

Fuente: N.º especial de la revista Biocenosis. Biocenosis 13(1/2). Año 2000.

## **EL SISTEMA DE ZONAS DE VIDA**

Vicente Watson Céspedes\*

Joseph A. Tosi\*

Un sistema de clasificación ecológica realmente útil debe tener límites bien definidos, ser sensible a los pequeños cambios que ocurren en la vegetación (muchas veces a corta distancia), ya sea en uno o varios de los factores ambientales que afectan el desarrollo o la presencia de los ecosistemas. También, el sistema debe reconocer los cambios introducidos por el efecto del hombre o de los animales y corresponder a unidades naturales discretas de tal forma que puedan diferenciarse las unidades en el campo, ya sea con su vegetación original o donde esta haya sido alterada fuertemente. Asimismo, para que un sistema ecológico tenga aplicación mundial, debe estar definido por factores con aplicación en este mismo nivel y ser fácilmente obtenible en el mismo formato e idéntica exactitud.

La ventaja de contar con un sistema que reúna estas características, es que puede ser usado, entre otros fines, para:

- Seleccionar los lugares que brindan mejores oportunidades para determinadas actividades agrícolas, forestales y pecuarias (planificación del uso de la tierra).
- Desarrollar la investigación donde esta sea más relevante.
- Prevenir el impacto ecológico y la degradación del ambiente.
- Identificar muestras de las comunidades naturales existentes mostrando su importancia relativa para su conservación.

El científico norteamericano L. R. Holdridge, después de trabajar seguidamente en varios países del trópico americano entre 1939 y 1946, concibió y propuso en 1947 su ya bien conocido Sistema de Clasificación Ecológica de las Zonas de Vida del Mundo (Holdridge, 1947). Este sistema se denominó originalmente "Un Sistema Simple para la Clasificación de las Formaciones Vegetales del Mundo". Luego, se amplió el concepto de formaciones vegetales a zonas de vida, porque sus unidades no solo afectan la vegetación sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo, desde el punto de vista ecológico, y al fin un estilo de vida diferente (Holdridge, 1967).

Acerca de la evolución del sistema, Holdridge indica que desde hace muchos años, se conocía la relación del clima con la vegetación y varios investigadores, principalmente europeos, intentaron crear un sistema de clasificación ecológica mundial. Sin embargo, aunque estuvieron cerca, no tuvieron éxito porque

---

\* Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica.

trabajaron en Europa, donde al avanzar hacia el sur, se encontraron con el clima mediterráneo y después se fueron a Asia, donde toparon con los climas de tipo monzónico, siendo ambos alteraciones del patrón normal del clima, que ocurren en determinados lugares dispersos a través del mundo (op. cit.).

Holdridge (1967) explica que él tuvo la ventaja de trabajar relativamente tarde en el tema, cuando ya había muchos datos sobre los patrones del clima y de la vegetación mundial; también lo favoreció haber tenido la experiencia de trabajar extensivamente en las zonas boscosas montañosas del trópico, donde los cambios bio-climáticos pueden ser abruptos y ocurrir a muy corta distancia.

Sus principales innovaciones aplicadas en el Sistema de Zonas de Vida fueron 1) la expresión del factor calor por medio de la bio-temperatura, 2) el uso de una progresión logarítmica en los incrementos del calor y la precipitación para obtener cambios significativos en las unidades de vegetación natural, 3) la determinación de la relación directa entre la bio-temperatura y la evapo-transpiración potencial (humedad) y la relación entre la humedad y la evapo-transpiración real (Holdridge, 1963), 4) la relación directa entre la evapotranspiración real y la productividad biológica (Tosi, 1997).

## **Las Zonas de Vida**

El concepto de las zonas de vida partió del hecho de que los estudios sobre la evolución demuestran que el desarrollo de las complejas comunidades actuales tomó un período largo de tiempo, y que estas partieron de los elementos químicos básicos existentes en la atmósfera, así como de la capa del suelo derivada de la descomposición de la roca. También se tenía el agua como medio para la disolución y el transporte de esos elementos, y el calor y la luz como fuente de energía. Dichas comunidades, o “ecosistemas”, al principio eran simples y evolucionaron a formas cada vez más complejas y eficientes, en la transformación de los elementos básicos y la energía en crecimiento y energía almacenada, contando para ello con variadas combinaciones de calor, de luz, de humedad y de suelo.

Holdridge observó que ciertos grupos de ecosistemas o asociaciones vegetales, corresponden a rangos de temperatura, precipitación y humedad, de tal forma que pueden definirse divisiones balanceadas de estos parámetros climáticos para agruparlas, eliminando la subjetividad al hacerlo. A estos conjuntos de asociaciones, Holdridge (1967) los denominó zonas de vida. Así, las zonas de vida son conjuntos naturales de asociaciones (segundo orden en su sistema jerárquico), sin importar que cada grupo incluya una cadena de diferentes unidades de paisaje o de medios ambientales, que pueden variar desde pantanos

hasta crestas de colinas. Al mismo tiempo, las zonas de vida comprenden divisiones igualmente balanceadas de los tres factores climáticos principales, es decir, calor, precipitación y humedad.

### ***Validación del sistema***

En una investigación realizada en 45 sitios distribuidos en diferentes partes de Costa Rica (Holdridge *et al.*, 1971), se contó el número de árboles y el número de especies y se midió el área basal y la altura del dosel, para obtener lo que se denominó el índice de complejidad, que es la multiplicación de estos cuatro parámetros entre sí, divididos entre 1000. De esta forma, se encontró que este índice era semejante a través de las áreas comprendidas en cada hexágono del diagrama que modela el primer nivel (bio-climático) de su sistema.

Durante un viaje de Holdridge y Tosi a Asia y Africa, ellos observaron que los lugares con rangos de precipitación, bio-temperatura y humedad similares a determinados sitios en las Américas, poseían una vegetación fisonómicamente parecida (op cit.). En las Américas, se anotó que hay especies de la familia Cactaceae que son muy similares en su forma de vida y ubicación ecológica a ciertas Euphorbiaceas de esos continentes.

El Sistema de Zonas de Vida se ha validado también por medio de mapas de grandes áreas del trópico, donde, partiendo de pocos datos meteorológicos y estableciendo la relación del clima con la vegetación y el patrón de uso de la tierra, se han elaborado mapas de áreas semejantes, tarea realizada por diversas personas con entrenamiento para este propósito. Así, todos los países de América Central, Bolivia, Colombia, República Dominicana, Ecuador, Haití, Jamaica, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Santa Lucía y Venezuela, cuentan ya con mapas ecológicos con el Sistema de Zonas de Vida. También lo tienen Australia, Brasil, México, Mozambique, Nigeria, Tailandia, Timor, Papúa Nueva Guinea y Estados Unidos; estos últimos en un nivel preliminar o en forma parcial. En la mayoría de países, cada mapa está acompañado de una memoria descriptiva y explicativa.

Además, debe anotarse que la aplicación de los factores climáticos principales en forma logarítmica para producir cambios significativos en las unidades de clasificación, tal como lo divisó Mitscherlich (1923), lo que hace es aplicar una regla –la del principio del factor limitante - muy conocida en la agricultura. En Costa Rica, una muestra de la validez del sistema la constituye la correspondencia de la vegetación e incluso el uso predominante en café de las tierras ubicadas en las zonas de vida *Bosque húmedo Premontano* y *Bosque muy húmedo Premontano*. Dichas zonas de vida, especialmente la segunda, se localizan en la

parte alta de la península de Nicoya, la parte superior de la serranía de Tilarán, San Ramón, Palmares, el Valle Central, Cartago, Orosi, Turrialba, la zona de los Santos, San Isidro de El General y San Vito de Coto Brus. Aunque se ubican en zonas geográficas separadas, en todas se produce café. Si se baja de los 24°C el café ya no se da. Si se pasa al *Bosque pluvial Premontano*, la producción no es económicamente atractiva porque se da muy graneada y además se presentan otros factores, especialmente edáficos, que limitan la producción.

### ***Determinación de la zona de vida con datos climáticos***

La determinación de zonas de vida se realiza con datos de bio-temperatura promedio anual, la precipitación promedio anual y la elevación sobre el nivel del mar, más un “Diagrama para la Clasificación de Zonas de Vida”, (Figura 1)<sup>1</sup>.

Proceda de la siguiente forma:

- a. Determine la bio-temperatura promedio anual ( $T_{bio}$ ). En caso de disponer de datos de temperatura promedio mensual, se debe eliminar los meses con promedios mensuales bajo 0 °C, sumar los otros y dividir entre 12. Si hay meses con valores de temperatura promedio mensual mayores a 24°C, hay que aplicar la fórmula a cada uno de estos meses antes de sumar y dividir:

$$t_{bio} = t - [3 * \text{grados latitud}/100) * (t - 24)^2 ]$$

Donde  $t$  = temperatura media mensual;  $t_{bio}$  = bio-temperatura media mensual. El valor de  $T_{bio}$  resultante, debe colocarse sobre el diagrama de las zonas de vida, para lo cual puede unirse el valor en la escala de bio-temperatura que aparece a ambos lados del diagrama con un línea recta.

- b. Seguidamente, tome el promedio de la precipitación anual a largo plazo y haga lo mismo que con la bio-temperatura. Las escalas de la precipitación promedio anual están en la base y parte superior derecha del diagrama de zonas de vida.
- c. Lea la zona de vida. El hexágono que contenga el punto de intersección de ambas líneas es el correspondiente a la zona de vida. Esta se denomina por la fisonomía de la vegetación natural madura de la asociación climática, de la que existe solamente una en cada zona de vida, con la leyenda que contiene el hexágono (por ejemplo Bosque húmedo), más el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, que aparece a la derecha del diagrama y está determinado por las diferencias en bio-temperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal, que aparece en la escala vertical al lado izquierdo del diagrama y cada uno tiene un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

<sup>1</sup> Ahora también existe un programa de cómputo que hace este cálculo (Badilla, 1993).

## El segundo y el tercer nivel del Sistema de Zonas de Vida

Holdridge concibió las zonas de vida definidas con base en parámetros de aplicación mundial, como lo son la bio-temperatura, la precipitación y la humedad. Sin embargo, en el nivel del paisaje local, la influencia de otros factores ambientales puede jugar un papel preponderante en la determinación de los ecosistemas presentes. Estos determinan las asociaciones que constituyen el segundo nivel del sistema e incluyen, por ejemplo, el tipo de suelo, el patrón de distribución de la precipitación, los regímenes de humedad del suelo, la ocurrencia de vientos fuertes y la presencia de neblina frecuente. El efecto de uno, o varios, de estos parámetros hace que el sitio parezca como si estuviera más a la izquierda o la derecha, arriba o abajo de donde está el punto en el diagrama de zonas de vida.

Se reconocen cuatro clases básicas de asociaciones (con posibles combinaciones entre sí): las climáticas, las edáficas, las atmosféricas y las hídricas. Las asociaciones climáticas ocurren cuando tanto la precipitación y su distribución mensual como la bio-temperatura son normales para la zona de vida, no hay aberraciones atmosféricas como vientos fuertes o neblinas frecuentes, y el suelo es la categoría zonal. Las asociaciones edáficas se presentan cuando las condiciones del suelo son más favorables (o menos favorables) que el suelo normal (suelo zonal) para la zona de vida donde esta ocurre. Las asociaciones atmosféricas son aquellas en donde el clima se aparta de lo normal para el sitio. Por ejemplo, la zona pacífica de Costa Rica, en general, presenta un clima monzónico caracterizado por un período seco muy largo (más de cinco meses) mientras que la zona atlántica es todo lo contrario. Esta es afectada por un clima marino con lluvias durante casi todo el año. Únicamente una parte intermedia, alrededor de Los Chiles y Upala presenta una distribución normal de la precipitación en relación con su total anual promedio. Las asociaciones hídricas son aquellas que se dan en terrenos vadosos, donde el suelo está cubierto de agua durante todo el año o parte de este. La categoría incluye áreas con aguas dulces, salobres y marinas, pero lógicamente excluye todas las áreas de aguas profundas.

En general, las asociaciones tienen el efecto de hacer parecer la fisonomía de la vegetación, más húmeda o más seca de lo normal para la zona de vida. Por ejemplo, una asociación edáfica fértil con suplemento adicional de agua del Bosque húmedo Tropical (bosque de galería de Hacienda Río Lajas, Guanacaste) tiene una área basal similar al Bosque muy húmedo Tropical de Osa; pero un sitio cercano a Palo Verde, aunque es un Bosque seco Tropical, da la impresión de ser un Bosque muy Seco Tropical. Allí hay un clima monzónico, con un suelo vertisol que es muy húmedo en el invierno y se seca y raja en el verano.

El tercer nivel del sistema contempla los cambios temporales de los ecosistemas, ya sean producto de la sucesión natural o los introducidos por el hombre o los animales. El Sistema de Zonas de Vida cataloga dichos cambios como el estado sucesional, que debido a su corta duración se trata como el uso de la tierra.

## <nueva pagina> Críticas al sistema de Zonas de Vida

El Sistema de Zonas de Vida ha recibido críticas principalmente por parte de los proponentes o seguidores de otros sistemas. La gran mayoría de las críticas no tiene mayor fundamento. Por ejemplo, a menudo se habla de que no hay concordancia entre la vegetación existente en el terreno con el nombre de la zona de vida. En estos casos, lo que pasa es que el nombre de la zona de vida corresponde a la vegetación original de la asociación climática del lugar y lo que se encuentra allí ahora, puede ser el estado sucesional o una asociación diferente a la climática. Entonces, el problema es de la escala de aplicación del sistema, que no se está bajando lo suficiente y simplemente se queda en el primer nivel. Dondequiera la vegetación ha estado alterada por las actividades humanas, por ejemplo, la nomenclatura de la zona de vida se considera como predictiva de la vegetación potencial si las tierras estuvieran abandonadas y volvieran a su clímax sobre muchos años de sucesión natural.

## Bibliografía

BADILLA, H. 1993. Programa de cómputo para la determinación de las zonas de Vida. Versión 1.0. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

FOURNIER, L.A. 1972. Algunas observaciones sobre la nomenclatura de los pisos altitudinales en el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge. Turrialba **22**(4) 468-469.

HOLDRIDGE, L. R. 1947. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. Science Vol 105 No. **2727**: 367-368.

\_\_\_\_\_ 1963. The determination of atmospheric water movements. Ecology 43: 1-9.

\_\_\_\_\_ 1967. Life Zone Ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

HOLDRIDGE, L.R.; GRENKE, W.; HATHEWAY; W.H.; LIANG, T.; TOSI, J.A. 1971. Forest Environments in Tropical Life Zones: A Pilot Study. Pergamon Press, Oxford.

\_\_\_\_\_ 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa). 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA.

JIMENEZ SAA, H. 1993. Anatomía del Sistema de Ecología Basada en Zonas de Vida de L.R. Holdridge (inédito). Curso Internacional de Ecología Basada en Zonas de Vida, San José, Costa Rica, 22 de febrero al 13 de marzo de 1993. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.

MITSCHERLICH, A. 1923. Bodenkunde für hand – und Forstwirte. Berlín. Alemania.

POORTER, L.; BONGERS, F. 1993. Ecology of tropical forest. Syllabus of Forest Ecology Course (F500-339). Department of Forestry, Wageningen Agricultural University Wageningen, The Netherlands.

TOSI, J. A. 1997. An ecological model for the prediction of carbon offsets by terrestrial biota. Occasional Papers, N° 17. Tropical Science Center, San José.

## Ejemplos de como usar el diagrama de zonas de vida

**Ejemplo 1. Estación San Miguel, Barranca. Lat. 10° 00' Long. 84° 42'**  
**Elevación: 140 msnm**

Rubro	ENE	FE B	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual
Temperatura media °C	27.7	28.2	29.2	29.2	27.9	26.6	26.6	26.5	26.3	26.2	26.1	26.6	27.3
Biotemperatura media °C	23.6	22.9	21.1	21.1	23.3	24.6	24.6	24.6	24.7	24.7	24.8	24.6	23.7
Precipitación mm	6.3	4.6	7.2	47.4	238.8	311.1	250.8	272.9	341.6	360.7	148.9	45.3	2035.6

La bio-temperatura se calculó usando la fórmula que aparece arriba; por ejemplo, para el mes de enero, el cálculo es como sigue:  $t_{\text{bio}} = 27,7 - (3 \cdot 10 / 100) \cdot (27,7 - 24)^2$ . Resolviendo la operación, se llega al valor 23,6. Aunque la temperatura media mensual es inferior a 30 °C, los valores arriba de 24 °C se corrigen porque se supone que para obtener promedios tan altos, probablemente algunos días, y sobre todo algunas horas durante el día, la temperatura está por encima de ese valor.

Ubicando en el diagrama una línea horizontal que corresponda con el valor de 23,7 °C y encontrando la intersección de esta línea con la línea de precipitación de 2036 mm, se observa que dicho cruce se da aproximadamente medio milímetro arriba de la línea de 24 °C de bio-temperatura y entre las líneas de precipitación de 2000 y 4000 mm, en el hexágono con la leyenda "Bosque húmedo". El bulto de este hexágono se encuentra a más de 24 °C de bio-temperatura que en la escala de los pisos altitudinales (lado derecho del diagrama) no tiene nada, ya que se trata del piso Basal Tropical. Falta agregar la región latitudinal, que se obtiene sumando a los 27,3 °C (temperatura media anual del aire) los 0,84 °C que corresponden a la diferencia en elevación del sitio (140 msnm) con respecto al nivel del mar a razón de 0,6 °C por cada 100 m de elevación. Esto nos da que la temperatura a nivel del mar en ese sitio sería igual a 28,14 °C, que en la escala de las regiones latitudinales (lado izquierdo del diagrama: Polar, Subpolar, Boreal, Templada fría, Templada, Subtropical y Tropical) corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida es Bosque húmedo Basal Tropical, que se denomina comúnmente como Bosque húmedo Tropical. En este caso, hubo una anomalía en el rango de la bio-temperatura, que, aunque está dentro del hexágono

mencionado, se ubica en el rango del piso Premontano (menor a 24°C), convirtiéndose en una transición, precisamente a ese piso altitudinal. Por lo tanto, el nombre final de la zona de vida para el sitio analizado es Bosque húmedo Tropical de transición a Premontano.

**Ejemplo 2. Estación San José. Lat. 09° 56' Long. 84° 05' Elevación: 1170 msnm**

Rubro	ENE	FE B	MA R	ABR	MA Y	JUN	JUL	AG O	SET	OCT	NO V	DIC	Anu al
Temperatura media °C	18.8	18.9	19.7	20.2	20.5	20.2	20.0	19.9	19.8	19.7	19.4	19.0	19.7
Biotemperatura media °C	18.8	18.9	19.7	20.2	20.5	20.2	20.0	19.9	19.8	19.7	19.4	19.0	19.7
Precipitación mm	10.0	15.0	10.0	43.0	205.0	314.0	215.0	265.0	378.0	333.0	162.0	37.0	1987.0

En esta estación, dado que la bio-temperatura es menor a 24 °C y no es menor que 0 °C, la temperatura y la bio-temperatura son iguales.

La intersección de la línea horizontal de 19,7 °C con la línea de precipitación de 1987, se da en el hexágono "Bosque húmedo". El piso es el Premontano y al igual que el ejemplo anterior, aplicando la regla de 0,6 °C por cada 100 m de elevación, se obtiene que la temperatura a nivel del mar sería de  $19,7 + 7,0 = 26,7$ , la cual corresponde a la región Tropical. Así, la zona de vida de San José es el Bosque húmedo Premontano Tropical, o simplemente Bosque húmedo Premontano.