



# Vulnerabilidad de bosques ante cambio climático puede simularse con *sistema de zonas de vida*

EDWIN ALPÍZAR

Los últimos informes del Panel de Expertos en Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) ratifican lo que hace unos años era una sospecha: existe un cambio climático que ya está induciendo efectos importantes en todos los procesos naturales y, que por ende, afectará a las sociedades humanas. Los estudios indican que hay en curso un aumento de la temperatura y variaciones en la distribución anual de la precipitación, factores éstos que están provocando trastornos como el derretimiento de los cascos polares y la disminución de nevados de importancia hidrológica para las ciudades que se abastecen de su agua. El nivel del mar subirá afectando la actividad costera (infraestructura urbana, salinización de tierras y perjuicios en el turismo y la pesca), habrá cambios en la productividad y distribución de cultivos agrícolas y -en general- en la distribución natural de especies de flora y fauna, también en la disponibilidad de agua y surgirán condiciones ambientales incidentes en la presencia de plagas y enfermedades que afectan la salud humana y los cultivos.

Se sabe que las especies de flora y fauna, domesticadas y silvestres, tienen un rango ambiental de desarrollo óptimo, determinado por su ambiente natural, en el que han aprendido a adaptarse a lo largo del tiempo; el conocimiento de tales condiciones le ha permitido a los humanos poder desarrollar prácticas productivas y de conservación de las especies. En la medida en que el cambio climático altera sus rangos ambientales, las plantas y animales deben desarrollar estrategias de conservación o, en su defecto, perecer. Las especies se moverán a sitios donde las condiciones ambientales sean propicias o podrían quedarse en el mismo sitio y desarrollar adaptaciones al cambio climático.

El punto clave consiste en conocer cuáles son los rangos ambientales en que se desarrollan las especies, cómo van a cambiar esas variables climáticas y si las especies tendrán oportunidad de desplazarse, adaptarse o simplemente desaparecer. Para responder a estas inquietudes es necesario contar con una herramienta que relacione el clima con la distribución natural de las especies, y precisamente el sistema de zonas de vida, desarrollado por Leslie Holdridge [1987. *Ecología, basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José], permite establecer esa relación. Este sistema, caracterizado por clasificar los ecosistemas mediante rangos climáticos, utiliza las dos variables climáticas más importantes: temperatura y precipitación. La temperatura es convertida a biotemperatura considerando solamente el desarrollo fotosintético de las plantas, definido preliminarmente entre los 0 ° C y los 30 ° C. El sistema permite identificar y clasificar un ecosistema simplemente conociendo la precipitación y la temperatura de un determinado sitio, como se puede observar en el diagrama de zonas de vida adjunto.

Las zonas de vida se aplican en tres niveles: El primer nivel es una clasificación macro que considera las dos variables climáticas mencionadas. Hay un segundo nivel, que en realidad es el propio ecosistema, donde se considera otras variables ambientales específicas del sitio, como el suelo, el relieve y otras condiciones climáticas especiales como la presencia de sitios nubosos o de un periodo seco prolongado; a este nivel se le llama asociación y puede ser de diferentes tipos: hídrico, edáfico, climático o atmosférico. El tercer nivel comprende el grado de intervención del ecosistema, que se puede entender como el uso actual de la tierra o el estado de sucesión natural en que se encuentra.

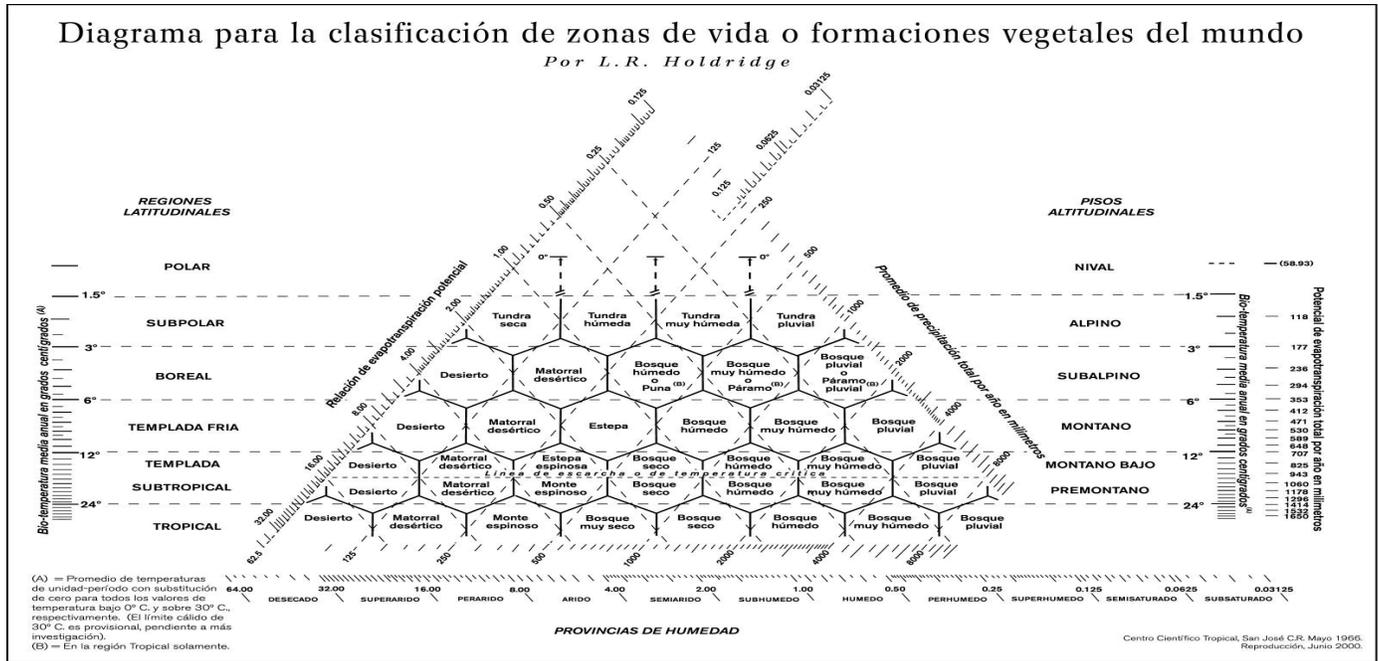
La virtud de este sistema, como herramienta para determinar la vulnerabilidad de los bosques y ecosistemas frente al cambio climático, es que, sabiendo los rangos ambientales de los ecosistemas y conociendo los cambios proyectados a futuro de estas variables climáticas, podemos determinar cómo podrían cambiar tales ecosistemas en el futuro, identificando los vulnerables, de modo que se pueda emprender las acciones correctivas requeridas.

El sistema de zonas de vida se ha aplicado para determinar la vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático en México, Nicaragua, El Salvador y Costa Rica, para citar algunos casos. Naciones Unidas ha utilizado este sistema para determinar la vulnerabilidad de los ecosistemas a nivel mundial. En Costa Rica se ha realizado dos estudios: Uno desarrollado por el Centro Científico Tropical, que consideró la vulnerabilidad de los

---

El autor, ingeniero forestal especialista en bosques y cambio climático, es investigador en el Centro Científico Tropical.

bosques ante el cambio climático de manera hipotética, al igual que en los otros países: es decir, no consideró las condiciones actuales y futuras de los bosques. Y otro desarrollado por el Instituto Meteorológico Nacional, que fue más allá, haciendo un análisis más complejo, porque en la práctica no se trata solo de determinar los ambientes naturales que deberían existir y cómo van a cambiar; sino que debe considerarse su estado actual de alteración y proyectar esa condición a futuro, para lo que es necesario determinar a futuro el comportamiento del cambio de uso de la tierra, pudiendo considerar por lo menos tres escenarios: pesimista, moderado y optimista.



También, el estudio debe considerar diferentes escenarios climáticos que determinen los cambios bajo diferentes perspectivas de desarrollo socioeconómico. El IPCC ha propuesto varios escenarios, proyectando los posibles cambios climáticos que se prevé para el planeta. Éstos, producto de la aplicación de modelos de circulación general, no establecen diferencias regionales en países de poca extensión como Costa Rica, debido a la escala general de análisis. Es por ello que debe hacerse ajustes, considerando las variaciones regionales de los valores climáticos analizados.

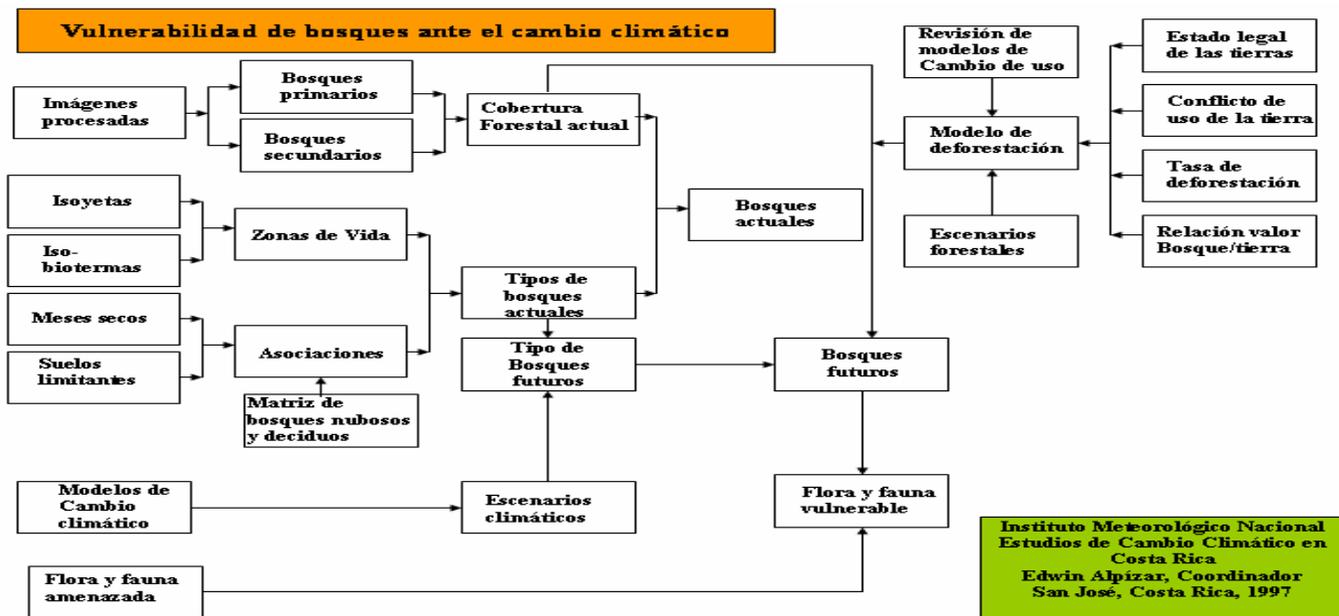
Con los escenarios climáticos definidos, por región del país, es posible determinar la vulnerabilidad de los bosques. El segundo estudio desarrollado en Costa Rica aplicó este modelo de vulnerabilidad de los bosques ante el cambio climático, y el diagrama adjunto muestra cómo se desarrolló dicho estudio.

Si bien el sistema de zonas de vida establece una estrecha relación entre los ecosistemas y el clima, no siempre los datos climáticos de precipitación y temperatura están disponibles en todos los países con el detalle requerido. De hecho, tomar como ciertos los valores climáticos y, a partir de ellos, generar el mapa de zonas de vida, actual y futuro, puede ser un error.

En muchos casos, los pluviómetros y termómetros no permiten capturar la información con la certeza requerida, y es de esperar que un mapa ecológico basado en zonas de vida, generado a partir de las variables climáticas de biotemperatura y precipitación, no coincida con el mapa ecológico clasificado mediante observaciones de la vegetación. La experiencia de los ecólogos que clasifican las zonas de vida muestra que el mejor ajuste lo proporciona la vegetación y no necesariamente los datos climáticos; éstos son solamente un soporte. Es por ello que debe tomarse ciertas precauciones. Es un hecho que en los sitios nubosos la precipitación reportada por los pluviómetros es mucho menor a la real, dado que no considera la precipitación horizontal.

En el caso de la temperatura, la alta variabilidad y las limitaciones financieras de los gobiernos impiden establecer una red completa y llevar un registro adecuado, teniendo disponible información solo en pocos sitios. Por eso debe utilizarse otras formas para generar los mapas climáticos. La temperatura puede ser obtenida por métodos indirectos, como la gradiente térmica, apoyándose en datos de estaciones climáticas con buenos registros para diferentes regiones del país. Procedimientos de este tipo se han desarrollado con aceptable confiabilidad y fueron aplicados en el primer estudio costarricense sobre el tema.

Con la precipitación hay mayor posibilidad de obtener mejor cobertura espacial de los datos que con la temperatura; sin embargo, como se mencionaba, se puede presentar generalidades en las curvas de isoyetas y también no registrar la precipitación horizontal, que es importante en sitios nublados.



Pareciera que la información más próxima a la realidad descansa en los estudios sobre zonas de vida, pero éstos también pueden tener debilidades, dependiendo de la certeza a la hora de su clasificación en el campo. Existen pocos sitios con ecosistemas poco alterados que permitan su evaluación, y la delimitación de las zonas de vida requiere de ecólogos con destreza, que son muy pocos.

Sin embargo, afortunadamente muchos de los países de América tropical cuentan con un mapa ecológico basado en zonas de vida. La desventaja es que varios de éstos fueron elaborados hace muchos años y podrían tener cambios, precisamente inducidos por el cambio climático de los últimos años. No vendría mal hacer una actualización de los mapas vigentes, de lo contrario no nos queda más que partir de la premisa de que los mapas ecológicos son válidos en las condiciones actuales.

Un método propuesto para lograr la coincidencia del mapa ecológico, generado a partir de la clasificación de campo y de los datos climáticos, consiste en determinar los valores climáticos a partir del mismo mapa ecológico. El primer paso sería desagregar dicho mapa en sus dos variables climáticas. Conociendo la zona de vida y tomando como base las curvas de nivel, ajustadas a temperatura y luego a biotemperatura, mediante la gradiente térmica, se puede obtener por diferencia la precipitación. Con ello podemos modelar los cambios de precipitación y temperatura según los escenarios climáticos propuestos y obtener el mapa ecológico futuro. Así podemos tener un mapa mucho más acertado de cómo se podrían ver afectados los ecosistemas en el futuro.

Por otro lado, el modelo propuesto no considera la capacidad de adaptación autónoma de los ecosistemas y, por ende, de las especies. Lo que sí puede demostrar este análisis es si una especie se va a ver afectada por la pérdida de su hábitat. Para determinar la vulnerabilidad de especies es necesario hacer un análisis más detallado: primero se determina la distribución natural de las especies y luego se identifica la presencia de bosque en los sitios donde se desarrolla. Lo recomendable es partir de especies que hoy día ya se conocen como especies amenazadas o en peligro de extinción, aunque el análisis podría ser extensivo a otras especies de importancia.

El cambio de uso de la tierra es un insumo vital en el estudio. Al cambiar las zonas de vida también el cambio de uso puede verse afectado, al presentarse tierras más o menos productivas, por lo que es una variable intrínseca en el modelo que debería considerarse, pero ello hace más complejo el análisis.

