

## Dr. Leslie R. Holdridge: la capacidad de crear a partir de lo cotidiano

Humberto Jimenez Saa<sup>1</sup>

El doctor Leslie R. Holdridge llegó a Turrialba, Costa Rica, en 1949 para servir en el IICA como Jefe del Departamento de Recursos Naturales y permaneció con la institución hasta 1961. Al año siguiente inició su vida de consultor independiente, para lo cual, junto con otros importantes científicos extranjeros y costarricenses, fundó en San José el Centro Científico Tropical (CCT). Este centro, junto a otras instituciones similares que se crearon bajo su influencia, han servido en Costa Rica como sostén de la causa principal que marcó la vida del doctor Holdridge: la conservación de los recursos naturales. A Holdridge le sobreviven tres grupos de hijos: tres mujeres de madre estadounidense; dos varones y una mujer de madre puertorriqueña (doña Lidia); y siete mujeres y un varón, exsacerdote católico, de madre costarricense (doña Clara Luz Melendez).

Holdridge nació en Conneticut, EUA, en 1907 y, después de trabajar por períodos cortos en Haití, Guatemala y Honduras, permaneció en Costa Rica hasta que su salud comenzó a quebrantarse, cuando decidió trasladarse a Puerto Rico y luego a Easton, Maryland, donde murió el 19 de junio de 1999. Quienes estuvimos cerca del Dr. Holdridge, pudimos gozar de sus grandeza intelectual, de su extraordinario don de síntesis y su agradable sencillez y sentido del humor. Una de sus frases preferidas cuando contestaba alguna de nuestras preguntas era: “Eso es algo de sentido común”. Quienes la oímos no podíamos menos que pensar cuán poco frecuente era esa extraordinaria capacidad de crear basándose en observaciones cotidianas.

### Ecología de zonas de vida

El aporte más conocido de Holdridge es el *sistema de clasificación de zonas de vida del mundo*, con el cual se han preparado mapas de casi la totali-

dad de los países latinoamericanos, así como de algunos países y regiones de Norteamérica, África, Asia y Europa. Holdridge se sintió oprimido e intimidado por la fuerza cohesiva del bosque tropical, como se desprende de la vigorosa y poética descripción que hace de un sector del bosque húmedo tropical en la introducción a su libro *Ecología de Zonas de Vida* (Holdridge 1977), que el autor de este escrito tuvo el honor de traducir del inglés (Holdridge 1967). Escribe Holdridge:

“Como una fracción del cielo azul brillante, impulsándose erráticamente a través del bosque, una mariposa *Morpho* de amplias alas, desciende y se levanta rápidamente, entre variadas sombras de los verdes contornos del follaje. Abajo, sobre las hojas caídas y los sectores descubiertos del suelo húmedo, también llama la atención la pequeña *Dendrobates*, una rana saltarina color rojo brillante, de zancas azul oscuro. Alrededor, los árboles, en su mayoría de corteza gris y lisa, se levantan por entre la espesa sombra; algunos exhiben proporciones majestuosas, con sus troncos de enormes aletones laminares, formando ángulo con las bases; otros, de fustes cilíndricos o angulosos, desaparecen entre la masa general del dosel superior. Árboles grandes y pequeños de sólo pocos metros de altura; palmas con fustes largos y esbeltos, apoyadas sobre una masa de raíces fúlcreas, unas altas, otras bajas, a veces rectas, a veces arqueadas; palmas enanas, arbustos; heliconias con hojas semejantes a las del banano; brinzales de alguna leguminosa con hojas pinnadas; altos y robustos jenjibres silvestres, y uno que otro helecho arborescente de tronco llamativamente marcado por cicatrices foliares; todo este conjunto enmarca la visión de quien sigue la ruta de *Morpho*. Pero esto representa sólo el

<sup>1</sup> Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica. [hjimenzsaa@racsa.co.cr](mailto:hjimenezsaa@racsa.co.cr), [www.hjimenez.org](http://www.hjimenez.org)

entramado. Lianas de variadas proporciones cuelgan cerca de los troncos o suben arrollándose en los fustes de sus vecinos. Troncos, aletones, bejucos y trozas desplomadas soportan un variado surtido de epífitas, desde delicados musgos y líquenes, pasando por helechos, orquídeas y aráceas, hasta colosales bromelias o epífitas arbustivas. Al suelo lo cubren algunas hojas, pocos helechos y otras herbáceas esparcidas; pero arriba, las ramas altas están profusamente adornadas con vegetación epífita ...”

La realidad de esta vívida descripción y su fuerza intimidatoria puede constatarse cada vez que uno permanece por algunos minutos concentrado y atento en una comunidad perteneciente al Bosque Húmedo Basal Tropical.

En el sistema creado por Holdridge, la *zona de vida* constituye solamente la categoría más amplia o primer nivel de las divisiones ambientales. El segundo nivel es la *asociación*, que incluye factores como suelos, drenaje, topografía, vientos fuertes, nieblas y los variados patrones de distribución de la precipitación.

En realidad, la asociación es la unidad fundamental de la ecología. Equivale a las especies de los sistemas taxonómicos de plantas y animales. Al establecer las zonas de vida, no estaba definiendo ecosistemas concretos, sino dando una guía para clasificar las asociaciones.

Cada una de las zonas de vida implica un juego de asociaciones. Es posible establecer muchas combinaciones, pero pueden indicarse cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas. Holdridge no determinó el número total de asociaciones, pero estimó que puede superar las 1000 en todo el globo (Holdridge 1977).

Cuando se indica que un determinado sitio pertenece a, por ejemplo, la zona de vida Bosque Húmedo Basal Tropical (bh-B-T), se está definiendo un conjunto amplio de condiciones climáticas generales; es algo así como si al referirse al marañón se diera la definición de la familia Anacardiaceae. Si luego se define la clase de asociación a la que pertenece ese sitio, será como si se dijera que el marañón pertenece al género *Anacardium*. Si finalmente se describe la comunidad boscosa presente en el sitio, será como si se puntualizara la especie botánica, *Anacardium occidentale*. Abundando en nuestra explicación: en el citado bh-B-T podemos encontrar un manglar; un pastizal de suelos muy pobres; una comunidad herbácea anegada parcialmente, un bosque poco denso achaparrado de copas amplias; un bosque denso, alto, como el que se encuentra

en el Amazonas; un bosque nuboso, etc. Sin embargo, desafortunadamente la zona de vida se ha interpretado como un ecosistema concreto sobre el cual los usuarios intentan dar respuestas a necesidades de orden práctico relacionadas, por ejemplo, con el uso de la tierra. El resultado no siempre es alentador, pues para una buena parte de las aplicaciones prácticas del sistema es indispensable conocer la asociación, y este nivel debió haber sido desarrollado desde hace tiempo por los seguidores de Holdridge, pero eso no se ha hecho y parece que no hay condiciones para hacerlo.

El tercer nivel del sistema corresponde al uso real de la tierra y a la etapa de sucesión de la comunidad natural que ocupa el sitio en un momento determinado. Es decir, un sitio puede estar cubierto por un cafetal, una plantación de maíz, un lago artificial, una ciudad, o una comunidad natural boscosa. Cuando se trata de una comunidad en estado sucesional, se agregará información sobre la etapa correspondiente. En este primer nivel se incluyen también todos los datos relacionados con biodiversidad. Por ejemplo, en comunidades abiertas del bmh-P-T (bosque muy húmedo Premontano tropical) es común encontrar bandadas del ave *Ramphocelus passerinii* que no se encuentran en otra zona de vida, y no es difícil encontrar otros ejemplos similares. Tampoco en este tercer nivel se ha desarrollado el sistema. El autor de este escrito estima que para la descripción de la vegetación en este nivel podría intentarse la utilización total o parcial de los esfuerzos liderados por la UNESCO para la clasificación y cartografía de la vegetación sobre una base mundial. Tales esfuerzos llevaron a la publicación de la *Clasificación internacional y cartografía de la vegetación* (1973) en tres idiomas. Este sistema utiliza principalmente la fisionomía de la vegetación pero también se tienen en cuenta algunos aspectos ecológicos.

De esta manera, indicando la cobertura actual del área (tercer nivel), la asociación (segundo nivel) y la zona de vida (primer nivel), se tienen todos los datos necesarios para describir un sitio determinado de forma tal que sea posible hacer comparaciones con cualquier otro lugar de la Tierra.

### **De la observación de campo a la comprobación teórica**

El autor de este escrito ha tenido varias experiencias interesantes con relación al sistema de zonas de vida. Una de ellas ocurrió en Venezuela, donde algunos colegas forestales con quienes trabajábamos en la Universidad de Los Andes, en Mérida, después de

repetidas y cuidadosas observaciones de campo, señalaban una aparente anomalía en el límite superior de precipitación promedio anual del Bosque Seco Basal Tropical (bs-B-T). Según sus observaciones, tal límite superior andaba por los 1600 mm, y no por 2000 mm. La división de condiciones de la vegetación alrededor de la isoyeta 1600 mm era muy evidente en el campo mismo en algunos sectores (correspondientes al bs-B-T) de los llanos occidentales de Venezuela, en el Estado Barinas (cuya biotemperatura anual está alrededor de 27 °C). Los colegas sugerían que los límites de la zona de vida seca-basal se establecieran entre 1000 y 1600 mm y que se creara una zona de vida subhúmeda-basal, que iría de 1600 a 2000 mm de precipitación promedio anual, como sugerían las evidencias de campo. Sin embargo, al examinar el diagrama de clasificación de las zonas de vida, se notó la existencia de una línea que no había sido tenida en cuenta por los colegas mencionados. Se trata de la línea de relación de evapotranspiración cuyo valor es la unidad, la cual se cruza con la línea de 1600 mm de precipitación promedio anual, precisamente a los 27 °C de biotemperatura, tal como lo indicaron los colegas venezolanos. La mencionada línea de evapotranspiración demarca la transición húmeda hacia el Bosque Húmedo Basal Tropical. Este es un ejemplo entre muchos donde la observación aguda hecha por quien conoce bien las condiciones ecológicas se ve explicada por la exactitud del diagrama triangular de las zonas de vida.

El sistema de zonas de vida no fue bien recibido por muchos ecólogos y geógrafos. También ha sucedido que algunos autores han ensayado otros sistemas que pretenden ser sustitutos del sistema de zonas de vida. Podríamos suponer que el avanzado estado de desarrollo de la ciencia en ciertos aspectos (por ejemplo en fisiología vegetal) podría ser una de las causas de la natural resistencia que despierta un sistema basado, en mucho, en la observación aguda de un científico con extraordinaria capacidad de síntesis. El investigador y quien utiliza los resultados de la investigación generalmente desea ver experimentos que sustenten las propuestas científicas. En el caso del sistema de Zonas de Vida no hubo tal cosa, por lo que muchos no quisieron aceptarlo. Debe tenerse en cuenta que la ecología de las regiones tropicales está menos desarrollada y que el sistema de zonas de vida es novedoso, pero dista mucho de haber alcanzado su fase final. El sistema de zonas de vida dista mucho de su fase final; todavía deberán recolectarse muchos datos y deberán hacerse observaciones cargadas de sentido común para comenzar a entender las complejas interrelaciones del medio tropical.

Por otro lado, alienta saber que recientemente se han lanzado en el mundo nuevas aplicaciones del sistema de zonas de vida, como es el caso en relación con el cambio climático y las mediciones del movimiento de agua en las cuencas hidrográficas.

### **El cambio climático**

Los estudios del cambio climático y sus relaciones con el sistema de Holdridge son apoyados por estudios desarrollados en los años 80 (Brown y Lugo 1982) en los que se intentaba estimar el almacenamiento y la producción de materia orgánica en los bosques tropicales y su relación con el ciclo global de carbono. Se está investigando el afinamiento de una metodología que permita estimar el carbono almacenado en las comunidades boscosas en cualquier asociación climática del globo (Tosi 1997). También se están acumulando evidencias de cambios locales en la fauna (especialmente anfibios y aves), causados aparentemente por el cambio climático, en los que el sistema de clasificación de zonas de vida es el marco de referencia para estudiar los cambios. Otros investigadores trabajan para conocer los efectos sobre la comunidad boscosa como un todo (Lasco 2005). Por su parte, La NASA utiliza un mapa a gran escala del globo terráqueo basado en el sistema de zonas de vida de Holdridge y, con él, está monitoreando el cambio climático (Groombridge 1992).

El concepto básico es el siguiente: dado que las zonas de vida de Holdridge están determinadas por factores climáticos utilizando medidas definidas concretamente, es posible hacer simulaciones utilizando fórmulas matemáticas. Se están analizando casos en los que un área determinada es la óptima para producir un determinado cultivo —por ejemplo, trigo— y sobre ella se simula indicando, por ejemplo, una disminución del 10% de lluvia y un aumento de temperatura de 0,5 °C. Dichos análisis son básicos para contestar satisfactoriamente preguntas como: ¿continuará esa área siendo apta para la producción de trigo cuando el cambio climático ocurra?; ¿se adaptará el cultivo o desaparecerá?; ¿disminuirá la productividad?; ¿en cuáles áreas adyacentes encontraremos las mismas condiciones climáticas que, antes del cambio climático, tenía el área apta para trigo?

### **Medición del movimiento del agua en las cuencas hidrográficas**

En Costa Rica se ha venido desarrollando una aplicación computarizada del sistema de Holdridge, relacio-

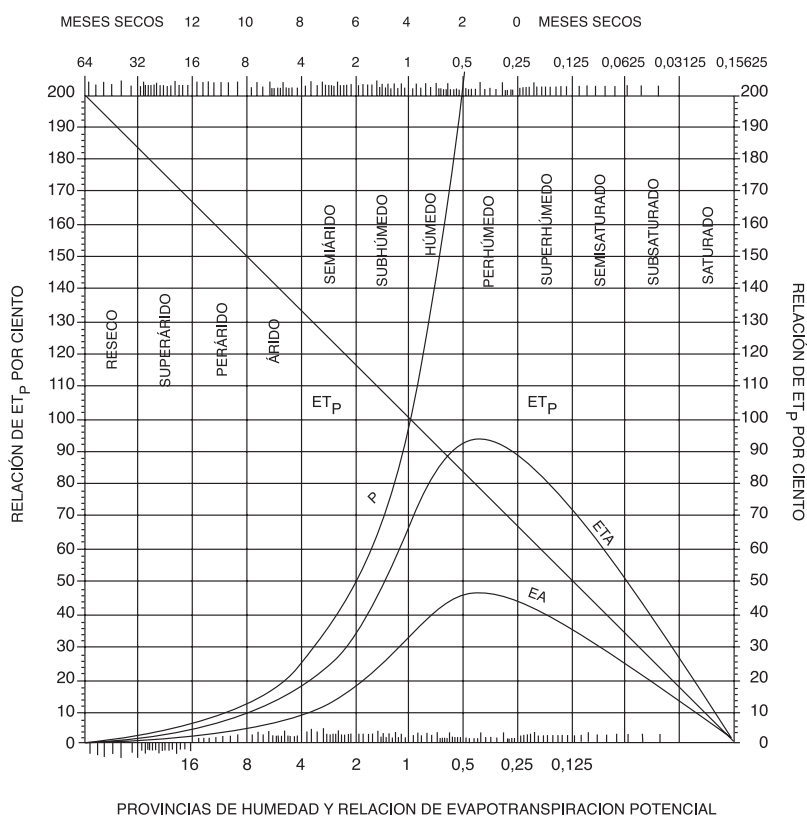


Figura 1. Movimientos del agua en asociaciones climáticas.

nada con el movimiento de agua en las cuencas hidrográficas. El método se basa en el “nomograma de movimientos de agua en asociaciones climáticas” (Fig. 1) (Holdridge 1962, 1977). Para la construcción del nomograma se supuso, en primer lugar, que el valor de evapotranspiración potencial es único en cualquier isoterma de la superficie terrestre y, en segundo lugar, que los movimientos de agua atmosférica siguen un patrón regular en áreas de climas y suelos zonales. Con ese nomograma se puede extrapolar la magnitud de los movimientos de agua de estaciones localizadas dentro de cualquier asociación climática. Para calcular los movimientos en asociaciones de tipo edáfico, atmosférico e hídrico, se han venido desarrollando formulas y ajustes a esas fórmulas.

Basándose en el citado nomograma, desde los años 70 en el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) se hicieron cálculos de los movimientos de agua en algunas cuencas hidrográficas del país, donde no existían datos de aforo. Un dato de gran utilidad práctica que resulta de los cálculos es la escorrentía (*runoff*) promedio mensual. Para la estimación de la escorrentía total generada por la cuenca del Lago Arenal, el Dr. Joseph Tosi, co-creador con Holdridge del CCT, hizo los cálculos teóricos basándose en el

citado nomograma, lo cual dio un promedio anual de 50 litros por segundo. Ese dato y algunos ajustes técnicos sentaron las bases para la construcción de la represa del Arenal, que hoy suministra el 45% de la energía eléctrica del país. Simultáneamente, el ICE procedió a instalar estaciones de aforo en varios ríos del país y, después de una década, se compararon los datos medidos contra los calculados por Tosi. Se alcanzó un alto grado de exactitud cuando la información básica era correcta. Por ejemplo, para el caso de la represa del Arenal los datos de las mediciones dieron un promedio de 49 litros por segundo como promedio anual. Los técnicos del ICE concluyen que “el grado de exactitud que se alcanza aplicando esta metodología, es suficientemente alto (90% en promedio), como para ser usado en los estudios preliminares de los aprovechamientos hidráulicos, especialmente en regiones carentes de información hidrológica completa” (Rodríguez y Saborío 1983). Los resultados alcanzados a mediados de los 90 permitieron a los especialistas del ICE montar hace unos pocos años un programa computarizado que permite conocer la escorrentía basándose en los parámetros del sistema de Holdridge, es decir, la precipitación y la biotemperatura.



## El clima y el origen de los grupos raciales humanos

Holdridge propuso la existencia de cuatro subdivisiones climáticas naturales en estrecha correlación con los distintos grupos raciales originales (Holdridge 1973). Para resumir su hipótesis invitamos al lector a imaginar dos ejes perpendiculares que forman un sistema cartesiano. El eje vertical separa dos regiones, la fría y la caliente, y el eje horizontal separa otras dos regiones, la seca y la húmeda, lo cual arroja cuatro cuadrantes. El cuadrante del ambiente frío-seco sirvió de asiento a los grupos raciales mongoloide o amarillo (Mongolia, China, la Meseta Central de México, los Andes altos secos de Perú). El cuadrante del ambiente frío-húmedo indujo el desarrollo del grupo racial caucasoide o blanco (Europa Central y del Norte, Rusia); el cuadrante del ambiente caliente-húmedo a los grupos raciales negroides (África Central, Sudeste de Asia, norte de Australia); el cuadrante del ambiente caliente-seco a los grupos raciales moreno (India, Medio Oriente, países alrededor del Mar Mediterráneo). La antropología clásica integra un único grupo racial (caucasoide), que abarca las actuales razas blancas de Europa Central y del Norte junto con los hindúes, árabes, griegos y latinos, pero en la práctica el segundo grupo de caucasoides mencionados no se considera blanco. Esa costumbre tiene una base real, puesto que el fenotipo del propuesto grupo moreno (ambiente caliente-seco) es completamente diferente del caucasoide (ambiente frío-húmedo). En décadas pasadas, en algún momento se pensó que los “caucasoides” mediterráneos habían resultado de integraciones entre negros del África subsahariana con caucasoides del norte de Europa. Sin embargo, esta hipótesis no explica cuál fue la interacción que originó los “caucasoides” hindúes y los árabes del Medio y Extremo Oriente, pues aunque sí había blancos en el norte (Rusia), al sur solo está el Océano Índico.

Las propuestas de Holdridge van de la mano con descubrimientos recientes que muestran al *Homo sapiens* con una base genética muy uniforme, por lo que no es aventurado pensar que el clima (calor-frío, altura sobre el nivel del mar, calidad de las radiaciones) influyó en la definición de las razas. El clima, a su vez, influye sobre los productos vegetales y animales de la dieta de las personas (ácido fólico, melanina). Esta idea ha estado presente en las hipótesis del origen de las razas y se supone que esa es la razón del color de la piel cada vez más pálido a medida que los grupos humanos emigraron hacia los polos. La contribución de la propuesta de Holdridge es unir calor con humedad y que hay cuatro complejos raciales en lugar de los

tres tradicionales. El grupo amarillo tomó sus características en Mongolia y China (ambiente frío-seco) y que en su viaje a América desarrolló dos de las mayores empresas en el centro de México y en los Andes peruanos, ambos de clima tipo frío-seco. El complejo moreno pudo desarrollar sus mayores empresas alrededor del Mediterráneo, en el cercano y Medio Oriente y también en India, con climas de tipo caliente-seco. En Guanacaste, Costa Rica, y en la zona pacífica de Nicaragua (ambiente caliente-seco) es notoria la abundante cantidad de personas con fenotipos cercanos a los de los habitantes del sur de la India. El complejo blanco llegó solo recientemente al norte y centro de Europa y al norte y centro de Asia.



El Dr. Holdridge junto al autor en 1979.

## Dendrología o identificación rápida de las plantas en el campo

Como complemento a sus estudios de la clasificación ecológica, el doctor Holdridge contribuyó substancialmente a la enseñanza de la dendrología (identificación de los árboles y arbustos en el campo), cuyas técnicas didácticas han permitido que docenas de biólogos y forestales (me cuento entre ellos) ayuden a que las gentes se acerquen al mundo de las plantas sobre bases cada vez más sólidas. Durante mi trabajo como dendrólogo, he tenido la oportunidad de constatar lo indicado por Holdridge en cuanto a áreas de transición. Escribe Holdridge que “... con mucha frecuencia resulta que cuando los recolectores de plantas o animales se refieren a localidades especialmente interesantes para la recolección, tales localidades caen dentro del área de tres triángulos vecinos, o sea, donde convergen tres zonas de vida” (Holdridge 1977).

## Cosmología y velocidad de la luz

Menos conocidos, pero no por ello de menor significado, son los aportes del doctor Holdridge a la teoría del desplazamiento de la luz y de la masa de los fotones, que en ciertos aspectos básicos siguen caminos diferentes a las conocidas teorías de Albert Einstein. En 1981, Holdridge propuso que la ruta del desplazamiento de los fotones no es una línea recta, sino una línea helicoidal. Por lo tanto, la velocidad de desplazamiento de los fotones no está cerca de los 300000 km seg<sup>-1</sup>. En lugar de esa cifra ya clásica, él propuso que los fotones viajan a distintas velocidades e indica una cifra cercana a 424000 km seg<sup>-1</sup> cuando la ruta helicoidal tiene generatrices de 45 grados. Varios otros temas novedosos fueron tratados por el doctor Holdridge en sus últimos años, como por ejemplo la liberación de energía por la clorofila; la estructura de los átomos, las moléculas y los cristales, entre otros. Sus teorías y cálculos fueron consignados en la serie *Occasional Papers* del CCT y en su libro *A Complete Cosmology* (1987).

Creemos que el sistema basado en zonas de vida de L.R. Holdridge es una herramienta valiosísima, entre otras cosas, para el ordenamiento territorial, para el planeamiento del uso de la tierra, la delimitación de áreas protegidas, y otros campos. Es una pena que no se hayan dado las condiciones para que los seguidores de Holdridge hubieran conducido al perfeccionamiento y ampliación de tan valiosos productos. Por supuesto que la tarea es gigantesca y no puede ser llevada a cabo por un grupo reducido de personas; por el contrario, tendría que reunir a todos los seguidores del sistema de zonas de vida en Costa Rica y fuera del país.

Abrigamos la esperanza de que en unos años ocurrirá algo análogo al redescubrimiento del creador del

mendelismo. Mendel leyó su artículo "Versuche über Pflanzenhybriden", en dos sesiones (febrero y marzo de 1865) en la Natural Science Society of Brünn y fue publicado en 1866 en las memorias de la sociedad. Es bien conocido que solo 34 años más tarde se reconoció su importancia. Sucedió que el escrito original de Mendel permaneció por 36 años en una biblioteca cuando, en 1900, Hugo Marie de Vries, Carl Correns y Erick von Tschermak simultánea e independientemente lo redescubrieron y continuaron sus investigaciones en genética vegetal.

En el mismo orden de ideas, esperamos que en el futuro cercano la estatura intelectual de Holdridge y su fama se incrementará cuando, como ocurre tantas veces con científicos de su talla, se redescubra la sin igual trascendencia de sus teorías y sus propuestas. Al respecto, recordamos lo que escribiera el venezolano Arturo Uslar Pietri en su columna aparecida en el periódico costarricense *La República*:

"Alejandro de Humboldt es una figura cimera de la humanidad. La visión del planeta que los hombres hemos llegado a tener hoy se le debe a su esfuerzo personal en grado incomparable. En una larga vida de exploraciones que lo llevaron desde el inicio del siglo XIX al continente americano y muy especialmente a sus regiones equinocciales, a Asia y a muchos sectores de Europa, y en un conjunto impresionante de obras, creó las bases de una nueva concepción de la Geografía y de la naturaleza. La deuda que tienen con él las zonas tropicales de la América Latina es inmensa. Todavía hoy, a los dos siglos de su visita es una fuente válida de descripción del paisaje, de las costumbres y de las peculiaridades de la naturaleza".

Al leer este párrafo, pensamos que algo similar podría afirmarse acerca de L.R. Holdridge.

## Literatura citada

- Brown, S; Lugo, AE. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. *Biotropica* 14:161-187.
- Groonbrdige, B. 1992. Global biodiversity status of the Earth's living resources; a report comiled by the World Conservation Monitoring Centre. Ondon, Champman and Hall. 588 p.
- Holdridge, LR. 1962. The determination of atmospheric water movements. *Ecology* 43(1):1-9.
- \_\_\_\_\_. 1967. Life zone ecology. San José, CR, Tropical Science Center. 206 p.
- \_\_\_\_\_. 1977. Ecología basada en zonas de vida. Trad. H. Jiménez Saa. San José, CR, IICA. 216 p.
- \_\_\_\_\_. 1987. A complete cosmology; the cyclic universe. New York, US, Vantage. 179 p.

- Jiménez Saa, H. 2003. Anatomía del sistema de ecología basada en zonas de vida de L. R. Holdridge. San José, CR, Centro Científico Tropical. 32 p.
- Lasco, RD. 2005. Assesment of climate change inputs on and vulnerability of forests ecosystems in the Philippines using GIS and Holdridge life zones. Forthcoming.
- Rodríguez M, A; Saborío L, J. 1983. Evaluación indirecta de los recursos hídricos de una cuenca; modelo de precipitación-escurrentía. San José, CR, Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). 32 p.
- Tosi, JA. 1997. An ecological model for the prediction of carbon offsets by terrestrial biota. San José, CR, Tropical Science Center. Occasional Paper No. 17. 34 p.
- Uslar Pietri, A. 1981. *La República*, San José, CR, mar 28.