FAV POR  
LOS METODOS MANUAL, MATEMATICO Y AUTOMATICO DE HOLDRIDGE

N.º	Estación	Holdridge Manual <sup>2</sup>	Holdridge Cluster <sup>3</sup>	Holdridge Autocad <sup>4</sup>
1	CORO	me-T	me-T	me-T
2	MARACAIBO	bms-T	bms-T	bms-T
3	BARQUISIMETO	bms-T	bms-T	bms-T
4	MARACAY	bs-P	bs-P	bs-P
5	MAIQUETIA	bms-T	bms-T	bms-T
6	CARACAS	bs-P	bs-P	bs-P
7	BARCELONA	bms-T	bms-T	bms-T
8	GUIRIA	bs-T	bs-T	bs-T
9	MENE GRANDE	bs-T	bs-T	bs-T
10	ACARIGUA	bs-T	bs-T	bs-T
11	GUANARE	bh-P	bh-P	bh-P
12	MATURIN	bs-T	bs-T	bs-T
13	MERIDA	bh-P	bh-P	bh-P
14	CIUDAD BOLIVAR	bs-T	bs-T	bs-T
15	SAN ANTONIO	bms-T	bms-T	bms-T
16	GUASDUALITO	bh-P	bh-P	bh-P
17	SAN FERNANDO	bs-T	bs-T	bs-T
18	TUMEREMO	bs-T	bs-T	bs-T
19	PUERTO AYACUCHO	bh-T	bh-T	bh-T
20	SANTA ELENA	bh-P	bh-P	bh-P

Fuente: Rodríguez y Colotti (1998), Colotti y Urdaneta (1999).

tancia menor del centroide de ese grupo que de los restantes centroides de grupo; esto implica que todos los individuos o casos que pertenecen a un grupo son «ecológicamente» más semejantes entre sí que del resto de los casos y, por ello, a cada partición se le identificó según la etiqueta asignada a cada centroide.

<sup>2</sup> Rodríguez y Colotti (1998).

<sup>3</sup> Rodríguez y Colotti (1998).

<sup>4</sup> Colotti y Urdaneta (1999).

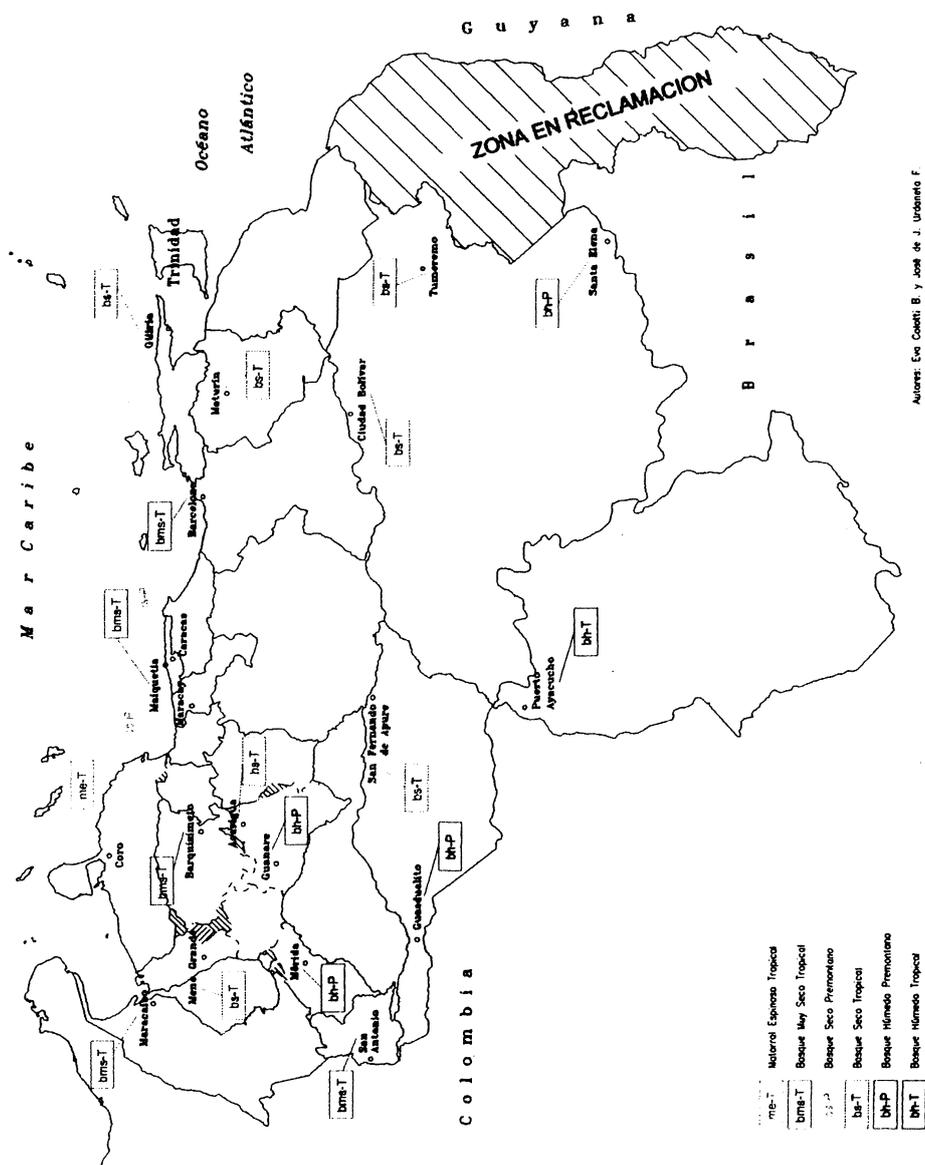
Tanto los resultados del programa Menú verificados por el procedimiento gráfico original como los del Statgraphics coinciden en un 100%, destacando que mientras gráficamente el caso límite detectado no fue unívocamente resoluble, por el método automático fue unívocamente localizado. En consecuencia, se puede inferir que aún cuando el diagrama de Holdridge consta, en la práctica, de dos estructuras gráficas solapadas (una logarítmica y otra geométrica), en la muestra utilizada las distancias gráficas a los centroides hexagonales se mantienen equivalentemente como distancias matemáticas. Es decir, con excepción de los casos ubicados en el perímetro hexagonal, puede afirmarse, con base a la evidencia muestral, que los casos pertenecientes a una superficie hexagonal dada son más semejantes a su centroide que al resto de los centroides y, por ello, cada superficie hexagonal también constituye una superficie matemática homogénea, en cuanto a su semejanza al centroide respectivo.

Igualmente, en el Cuadro IV se muestran los resultados encontrados por Rodríguez y Colotti (1998), así como los obtenidos del ploteo en el nomograma digital elaborado en AutoCAD, destacando que el 100% de los casos analizados de manera gráfica digital coinciden con el procesamiento matemático realizado con el «Cluster Analysis» o Análisis de Conglomerados. A partir de estos resultados podemos establecer una zona de vida para cada estación, y con ello, queda resuelta la ambigüedad gráfico-visual cuando se realiza el ploteo manual. (Croquis 1)

### *Conclusiones y recomendaciones*

Luego de aplicar las soluciones propuestas y, verificar los resultados obtenidos por los procedimientos clasificatorios, podemos esbozar las siguientes conclusiones:

1. La Clasificación Climática de Holdridge no permite discriminar unívocamente aquellas estaciones localizadas en el perímetro hexagonal de la zona de vida.
2. Aunque el diagrama triangular de Holdridge está constituido por un sistema coordinado no ortogonal, mediante un apropiado algoritmo matemático puede lograrse un procedimiento equivalente para verificar los resultados obtenidos con el nomograma original.
3. Dado que hay una coincidencia del 100% entre la solución gráfica, la solución matemática y la solución digital, se puede inferir que, según la



Autores: Eva Colotti B. y José de J. Lindero F.

FIG. 3.—Tipología climática de Holdridge, aplicada a las estaciones de la Fuerza Aérea Venezolana. Período 1961-1990.

Estudios Geográficos, LXIV, 250, 2003

muestra utilizada (estaciones tropicales por debajo de los 2000 metros de altitud) cada superficie hexagonal es geométrica y matemáticamente homogénea.

4. El empleo de un programa gráfico como AutoCAD permite establecer de manera sencilla, rápida y precisa la zona de vida a la que pertenece cualquier localidad.

5. El ploteo de los puntos mediante este programa vectorial permite eliminar la ambigüedad que se presenta cuando utilizamos el método gráfico original.

6. La coincidencia del 100% entre los resultados de los métodos automáticos del Cluster Análisis (numérico) y AutoCAD (gráfico) indican que ambas soluciones son unívocas en su aplicación y obtención de resultados.

7. Con el uso del programa AutoCAD se mantiene la originalidad de la solución gráfica propuesta por Holdridge (1947).

Entre las recomendaciones producto de esta investigación se pueden señalar:

1. El método Seed con centroide fijo ha resultado un método apropiado para lograr la evaluación del Sistema Climático de Holdridge, el cual se basa en criterios matemático-geométricos. Ello significa que tal método de agrupación podría servir para evaluar otros procedimientos clasificatorios con características estructurales similares o donde pueda matematizarse la estrategia clasificatoria del sistema estudiado.

2. El software AutoCAD puede ser utilizado en las diversas clasificaciones gráficas con las que trabajemos en la actualidad o en el futuro, con el fin de disminuir las interpretaciones erróneas producto de dificultades visuales por la nitidez del gráfico o por problemas de visión del investigador.

## BIBLIOGRAFÍA

- COLOTTI B., E. y URDANETA FERNÁNDEZ, J. J. (1999): Clasificación Automática de Holdridge. 39 Convención Anual de la Asociación para el Avance de la Ciencia, AsoVAC'99. Maracay, Venezuela.
- EWEL, J. J., MADRIZ, A. y TOSI, J. A. (1976): *Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico*. 2.<sup>a</sup> edición. Ministerio de Agricultura y Cría. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas, 265 pp.

Estudios Geográficos, LXIV, 250, 2003

- FERNANDEZ DE ANDRADE, Luisa y RODRÍGUEZ G., Jorge (1998): *Estudio Comparativo Cartográfico-Estadístico de Algunas Características Físicas y Químicas de Suelos Tropicales de Montaña*. 16.º Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Montpellier, Francia. 20 al 26 de Agosto.
- FUERZA AEREA VENEZOLANA (1992): *Promedios Climatológicos de Venezuela, 1961-1990*. Servicio de Meteorología. FAV. Maracay. Venezuela.
- HOLDRIDGE, L. (1947): Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105(2727): 367-368.
- RODRÍGUEZ G., Jorge (1986): *Proposición y Evaluación de Conocimientos Teóricos y de Procedimientos Cuantitativos Aplicables en Climatología en el Estudio Geográfico Regional*. Caracas, 2 vol. 333 pp.
- RODRÍGUEZ G., J.A. y COLOTTI B., E. (1998): *Evaluación de la Clasificación Climática de Holdridge mediante un procedimiento automático*. 38 Convención Anual de la Asociación para el Avance de la Ciencia, ASOVAC'98. Maracaibo, Venezuela.
- URDANETA F., José (1992): Programa MENU. Escuela de Geografía. UCV. Inédito. Caracas, Venezuela.
- WALTER, H. y MEDINA, E. (1971): Caracterización Climática de Venezuela sobre la Base de Climadiagramas de Estaciones Particulares. *Boletín de la Sociedad de Ciencias Naturales*. XXIX (119): 211-240.

RESUMEN: En Climatología, las clasificaciones son frecuentemente utilizadas con la finalidad de agrupar y/o diferenciar comportamientos de uno o más elementos meteorológicos en el tiempo y en el espacio. Como última fase de la investigación científica, la clasificación constituye la base de la evaluación de resultados y de la síntesis. Sin embargo, en el caso particular de la Clasificación Climática de Holdridge, algunas incoherencias conceptuales y visuales, estas últimas producto de discrepancias gráficas, conducen a resultados no concluyentes, dado que una localidad pudiera pertenecer a dos o hasta tres zonas de vida diferentes. En este sentido, el presente trabajo es una contribución que pretende solventar estas limitaciones mediante la aplicación de:

1. Una técnica numérica, como el Análisis de Conglomerados (Cluster Analysis), cuya base es un sistema rectangular de ejes coordenados, donde la distancia entre los individuos se utiliza para determinar su asignación a distintos grupos, cada uno con características homogéneas.
2. Una técnica gráfica, como el uso del software AutoCAD, Versión 14 para el diseño del nomograma digital de Holdridge, para disminuir la discrepancia gráfico-visual y permitir establecer de manera unívoca la zona de vida asociada a cada localidad estudiada.

PALABRAS CLAVE: Climatología, Clasificación, Holdridge, Cluster, AutoCAD.

ABSTRACT: In Climatology, classifications are frequently used with the finality of grouping and/or differentiating behaviors of one or more meteorological elements in time and space. As a last phase of scientific research, classifications constitute the basis for the evaluation of results and synthesis. Nevertheless, in the particular case of Holdridge's Climatic Classification some conceptual and visual incoherencies —the later a product of graphic discrepancies— lead to non conclusive results, due to the fact that a locality might belong to two or even three different life zones. In relation to this issue, the present work is a contribution that intends to solve the limitations by means of applying:

1. A numerical technique such as the Cluster Analysis based in a rectangular system of coordinates in which the distance between individuals is used to determine their assignation to different groups, each with homogeneous characteristics.
2. A graphic technique, such as the use of AutoCAD software, Version 14, for the design of the Holdridge digital nomogram in order to diminish the visual graphic discrepancy and allow the univocal establishment of the life zone associated to each studied locality.

KEY WORDS: Climatology, Classifications, Holdridge, Cluster, AutoCAD

RÉSUMÉ: En climatologie, les classifications sont fréquemment utilisées a fin de grouper et/ou différencier comportements d'un ou plus éléments météorologiques. Comme dernier phase dans la recherche scientifique, la classification constitue la base de l'évaluation de résultats et de la synthèse. Malgré, dans le cas particulier de la classification climatique de Holdridge quelques incohérences de concept et visuels, ces derniers lá produitt de différences grafiques, conduit a résultats pas concluants, due qu'une localité puisse appartenir a deux o trois zones de vie différent, selon Holdridge. Comme ça, cet travail est une contribution qu'essayer de régler ces limitations moyennant l'application d'une técnica numérique comme est l'analysis de conglomerés (cluster analysis) et , autre grapique, comme l'use de software Autocad dans le dissein d'un nomogramme digitel.

MOTS CLÉS: Climatologie, Classifications, Holdridge, Cluster, AutoCAD.