

# La percepción social del cambio climático. Biodiversidad y cambios climáticos según el conocimiento científico tradicional

Rocha Camargo, Yara da

2015-03-04

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/245>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# 03

BIODIVERSIDAD Y  
CAMBIOS CLIMÁTICOS  
SEGÚN EL  
CONOCIMIENTO  
CIENTÍFICO  
Y TRADICIONAL

Yara da Rocha Camargo

## INTRODUCCIÓN

**F**enómenos como huracanes, sequías drásticas, inundaciones, procesos de formación de desiertos, deshielos de regiones polares y de altitud, aumento de los niveles de los océanos, alteraciones en los regímenes de lluvia, ocurridos en varias regiones del planeta, pueden estar asociados a cambios climáticos y contribuir a una gran pérdida de biodiversidad. Estas situaciones tienden a agravarse en las próximas décadas, según la divulgación científica.

Existen estudios que proyectan modelos y escenarios futuros del clima y de sus impactos naturales y sociales, en comunidades urbanas o en áreas rurales, y hablan de la necesidad de adaptarse a los cambios climáticos y mitigar sus efectos. Según Carneiro (2008), esos escenarios futuros muestran una realidad simplificada, genérica y de amplitud regional, y dejan de “visualizar” detalles del paisaje natural, agrícola y urbano, que sólo pueden ser vistos por la mirada de especialistas y habitantes de esas regiones.

Los modelos de previsión de cambios climáticos, por razones técnicas, en relación con la amplitud regional, dejan de considerar la diversidad de paisajes naturales. Por consiguiente, implica un gran desafío integrar también las realidades conocidas por los especialistas y habitantes de esas regiones a los escenarios futuros. Los cambios climáticos previstos exigirán de los mencionados habitantes un mejor entendimiento e interpretación de esos escenarios futuros en relación con los posibles impactos sobre sus paisajes naturales y también sobre la disponibilidad de los recursos naturales, entre otros.

Los principales conocedores de esos paisajes naturales son las comunidades tradicionales y pueblos indígenas que allí viven, integrados a los diferentes ecosistemas, y dependientes en atender sus modos de vida así como económicamente de los recursos naturales disponibles en esos ecosistemas. Estas características los habilitan como grandes conocedores de procesos naturales como: periodos de brote y de crecimiento de plantas y frutos, tiempo de reproducción de peces, mejores épocas de plantación, entre otros. Probablemente, debido a los cambios climáticos, esos ciclos y procesos deben estar sufriendo alteraciones que exigen de esas comunidades tradicionales una nueva visión y un mejor entendimiento referente a dichos cambios en los escenarios futuros previstos. Es posible que esos habitantes ya estén buscando soluciones locales que todavía no conocemos (Comandalli, 2011); es importante considerar que, gracias al conocimiento de su medio, perciban los cambios de clima; de esta manera, resulta más lógico para ellos hablar de cambios ambientales (*ídem*). La literatura sobre esta *interface* aún es pobre. Éste es un tema de actualidad relevante, el cual se convierte en un desafío para generar más estudios sobre la percepción de los cambios climáticos desde la óptica de los habitantes de esos paisajes naturales. Esa percepción proviene del día a día de esos habitantes y su convivencia con los recursos naturales y la biodiversidad de su entorno. Esto permite realizar estudios e investigaciones científicas seleccionando indicadores biológicos asociados a los ciclos naturales que rigen sus vidas.

Mejores conocimientos y entendimiento de los efectos e impactos de los cambios climáticos (además de los estudios realizados con base en modelos y previsiones de escenarios climáticos futuros) son fundamentales y pueden ser alcanzados por medio de estudios que asocien factores o variables climáticas de la conservación de la biodiversidad, a la disponibilidad de recursos naturales y a la producción agrícola, entre otros. Una línea de estudio e investigación interesante para verificar y evaluar los efectos de los cambios climáticos es la de bioindicadores adecuados a los posibles impactos que se desea indagar. Los indicadores biológicos tienen gran potencial para identificar los efectos de los cambios climáticos y esos estudios abarcan una amplia gama que va desde especies a grupos taxonómicos de biodiversidad, tanto de la fauna como de la flora. Existen grupos o especies estudiados que se muestran más sensibles a cambios de las variables del clima como, por ejemplo, algunos grupos de aves tropicales. Otros grupos, como ciertas especies de árboles de la floresta tropical, por medio de estudios fenológicos son buenos indicadores de posibles efectos de cambios climáticos.

En la selección de bioindicadores para estudio de los efectos de los cambios climáticos es relevante considerar características fisiológicas, ecológicas y biogeográficas, de especies o grupos (Sekercioglu et al., 2012).

Los cambios climáticos y sus posibles impactos en la biodiversidad también pueden ser percibidos y estudiados con diferentes visiones y formas de conocimiento (científica o del saber tradicional de los pueblos indígenas o comunidades tradicionales). Esa visión puede ser asociada, por ejemplo, a calendarios agrícolas de un pueblo con los periodos hidrológicos y con las estaciones climáticas de una determinada región, además de los datos meteorológicos. Otro ejemplo puede ser la evaluación, por medio de protocolos definidos de la biodiversidad o del uso de los recursos naturales, donde los recolectores y abastecedores de datos son los habitantes de los paisajes naturales.

## MARCO DE REFERENCIA

Este capítulo tiene como propuesta dar un panorama de los posibles efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad en diferentes niveles previstos en los estudios científicos con base en los modelos y, también, de los efectos previstos según la percepción de las comunidades tradicionales en su relación directa con la biodiversidad por medio del uso de los recursos naturales. En este contexto, la biodiversidad recibe un abordaje de indicador biológico para identificar los posibles efectos de los cambios climáticos, tanto en estudios científicos como en la percepción de las comunidades tradicionales.

### 1. BIODIVERSIDAD Y LOS CAMBIOS CLIMATOLÓGICOS

En los años recientes existen varias investigaciones sobre los efectos de los cambios climáticos en la biodiversidad frente a diferentes escenarios futuros. Algunas sugieren que los cambios climatológicos son la principal amenaza

de las próximas décadas, superando la destrucción del hábitat (Bellard et al., 2012). Los diferentes abordajes y la variabilidad de las proyecciones dificultan visualizar con claridad el futuro de la biodiversidad en los diferentes escenarios de los cambios climáticos globales (Pereira et al., 2010 citado por Bellard et al., 2012).

### 1.1 EFECTOS DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD EN SUS DIFERENTES NIVELES

Los posibles efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad pueden ocurrir en diferentes escalas y ser estudiados en sus diversos niveles: bioma, ecosistema, comunidades, habitantes, especies e individuos, como muestra la figura 1.

#### 1.1.1 Especies

A nivel de especies, el efecto puede recaer en la disminución de la variabilidad genética debido a una selección direccionada y una rápida migración, pudiendo afectar el funcionamiento de los ecosistemas, su “RESILIENCIA” (resistencia de adaptación definida), como también modificar la red de interacciones biológicas entre habitantes a nivel de comunidades (Botkin et al., 2007 citado por Bellard et al., 2012). Según los estudios, de 9 650 mil sistemas interespecíficos, que incluyen polinizadores y parásitos, 6 300 mil especies aproximadamente pueden acabarse después de la desaparición de especies asociadas (Koh et al., 2004 citado por Bellard et al., 2012). Otros estudios (Kiers et al., 2010; Rafferty & Ives, 2012 citado por Bellard et al., 2012) muestran que los cambios climáticos han llevado a cambios fenológicos en la floración de plantas e insectos polinizadores causando el desequilibrio entre las poblaciones de polinizadores y de plantas y llevando ambos a la extinción y posibles consecuencias sobre la estructura de relación planta-polinizador.

#### 1.1.2 Comunidad, ecosistema, bioma

Los cambios climáticos también pueden causar modificaciones en la estructura de comunidades como, por ejemplo, comunidades de vegetación. Los modelos prevén que esas modificaciones pueden ocurrir en gran escala y afectar la integridad de biomas (Bellard et al., 2012). Los ecosistemas, como los cambios climáticos pueden sufrir una variación de 5 a 20% de sus ecosistemas terrestres, principalmente bosques fríos de coníferas, tundra, matorrales, sabanas y boques boreales. Es fundamental considerar que los puntos de ruptura de esos ecosistemas, en caso de ser alcanzados, pueden llevar a cambios irreversibles en los biomas.

A nivel de biomas, los cambios climáticos pueden causar efectos diversos y comprometer su integridad como, por ejemplo, en el Bioma Amazónico donde grandes extensiones de su floresta pueden ser sustituidas por sabanas tropicales (Lapola et al., 2009 citado por Bellard et al., 2012). En altitudes y latitudes mayores, los bosques Alpino y Boreal pueden expandirse en dirección norte y cambiar sus *Tree Lines* por encima del detrimento de trundas de baja estatura y comunidades de vegetaciones alpinas (Alo & Wang, 2008 citado por Bellard et al., 2012).

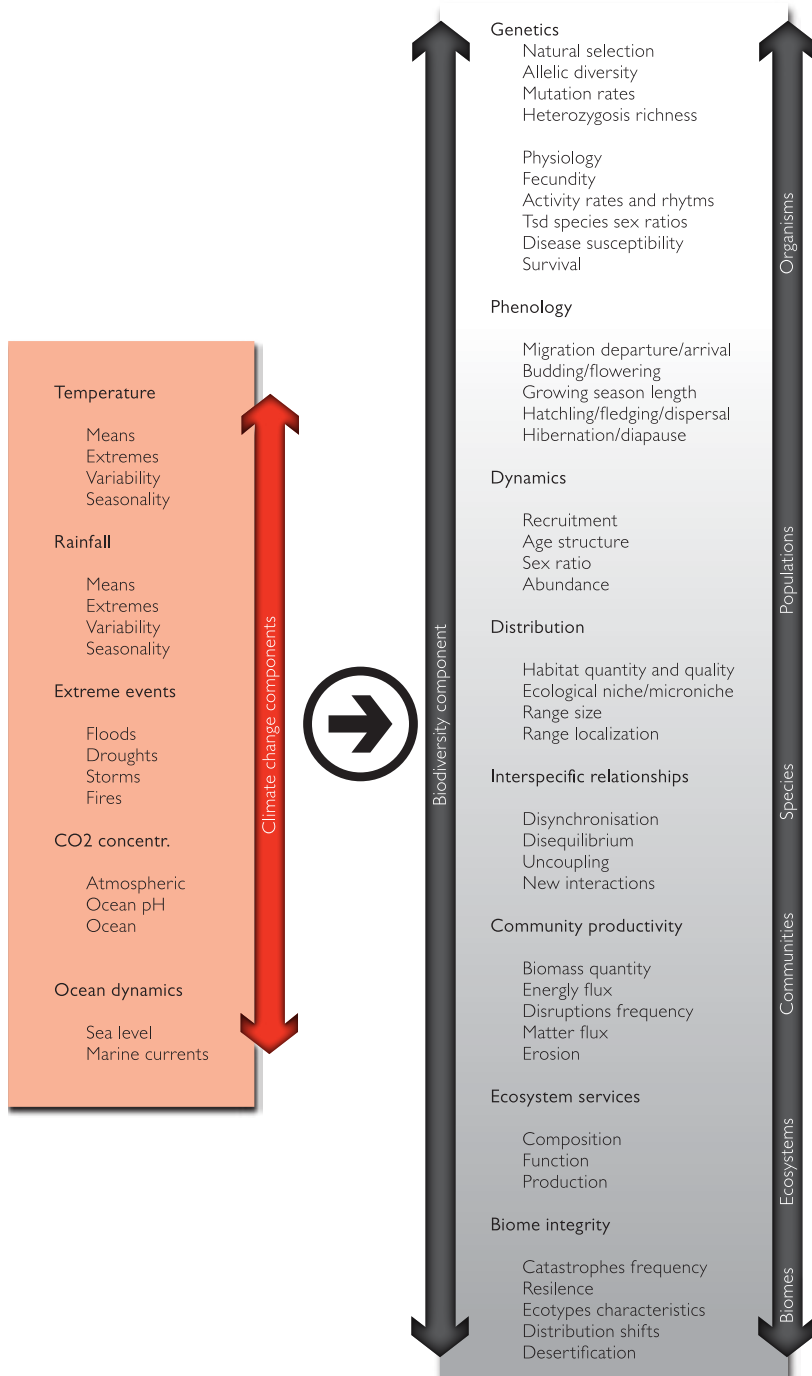


Figura 1. Resumen de algunos aspectos previstos de los cambios climáticos y de sus probables efectos en la Biodiversidad en sus diferentes niveles (Fuente: Bellard et al. 2012).

## 2. BIODIVERSIDAD Y LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS SEGÚN EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

### 2.1 FACTOR ESPACIAL

Los cambios espaciales, como respuestas a los cambios climáticos, pueden ser observados tanto a nivel local como en micro hábitats. Un buen ejemplo de esto son los estudios que muestran un cambio espacial de especies siguiendo condiciones climáticas adecuadas en escala regional. Existen más de 1 000 especies observadas, especialmente aquellas con alto grado de capacidad de dispersión como pájaros, insectos e invertebrados marinos, en relación con las respuestas de los cambios de alcance latitudinal y de altitud (Parmesan, 2006 citado por Bellard et al., 2012), como la reducción de este alcance, en especial, en especies polares y las que se encuentran en cimas de montañas.

### 2.2 FACTOR TEMPORAL

A lo largo del tiempo, las especies pueden responder a variaciones cíclicas de factores abióticos –como temperatura diaria o de periodos anuales–, decurrentes de los cambios climáticos (Bellard et al., 2012). Según Parmesan (2006, citado por Bellard *et al.*, 2012), la fenología –tiempos de eventos de vida cíclicos– es una de las respuestas más comunes al calentamiento del clima del siglo xx, lo cual ha sido bastante estudiado en varias especies. Algunas investigaciones muestran cambios en los eventos fenológicos (periodo de floración, de fruto, de migración estacional), periodo de 5,1 días más rápido por década en los últimos 50 años, como respuesta media de una gama de especies de plantas y animales (Root et al., 2003 citado por Bellard et al., 2012). Para algunas especies de plantas, sus floraciones avanzaron más de 10 días por décadas (Parmesan, 2006 citado por Bellard et al., 2012).

### 2.3 INFLUENCIA DE ESCALA ESPACIAL DE MODELOS DE CAMBIOS CLIMÁTICOS

En la relación entre modelos climáticos y sus efectos sobre la biodiversidad, escoger una resolución de escala espacial es un factor importante, generador de variables en los posibles efectos de los cambios climáticos. Un estudio utiliza un modelo con escala espacial con matrices de 10 x 10 pies, y este modelo prevé la pérdida de todos los hábitat durante el siglo xxi. Ya en una escala local, un modelo con matriz de 25 x 25 metros previó la persistencia de esos mismos hábitats en hasta 100% de las especies de plantas (Randin et al., 2009 citado por Bellard et al., 2012).

### 2.4 BIOINDICADORES

Además de la escala espacial de modelos de cambios climáticos, bioindicadores que pueden ser observados y evaluados a lo largo del tiempo, con el fin de identificar los efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad, también son objeto de varios estudios en diferentes biomas. Estos bioindicadores posibilitan definir, caracterizar y cuantificar los posibles efectos o respuestas a

los cambios climáticos y la integridad de los hábitats, de los ecosistemas y de los biomas. Muchos estudios con bioindicadores han sido realizados, en particular, en regiones extremas, principalmente en áreas polares y en altas cadenas de montañas. Otros estudios prevén alteraciones en la distribución de especies sensibles y hasta su posible extinción. Ejemplos de esto son encontrados en el informe del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC) de 2007 (Lacerda et al., 2010). En regiones tropicales, un número considerable de investigaciones ha sido realizado –y continúa ampliándose– sobre los impactos ecológicos de los cambios climáticos en las florestas tropicales y sobre su biodiversidad. Proyecciones de disminución o pérdida de, aproximadamente, 30% de especies de epifitas y, aproximadamente, 80% de especies de hormigas son previstas por el aumento de la temperatura en las planicies de Costa Rica. Otros ejemplos, donde este incremento puede ser crucial, alcanzan especies ectotérmicas y árboles tropicales, los cuales tienen una variación de tolerancia térmica más estrecha que especies de zonas templadas (Brodie et al., 2011).

Los mencionados estudios muestran que esas especies son bioindicadores importantes de alteraciones ambientales asociadas a los cambios climáticos, pues poseen algunas de las características necesarias de un buen indicador, según Lemos et al. Esas características son:

1. Límites de tolerancias estrechos, sensibles a pequeños cambios ambientales
2. Abundancia
3. Identificación fácil y rápida
4. Bien conocidos (biología e ecología)
5. Poca movilidad.

Es conveniente el uso de un bioindicador porque:

1. Da señales rápidas sobre problemas ambientales, incluso antes de conocer su ocurrencia y amplitud
2. Permite identificar las causas y los efectos entre los agentes estresantes y las respuestas biológicas
3. Ofrece un panorama de respuestas integradas de los organismos y modificaciones ambientales
4. Permite evaluar la efectividad de las acciones mitigadoras que buscan sortear los problemas creados por el hombre.

Si bien aún son escasos los conocimientos acerca de los efectos sobre la biodiversidad de las florestas tropicales, provocados por las interacciones sinérgicas entre los cambios climáticos y el uso de la tierra por el hombre (Brodie et al., 2011), será importante que se realicen estudios que correlacionen bioindicadores y los posibles impactos de los cambios climáticos, enfocados en diferentes grupos taxonómicos de la biodiversidad de florestas tropicales.



#### 2.4.1 *Aves*

Entre los organismos más ampliamente estudiados de la Tierra, las aves representan un importante grupo indicador de los efectos de los cambios climáticos, particularmente, en los ecosistemas tropicales. Su ventaja como buen bioindicador es que constituyen la clase de organismos más conocidos en las investigaciones de clima y también poseen un extenso banco de datos. Debido a que es una clase muy estudiada y un grupo indicador de distribución global, este bioindicador es una excelente alarma de los efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad. Dentro de este grupo, varias especies tropicales son reconocidas por su sedentarismo y por ser especies endémicas aisladas en montañas tropicales (Sekercioglu et al., 2012).

#### 2.4.2 *Insectos*

Este grupo es otro relevante bioindicador de los efectos de los cambios climáticos por ser el más diverso en cantidad de especies, y por la facilidad de muestreo. Algunos grupos estudiados de invertebrados, como escarabajos en montañas tropicales, muestran que este taxón corresponde a especialistas de montañas que tienen la capacidad limitada para emigrar a otros lugares.

#### 2.4.3 *Fenología*

Los estudios fenológicos también son considerados buenos bioindicadores de los posibles efectos de los cambios climáticos por estudiar la época de ocurrencia de fenómenos naturales repetitivos como, por ejemplo, en plantas: la caída de hojas, la floración y el cambio foliar, especialmente en relación con el clima. Los datos fenológicos proporcionan una indicación integrada de la sensibilidad de los sistemas naturales y los cambios climáticos. También, cambios en procesos fenológicos tienen amplias consecuencias para la biodiversidad y las interacciones bióticas, entre otros (Morellato et al.). Para constituirse en un buen indicador y mostrar los cambios de los fenómenos relacionados con el clima, los estudios fenológicos deben tener un tiempo de duración que permita detectar posibles cambios en esos procesos naturales y, generalmente, son estudios de largo plazo.

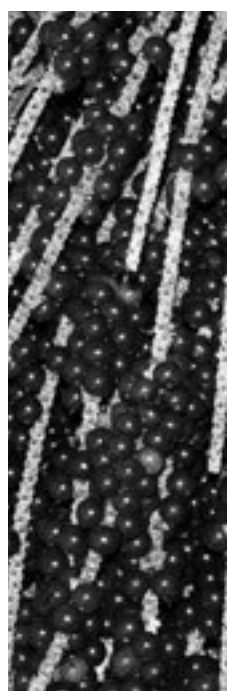
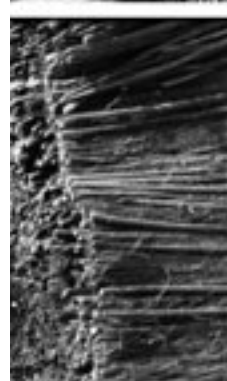
### 3. BIODIVERSIDAD-BIOINDICADORES, LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS Y SU INTERFACE ENTRE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y EL TRADICIONAL. OTRA MIRADA

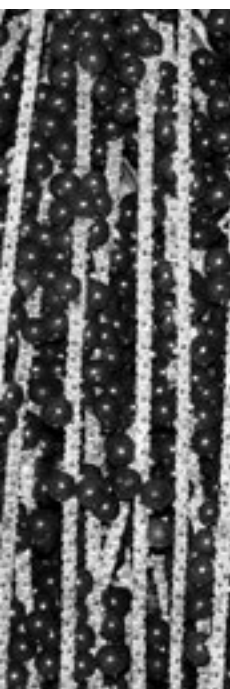
Una visión diferenciada de los efectos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad, que no tiene como base modelos bioclimáticos, puede provenir de estudios que consideran también las observaciones empíricas de comportamiento durante eventos climáticos extremos (Clemente et al., 2008) y que prioricen grupos o especies con importancia productiva y económica para las comunidades que dependen directamente de esos grupos o especies para sobrevivir y mantener sus modos de vida tradicional. Estudios con esta visión hacen que posibles alteraciones, derivadas de los cambios climatológicos sobre la biodiversidad o sobre los recursos naturales, sean percibidas en la rutina y en el día a día de esas comunidades tradicionales.

Un ejemplo son las palmeras, especies emblemáticas de los trópicos húmedos, utilizadas por pueblos indígenas y comunidades tradicionales, que contribuyen a la subsistencia y economía de éstos. Un estudio (Clement et al., 2008) de cinco especies de palmeras de importancia económica y de alimentación para comunidades tradicionales en la cuenca del Río Negro, Amazonas Central Brasileira, muestra que cada especie de palmera presentó respuestas diferentes a eventos extremos, como “El niño”, y se prevé que también presentarán distintas respuestas a los dos escenarios futuros de cambios climáticos: aumento medio de 4-5 grados en la temperatura y cambios en la humedad con incremento de 20-30% en la cantidad de lluvia en el escenario más húmedo y reducción de 30-40% en un escenario más seco (Manzi et al., 2008 citado por Clement et al., 2008).

Esas palmeras fueron escogidas en el mencionado estudio por su importancia en la alimentación y economía de comunidades tradicionales, pero también por ser muy conocidas por científicos y, principalmente, por no especialistas y por las comunidades que las utilizan. La palmera AÇAÍ es consumida como alimento a través de un tipo de vino nutritivo y con sus semillas se produce artesanía; o ARUMÃ es usada en la producción de utensilios que son vendidos como artesanía o utilizados en la vida doméstica; con la PIAÇAVA se realizan recipientes de basura que pueden ser vendidos o empleados en las comunidades; el fruto del BURITI sirve para hacer vino y sus hojas tienen muchas utilidades; con el PATUÁ se hace un vino nutritivo y energético; el TUCUMÃ y la PUPUNHA son alimentos ricos en fibras (Clement et al., 2008).

En la megabiodiversidad del Amazonas se encuentra también la fauna acuática como, por ejemplo, en la ictiofauna (este recurso es una importante fuente de alimento para los habitantes, especialmente aquellos de las comunidades tradicionales); también la pesca comercial es una actividad económica extremadamente importante en la región. Escenarios futuros de cambios climáticos para el Amazonas o acontecimientos extremos en secuencia o separados por intervalos muy cortos pueden comprometer los *stocks* de varias especies de peces, entre otros posibles efectos. Es importante considerar que esos efectos pueden ser útiles, y difíciles de ser detectados debido a que la mayor parte se da gradualmente, a lo largo de años, y muchas veces tienen difícil correlación con los factores causantes (Zuanon, 2008).





#### 4. PERCEPCIÓN DE LOS CAMBIOS CLIMÁTICOS POR PARTE DE LAS COMUNIDADES TRADICIONALES

Las comunidades tradicionales, sean pueblos indígenas o no, con sus modos propios de entender e interpretar fenómenos naturales, para seguir a éstos utilizan varios indicadores naturales.

Ejemplos de los indicadores naturales son: época de brote y de fruto de plantas; época de *piracema* (periodo en que el pez migra para desovar); época reproductiva de especies de fauna, especialmente aquellas utilizadas como recurso natural para la subsistencia; época de lluvia o de sequía para desarrollar actividades productivas agroecológicas y de extracción; entre otros que también forman parte de la rutina del día a día y que influyen en el modo de vida de esas comunidades.

Algunos relatos de pueblos indígenas, por ejemplo, los Baniwa, del alto Río Negro, Amazonas, Brasil (Juvêncio Cardoso Dzoodzo, 2008), sobre la percepción de ciertos fenómenos naturales a lo largo de varios años muestran alteraciones consideradas como posibles respuestas a los cambios climáticos. Las percepciones están relacionadas principalmente con los recursos naturales que utilizan como alimento, por ejemplo, disminución de recursos pesqueros por las *piracemas*; disminución de la fauna terrestre, pues había una época en que veían animales como el jabalí, mono, caititu (cerdo salvaje), paca (roedor grande); disminución de aves como mutum, cará, las cuales antes se veían con más frecuencia.

El principal cambio se da en el tiempo de brote de las plantas con fruto, como el umari (tipo de planta), que llega a florecer dos veces en el año y, en este caso, el aumento de la temperatura eleva rápidamente la unidad térmica acumulada de la planta para su reproducción.

Otra importante alteración es percibida en los periodos de las primeras crecientes de los ríos, cuando normalmente acontece el ciclo de reproducción de algunas especies de peces, lo cual por lo general no sucede cuando se relaciona con eventos extremos como extraordinarias crecientes y grandes sequías. El aumento de la temperatura del agua acelera la maduración reproductiva del pez fuera de la época esperada por el pescador, no reproduciéndose nuevamente en los tiempos de grandes *piracemas* (Juvêncio Cardoso Dzoodzo, 2008).

Las alteraciones en épocas de lluvia y sequías, las cuales están aconteciendo con mayor frecuencia, también interfieren en la época de preparación de los *roçados* (quintas, pequeñas áreas de cultivo tradicional familiar) y de “plantío da *roça*” (proceso de preparación de la tierra y cultivo de sus productos), pues en una sequía muy fuerte, las plantas mueren y con lluvias más intensas no es posible preparar la tierra, lo que provoca “la quemada de la quinta”.

##### 4.1 BIOINDICADORES Y HERRAMIENTA DE INTERFACE ENTRE LA METODOLOGÍA CIENTÍFICA Y EL CONOCIMIENTO TRADICIONAL

Las percepciones de las comunidades tradicionales de los posibles efectos de los cambios climáticos pueden ser registradas de forma estandarizada y con criterios que utilizan ciertas técnicas o metodologías de investigación que

permiten correlacionar alteraciones en los fenómenos naturales, efectos en la biodiversidad como respuestas a los cambios climáticos. Esos efectos pueden ser mejor detectados por medio de bioindicadores adecuados.

#### *4.1.1 Etnomapeo*

Una técnica conocida y utilizada en diferentes estudios es el etnomapeo (Little, 2006 citado por Comandulli, 2011), la cual posibilita verificar y registrar manifestaciones de los cambios apuntados por comunidades tradicionales (sean pueblos indígenas o no), y mapear los recursos naturales utilizados por éstas. La selección adecuada de algunos de estos recursos como indicadores biológicos a ser evaluados a lo largo del tiempo puede agregar informaciones relevantes sobre posibles efectos de los cambios climáticos cuando son complementadas con información local o regional de clima o meteorología.

#### *4.1.2 Construcción de calendarios con escala temporal*

Los modos de vida de las comunidades tradicionales están directamente relacionados con los diversos ciclos naturales que pueden ser alterados con los cambios climáticos. Esos ciclos pueden ser registrados de forma estandarizada y las informaciones al respecto encontrarse sistematizadas mostrando su importancia en el día a día de las comunidades con la construcción de calendarios que registren temporalmente los ciclos vegetales y animales y sus actividades, entre otros.

La figura 2 ilustra un calendario construido con la etnia Baniwa que vive en el alto Río Negro, Amazonas, Brasil.

Este grupo Baniwa tiene interés en evaluar la fenología de especies de árboles, *manivas* y otras plantas cultivadas en las quintas tradicionales (*roças*) y el comportamiento de los peces (Da Silva, 2008). En este caso, los bioindicadores son recursos de la biodiversidad, importantes para asegurar el alimento y cultura del pueblo.

#### *4.1.3. Evaluación del uso de los recursos naturales por las comunidades tradicionales*

La biodiversidad y los posibles efectos de los cambios climáticos han sido objeto de varios estudios en distintas partes del mundo, en diferentes escalas espaciales, y en diversidad de paisajes: bosques templados o bosques tropicales, diferentes biomas, ecosistemas. Esto ha generado gran información y conocimiento sobre el tema. Si se considera las escalas espaciales regionales o locales, la cantidad de información y el conocimiento obtenido aún resultan escasos y el número relativo todavía disminuye más cuando los estudios de los efectos se enfocan en la biodiversidad utilizada como recurso natural por las comunidades tradicionales.

Estudios de evaluación de la dinámica temporal y espacial del uso de los recursos naturales por parte de las comunidades tradicionales, en el largo plazo pueden mostrar padrones y tendencias del uso de dichos recursos. Las evaluaciones de biodiversidad o del uso de los recursos naturales, generalmente tienen como metodología la aplicación periódica de protocolos temáticos, por medio de entrevistas a las mencionadas comunidades o a los usuarios de recursos naturales.



Un ejemplo de evaluación del uso de los recursos naturales es el Sistema de Evaluación del Uso de los Recursos Naturales, elaborado en 2008 por la Fundación Vitoria Amazónica (FVA) en conjunto con los habitantes de las comunidades tradicionales y gestores de las tres áreas protegidas del Río Unini (FVA, 2011). Una particularidad de este sistema es que quienes aplican los protocolos son los mismos habitantes de esas comunidades. Desde 2011, con los resultados obtenidos por el Sistema de Evaluación, se verifica el potencial de la metodología usada como herramienta para medir eventuales efectos de variables climáticas en actividades agroecológicas y de extracción desarrolladas por familias que viven en la región del Río Unini.

Para registrar la percepción de los posibles efectos de los cambios climáticos en las comunidades tradicionales y usuarios de los recursos naturales es necesario hacer algunas adaptaciones en la metodología de recolección de datos del Sistema de Evaluación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Diferentes estudios de modelos de cambios climáticos y sus posibles efectos en la biodiversidad apuntan a escenarios futuros de gran pérdida de diversidad biológica. Esto causaría la extinción de muchas especies en un escenario más pesimista. Investigaciones ecológicas, especialmente, contribuyen a un mejor entendimiento de los mecanismos por los cuales especies y ecosistemas pueden ser afectados por los cambios climáticos. Los efectos previstos en la biodiversidad son diversos y variados. Por ejemplo: alteraciones del tiempo de eventos de los ciclos de vida de especies; cambios radicales en la distribución de las especies; incontables especies en extinción; debilidad en el funcionamiento de los ecosistemas y alteraciones en las redes tróficas.

Los abordajes actuales de previsión de impactos de los cambios climáticos presentan la ausencia de varios mecanismos claves de impactos climáticos sobre la biodiversidad y este hecho puede causar una subestimación o macroestimación de los riesgos, además, las mejoras en los modelos existentes pueden disminuir las incertidumbres.

Indicadores biológicos de los impactos de los cambios climáticos sobre la biodiversidad son utilizados en estudios realizados en regiones que abrigan diferentes zonas climáticas del mundo. Este contexto permite tener conocimiento de los efectos de los cambios climáticos a nivel global sobre la biodiversidad. Bioindicadores significativos de los cambios climáticos han sido particularmente estudiados en áreas extremas o en aquellas que están sufriendo las consecuencias del calentamiento global, como regiones polares y altas cadenas montañosas.

Ya existe cierto conocimiento sobre bioindicadores de los cambios climáticos para las regiones tropicales, pero debido a que contienen la mayor biodiversidad del mundo, muchos estudios aún son necesarios para evaluar los impactos de los cambios climáticos en ésta. El informe de 2007 del Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC) trae muchos ejemplos de bioindicadores.



Estudios científicos con una mirada diferente sobre los efectos de los cambios climáticos en la biodiversidad, que agreguen conocimiento empírico obtenido de comunidades tradicionales y que generen conocimiento sobre especies o grupos de especies con importancia productiva y económica, aún son pocos y varios de ellos se están realizando, principalmente, con especies tropicales.

Este tipo de estudios son relevantes, en especial para la subsistencia de los pueblos y comunidades que viven de la extracción de recursos naturales (aceites, jugos, semillas, frutos, etc.), pues probablemente contribuirán en la adaptación de estas poblaciones a los futuros escenarios previstos para la biodiversidad y, por consiguiente, a los cambios que se producirán en los recursos naturales que utilizan.

Es importante agregar la percepción de las comunidades tradicionales a esos estudios y existen diferentes herramientas que posibilitan asociar el conocimiento científico con el conocimiento tradicional. Las informaciones de esta *interface* aún son pocas, es necesario perfeccionar metodologías que posibiliten estas interacciones. El desafío es transformar la percepción registrada, generalmente de forma cualitativa, en datos cuantitativos que posibiliten la asociación con los datos, casi siempre cuantitativos, obtenidos de los bioindicadores o con la aplicación de alguna herramienta, como evaluación del uso de los recursos naturales. Otro punto es considerar en esos estudios las correlaciones con datos o informaciones climático/meteorológicas.

## CONSIDERACIONES SOBRE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Bioindicadores de posibles efectos de los cambios climáticos como, por ejemplo, recursos naturales utilizados por comunidades tradicionales, podrán sufrir un impacto mayor, especialmente aquellas poblaciones cuyas especies son utilizadas como alimentos o como productos económicos.

Al considerar esta situación, conjuntamente con esas comunidades deberán desarrollarse acciones con el fin de adaptarse y mitigar esos impactos, y los resultados más exitosos serán aquellos que tengan un fondo educativo y de concientización de la necesidad de cambios de paradigmas. En este caso, la concientización puede mostrarse en las variaciones en algunos hábitos de alimentación, sustituyendo especies de fauna que sufren mayor presión (especialmente por los cambios climáticos), por otras de menor presión.

Otra acción sería implementar espacios de capacitación con las comunidades tradicionales que aborden (en los aspectos ambiental o ecológico) los recursos naturales utilizados como bioindicadores de los posibles efectos de los cambios climáticos. Un ejemplo exitoso son los cursos que la FVA realiza con los monitores del Sistema de Evaluación en diferentes asuntos con un abordaje educativo y ecológico. El objetivo de la capacitación es ampliar los conocimientos, en el sentido de entender cada vez más la importancia y el uso del mencionado Sistema como una herramienta de auxilio para la mejor gestión de los recursos naturales que ellas utilizan.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellard, C., C. Bertelsmeier, P. Leadley, W. Thuiler, F. Courchamp (2012), “Impacts of climate change on the future of biodiversity”, *Ecology Letters*.
- Brodie, J., E. Probst, F.W. Lurance (2012), “Climate change and tropical biodiversity: a new focus”, *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 27, n° 3.
- Cardoso Dzoodzo, Juvêncio (2008), “Um Olhar de índio Baniwa sobre as mudanças climáticas” en “Rio Negro Manaus e as mudanças no clima”, Organizadores: Gustavo Vieira Peixoto Cruz y Saulo Andrade, São Paulo, Instituto SocioAmbiental.
- Carneiro, A. (2008), “*Rio Negro, Manaus e as mudanças no clima*”, Organizadores: Gustavo Vieira Peixoto Cruz y Saulo Andrade, São Paulo, Instituto SocioAmbiental.
- Clement, C. R., I. P. de A. Miranda, S. Desmouliere, I. Oliete, (2008), “Possíveis respostas das palmeiras da Bacia do Rio Negro em dois cenários de mudanças climáticas ao longo do século 21” en *Rio Negro, Manaus e as mudanças no clima*. Organizadores: Gustavo Vieira Peixoto Cruz y Saulo Andrade, São Paulo, Instituto SocioAmbiental.
- Comandulli, C. S. (2011), “Povos indígenas, mudanças climáticas e serviços ambientais: aproximação de saberes?”, Proyecto de doctorado, investigado en Internet en octubre de 2012.
- Da Silva, A. L. (2008), “Comentário ao diagrama o Calendário Baniwa apresentado no Seminário sobre Mudanças Climáticas” en *Rio Negro, Manaus e as mudanças no clima*. Organizadores: Gustavo Vieira Peixoto Cruz y Saulo Andrade, São Paulo, Instituto SocioAmbiental.
- FVA (2011), “Uso de Recursos Naturais na Bacia do Unini” en *Unini, o rio da sustentabilidade: bases socioambientais para a gestão da bacia do Rio Unini e de suas unidades de conservação*: 61-72.
- Lacerda, L. D., M. D. Godoy, L. P. Maia (2010), “Mudanças climáticas Globais: caçando indicadores no Nordeste Brasileiro”, *Ciência Hoje*, vol. 46, n° 272.
- Lemos, G. D., M. L. Rocha, Coelho, R. B. Bressan, “Bioindicadores”, presentación *power-point*, investigado en Internet en octubre de 2012.
- Morellato, L. P., A. M. Pinto, A. P. Barbosa, “Monitoramento fenológico a longo prazo em árvores da floresta amazônica: adequação do banco de dados e avaliação dos efeitos de variações climáticas na fenologia”, *Projeto no CNPq*, investigado en Internet en octubre de 2012.
- Panel Intergubernamental sobre Cambios Climáticos (IPCC), Informe 2007.
- Sekercioglu, C. H., R. B. Primack, J. Wormworth (2012), en prensa, “The effects of climate change on tropical birds”, *Biological Conservation*.
- Zuanon, J. (2008), “Peixes, pesca e clima na Amazônia: um ensaio sobre os efeitos das mudanças climáticas globais sobre os recursos pesqueiros na região do Rio Negro, Amazonas, Brasil” en *Rio Negro, Manaus e as mudanças no clima*. Organizadores: Gustavo Vieira Peixoto Cruz y Saulo Andrade, São Paulo, Instituto SocioAmbiental.