

FRAGMENTACIÓN Y SUS IMPLICACIONES

ANÁLISIS Y REFLEXIÓN DOCUMENTAL

Universidad de Guadalajara



María del Carmen Navarro Rodríguez
Luis Fernando González Guevara
Ramiro Flores Vargas
Rosío Teresita Amparán Salido

Fragmentación y sus implicaciones

Análisis y reflexión documental

Departamento de Ciencias Biológicas,
Centro Universitario de la Costa (UDG-CA-345)
María del Carmen Navarro Rodríguez, Luis Fernando González Guevara
y Rosío Teresita Amparán Salido

Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras,
Centro Universitario de la Costa Sur (UDG-CA-341)
Ramiro Flores Vargas

Fragmentación y sus implicaciones

Análisis y reflexión documental

MARÍA DEL CARMEN NAVARRO RODRÍGUEZ
LUIS FERNANDO GONZÁLEZ GUEVARA
RAMIRO FLORES VARGAS
ROSÍO TERESITA AMPARÁN SALIDO

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
2015

DIRECTORIO

Universidad de Guadalajara

Itzcóatl Tonatiuh Bravo Padilla
Rector General

Miguel Ángel Navarro Navarro
Vicerrector Ejecutivo

José Alfredo Peña Ramos
Secretario General

Centro Universitario de la Costa

Marco Antonio Cortés Guardado
Rector

Remberito Castro Castañeda
Secretario académico

Gloria Angélica Hernández Obledo
Secretaria administrativa

Fotógrafo: Luis Fernando González Guevara

Primera edición, 2015

D.R. © 2015, Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de la Costa
Av. Universidad 203, Delegación Ixtapa
48280 Puerto Vallarta, Jalisco

ISBN: 978-607-742-177-1

Impreso y hecho en México
Printed and made in Mexico

Contenido

Introducción	7
Antecedentes	11
Fragmentación del hábitat	17
<i>Causas de la fragmentación de hábitat</i>	21
<i>Consecuencias</i>	25
Características de ecosistemas fragmentados	29
<i>Algunos estudios sobre la fragmentación y sus efectos</i>	35
Pérdida del hábitat	45
<i>Parches (fragmento, parcelas o manchas)</i>	45
<i>Formas y tamaños de parches</i>	46
<i>Tamaño del parche y la extinción</i>	47
<i>Forma y borde del parche</i>	48
<i>Borde</i>	48
<i>Efecto de borde</i>	50
<i>Corredores</i>	52
Conclusión	55
Bibliografía	57

Introducción

La pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas, principalmente en los terrestres. La fragmentación es la pérdida de continuidad de un ecosistema, y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y comunidades de plantas y animales, tanto en el ambiente físico como en el ecológico, lo que afecta su funcionamiento.

Principalmente, la fragmentación se ha propiciado por el cambio de uso del suelo en ecosistemas naturales, debido a las actividades humanas, las cuales inducen la fragmentación. Son su causa directa las diversas actividades antropogénicas, ejercidas con la finalidad de abrir tierras de cultivo, crear pastizales para el ganado y construir presas y carreteras, o por el desarrollo urbano. Una vez que comienza se desencadenan modificaciones en los procesos ecológicos y, como consecuencia, impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua. Esta transformación de los ecosistemas naturales se presenta a tal grado que puede convertirlos en áreas biológicamente degradadas e inhóspitas. Si la transformación del hábitat es total y abarca un área extensa, se puede llegar a extirpar en un corto plazo la mayor parte de la biota local. Por ende, estos eventos pueden convertir un área en paisajes fragmentados; con frecuencia quedan algunos parches aislados de vegetación natural, pero con un cambio en la estructura y la configuración en cada una de esas áreas dentro del paisaje.

Estos sucesos han suscitado que en los últimos 10,000 años la actividad humana sobre el planeta muestre de manera evidente que mu-

chos de los paisajes contemporáneos presentan algún grado de fragmentación.

La fragmentación puede ser resultado de procesos naturales que alteran el medio (el viento, tormentas, derrumbes, fuegos, depredación, forrajeo, entre muchos otros factores), como la respuesta de las especies a los gradientes ambientales, o las perturbaciones y los consecuentes procesos de sucesión, que generan mosaicos de hábitats con distintas comunidades ecológicas. Sin embargo, la fragmentación se incrementa como resultado de la transformación de los hábitats, derivada del uso humano de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación para expansión de terrenos agrícolas o ganaderos, y para urbanizar, principalmente).

Este proceso de fragmentación tiene efectos negativos: interrumpe los corredores biológicos naturales, cambia el microclima, e incluso causa la extinción de la flora y la fauna.

Es importante señalar las siguientes consideraciones como consecuencias directas de la fragmentación:

- a) La fragmentación presenta una reducción de la cobertura boscosa que tiene como consecuencia la disminución de la biodiversidad. Esta reducción de áreas boscosas afecta no solo a las especies que allí habitan, sino también a aquellos individuos que requieren áreas grandes de hábitat continuo (corredores biológicos) para mantener poblaciones viables.
- b) La fragmentación aísla poblaciones en los parches de hábitat, lo que reduce las probabilidades de supervivencia de las especies que dependen del tamaño del fragmento y de su grado de aislamiento.
- c) La fragmentación modifica el proceso de interacción entre las especies, por lo que provoca indirectamente su extinción en el área. La extinción de una especie, cuando se transforma su hábitat, depende de varios aspectos, como: la extensión de su rango geográfico, su nivel de especialización en el uso del hábitat y el tamaño de las poblaciones; mientras más restringida sea su extensión, mayor

será su nivel de especialización y menor el tamaño de su población, y por lo tanto aumentará la posibilidad de extinción.

Por lo anterior, queda clara la necesidad urgente de realizar un manejo integrado de los recursos naturales, mediante una estrategia que involucre las características de la diversidad biológica y su entorno, así como los aspectos socioeconómicos y culturales del área, con la finalidad de conocer, restaurar y respetar la complejidad de los procesos ambientales, involucrando para ello a las organizaciones públicas, privadas y sociales en cada una de las etapas de su implementación, con apoyo obligado de los expertos de las disciplinas biológicas, ecológicas, económicas y sociales. Esto ha de ser dado de manera multidisciplinaria, para asesorar y convencer de manera técnica – científica a las autoridades que toman las decisiones y fortalecer un compromiso de colaboración en el marco de una política de desarrollo humano sostenible.

La presente obra muestra una panorámica de la fragmentación y sus implicaciones, realizada mediante un ejercicio de integración documental, análisis y reflexión, donde se muestran conceptos, acciones e implicaciones o consecuencias del proceso de fragmentación, con señalamiento de estudios de casos a escala mundial. Finalmente, se muestra una última sección de conclusiones y recomendaciones generales sobre la problemática que involucra la fragmentación.

Antecedentes

Por el simple hecho de estar vivos, todos los organismos que habitan este planeta tienen la capacidad de transformar su ambiente. Esta capacidad varía enormemente entre las diferentes especies, dependiendo de múltiples factores, tales como tamaño, distribución, abundancia, tasa de reproducción y metabolismo, entre otros. En la mayoría, el impacto de su desarrollo se restringe a escalas espaciales y temporales relativamente pequeñas. Sin embargo, hay especies ampliamente distribuidas y capaces de transformar grandes extensiones de terreno (Maass *et al.*, 1990).

El ser humano, desde sus orígenes, hace más de tres millones de años, ha tenido la capacidad de transformar su ambiente muy por encima de cualquier otro organismo del planeta. Inicialmente, con herramientas como el fuego, fue capaz de modificar más allá de su entorno inmediato. Conforme fue desarrollándose cultural y tecnológicamente, su impacto en el medio aumentó considerablemente. El desarrollo de la agricultura, hace más de 10,000 años, le permitió expandir sus actividades y transformar regiones completas. Con la revolución industrial hace 200 años, el ser humano logró un desarrollo tecnológico tal que el impacto de sus actividades ha alcanzado escalas globales (Maass *et al.*, 1990). No fue sino hasta muy recientemente que el ser humano comenzó a preocuparse sobre el impacto de sus transformaciones en el ambiente. Desde muy temprano en la historia, existía la percepción de que la naturaleza no solo era capaz de absorber cualquier tipo de perturbación, sino que además se constituía en un enemigo a vencer. Transformar la naturaleza y doblegarla a los caprichos humanos se

consideraba un signo de desarrollo económico y social (Jordan, 1998). Sin embargo, poco a poco nos hemos dado cuenta de que hay un límite en la capacidad que tiene la naturaleza para absorber dichos cambios. La desaparición de especies ha sido una de las primeras evidencias a este respecto. El deterioro ambiental a escala global, documentado recientemente, es una evidencia más del problema (Maass *et al.*, 1990).

Se reconocen como cambios globales aquellas transformaciones que alteran las capas de fluidos de la tierra (océanos o atmósfera) y que, por lo tanto, se experimentan a escala planetaria (Vitousek, 1992). Tales son los casos de los cambios en la composición de la atmósfera y el cambio climático. Así también se consideran las transformaciones del ambiente que ocurren en sitios muy localizados, ampliamente distribuidos, que constituyen un cambio a escala global. Los cambios en el uso del suelo, la pérdida de la biodiversidad, la erosión de los suelos y la introducción de especies exóticas son ejemplos de lo último (Maass *et al.*, 1990; García, 2011).

Otra evidencia clara que nos permite apreciar el impacto de nuestras actividades sobre la naturaleza es nuestra inquietante incapacidad para resolver lo que se denomina genéricamente como problemas ambientales. Al parecer, estos, más que resolverse, se agravan día tras día (Ehrlich y Ehrlich, 1991). Ello significa que, al atacar distintos problemas, como la contaminación, la pérdida de la fertilidad de los suelos, la extinción de especies, el cambio climático, entre otros tantos, se ataca a los síntomas pero no a la esencia del problema, lo que es muy evidente, puesto que seguimos alterando los procesos que mantienen el sistema de soporte de vida del planeta y reduciendo su capacidad para mantener a los seres humanos. En otras palabras, la economía de la humanidad descansa en diversos servicios que otorgan gratuitamente los ecosistemas naturales, los cuales estamos desmantelando sin ninguna consideración (Ehrlich y Ehrlich, 1991). Es decir, el sistema de soporte de vida de la tierra está armado precisamente por todos aquellos procesos que se dan en los ecosistemas naturales y que conocemos como servicios ambientales (Odum, 1983).

Son servicios muy variados que pueden verse desde la perspectiva económica y funcional, lo que significa, por un lado, el costo del recurso (el valor de la industria maderera, pesquerías, agrícolas, etcétera), y por el otro los usos directos que tienen ver con moderación del clima, regulación de ciclos biogeoquímicos, polinización, generación y preservación de suelos, de protección contra fenómenos meteorológicos, suministro de recursos naturales, mantenimiento de la biodiversidad, etcétera.

Daily *et al.* (1997) destacan que los servicios ecosistémicos no solo son importantes para el ser humano, sino también operan a gran escala, la tecnología no los puede reemplazar, se deterioran por la actividad antrópica; dicha afectación ha alcanzado escalas globales, requieren un gran número de especies para operar, y los servicios que se pierden por el daño en los ecosistemas son más valiosos que las ganancias que se obtienen por las actividades que los alteran.

México posee a lo largo de sus litorales aproximadamente 130 lagunas costeras (estuarios) que exhiben diferentes tamaños, formas, regímenes hidrológicos, biota, hábitos y flujos de energía, y son consideradas entre los ecosistemas más productivos de la biosfera (Flores-Verdugo, 1989; Contreras, 1993; Suárez Morales, 1994) y porque ocupan un lugar primordial en las estrategias de reproducción de numerosas especies como áreas propicias para adultos en reproducción y de disponibilidad de alimento para el desarrollo de sus larvas y formas juveniles (Funes *et al.*, 1998; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2006a), es decir, áreas que son utilizadas tanto como refugios como para el reclutamiento de numerosas especies, entre ellas las de interés económico, además de llevar a cabo otras funciones de gran importancia, como la de descarga y recarga de aguas subterráneas, control de la erosión y estabilización costera, producción de nutrientes, estabilización climática, mantenimiento de la calidad del agua, entre otras.

A pesar de ello, Contreras (1993) señala que el problema más grave a que se enfrentan actualmente estos sistemas es, por un lado, la inexistencia de un ordenamiento ecológico de nuestros sistemas litorales, lo que cancela cualquier posibilidad de implementar medidas

de uso, manejo y aprovechamiento razonables; por otro lado, cada día estos cuerpos son objeto de contaminación alteración y degradación por las actividades humanas, lo que de alguna manera trae consigo de forma creciente riesgos y amenazas, tanto para la diversidad biológica como para el adecuado funcionamiento del sistema, que son el sustento y la base de múltiples procesos productivos que generan bienes y servicios para la población; es también la amenaza del colapso de dichos ecosistemas.

En los últimos años se han incrementado tanto la densidad de asentamientos humanos como la creciente intervención humana en los paisajes naturales, lo que provoca deforestación, contaminantes y cambio de uso de suelo, lo que hoy en día es uno de los problemas que más afectan a la diversidad biológica. El crecimiento de la frontera agrícola, la ganadería extensiva, el inadecuado manejo de los bosques y un desarrollo urbano mal planeado, han fragmentado en diferente magnitud los sistemas naturales (figura 1), al modificar los procesos ecológicos y provocar desaparición de poblaciones silvestres, especies en algún grado de amenaza y empobrecimiento de los recursos bióticos y servicios ambientales. Actualmente, la fragmentación de los bosques nativos representa, tal vez, uno de los ejemplos más preocupantes (Téllez, 2005; Cruz Romero, 2009; Díaz y Escárcega, 2009).

Así, el creciente interés sobre las zonas costeras en las últimas dos décadas se debe no solo a que el ser humano ha percibido finalmente la importancia fundamental de estas zonas tanto para las sociedades como para la economía y el ambiente, sino también a que se incorporan a este razonamiento los diversos problemas ambientales. González *et al.* (2008) señalan que el 60% de la población mundial habita en las zonas costeras, que el 90% de la pesca y la acuicultura mundial provienen de estos ambientes y que el 90% del comercio mundial es a través de los puertos, así como que el 25% de la extracción petrolera y de gas se realiza por estas zonas, que también representan el 50% del turismo mundial. Los servicios ecológicos que prestan las costas y los océanos son iguales al producto mundial bruto (27 billones de dólares) anualmente.



Figura 1. Fragmentación del hábitat costero por asentamientos humanos y por el crecimiento de la frontera agrícola en la costa norte de Jalisco. Fuente: Luis F. González Guevara.

En México, existen asentamientos costeros que han crecido y siguen creciendo de manera vertiginosa debido a los desarrollos turísticos. En su momento lo fue Acapulco, y actualmente encontramos que Cancún, Playa del Carmen, Huatulco, Ixtapa, Los Cabos y Puerto Vallarta, entre otros, siguen teniendo índices de crecimiento más elevados que la media nacional (Balí, 2006). Es común que este tipo de asentamientos urbanos no tome en cuenta las características ambientales del lugar. Se construye sobre las dunas, sobre las zonas de amortiguamiento, en las zonas de riesgo; se rellenan, compactan y desecan humedales (esteros),

y se transforma el entorno hasta dar una imagen similar a la de otros centros turísticos. En el caso específico de Puerto Vallarta, se ha reducido considerablemente (50%) la superficie de sus manglares, debido a la presión de la actividad agrícola y al crecimiento urbano sobre los límites del ecosistema, y posiblemente la construcción del aeropuerto internacional *Adolfo López Mateos*, y posteriormente la creación de la marina *Vallarta* sean las construcciones más significativas sobre la fragmentación del sistema Estero El Salado y su posterior afectación con la construcción de hoteles y condominios (figura 2). Ello evidencia la ausencia total de una planeación ordenada y una falta de compromiso con la actual política ambiental, así como de estrategias viables que garanticen un desarrollo sustentable.



Figura 2. Fragmentación del sistema estuarino El Salado por la construcción de la marina Vallarta y el aeropuerto internacional *Adolfo López Mateos*, Puerto Vallarta, Jalisco. Fuente: Luis F. González Guevara.

Fragmentación del hábitat

La fragmentación se define como: El proceso en que áreas grandes y continuas de hábitat son reducidas y divididas en dos o más fragmentos o parches pequeños y aislados que quedan inmersos en una matriz con condiciones poco aptas para las especies que ahí habitan (ECOTONO, 1986).

Es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones; los fragmentos resultantes difieren del hábitat original en ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado, y en tener efectos de borde.

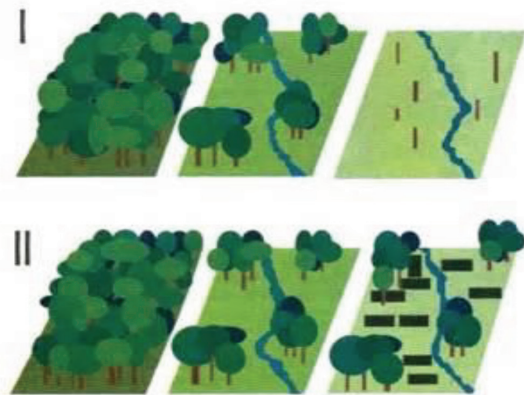


Figura 3. Modificación del hábitat. Fuente: <http://www.primatesmx.com/fragment.html>

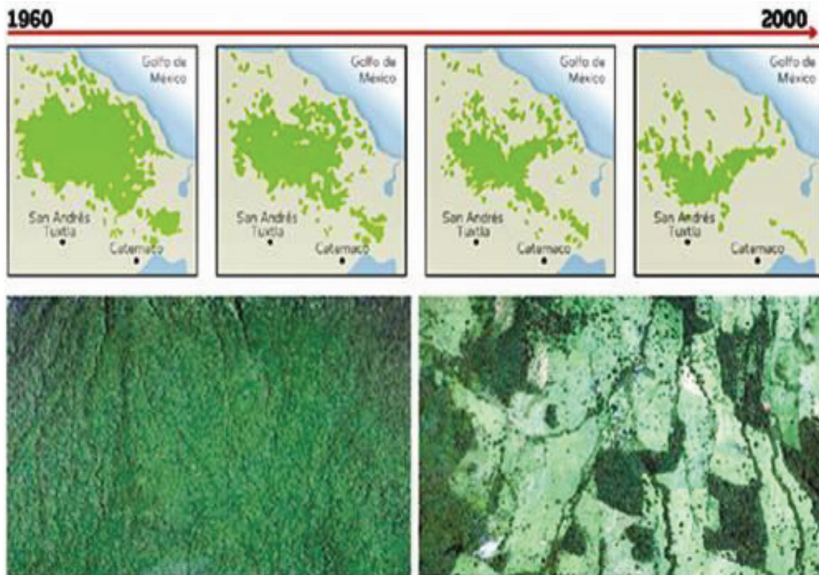
Es también la transformación de un sistema continuo (bosque, esteros, arroyos, dunas, charcos, etcétera) en muchas unidades más pe-

queñas y aisladas entre sí cuya extensión de superficie resulta menor que la del sistema original (figura 4).

La transformación del hábitat se realiza con el objetivo de abrir tierras de cultivo, crear pastizales para el ganado, construir presas y carreteras, o por el desarrollo urbano. Una vez que comienza se desencadena un conjunto de modificaciones en los procesos ecológicos y, en consecuencia, impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, como puede observarse (figura 5).

DETERIORO INCONTENIBLE

La selva original de los Tuxtlas, en Veracruz, se conservó intacta hasta 1960, pero desde ese año hasta la fecha ha desaparecido tres cuartas partes de ella



A la izquierda la selva de los Tuxtlas como un hábitat continuo, a la derecha, un montón de parches de dicha selva rodeados por una matriz con diferentes usos de suelo, en la que destacan potreros y algunos cultivos y asentamientos humanos.

Figura 4. Izquierda, selva de los Tuxtlas como hábitat continuo; derecha, un conjunto de parches de dicha selva rodeados por una matriz con diferentes usos de suelo. Fuente: <http://www.eluniversal.com.mx/cultura/66585.html>

Según Primack (1998), el proceso de fragmentación no ocurre al azar, las áreas más accesibles de topografía poco accidentada y con alta productividad son las primeras en ser alteradas para utilizar las tierras en agricultura, asentamientos humanos o extracción forestal.

Por su parte, Wilcox y Murphy (1985) señalan que, a medida que la fragmentación del bosque procede, el tamaño de los fragmentos disminuye y el aislamiento aumenta, con lo que se conforman los llamados “hábitat-isla” (figura 6).



Figura 5. Transformación del paisaje costero y montañoso en la costa sur de Nayarit (arriba) y norte de Jalisco (abajo). Fuente: Luis F. González Guevara.

Harris (1984) cita que el efecto de la fragmentación puede ser visto en varios niveles de organización biológica: desde cambios en la frecuencia genética dentro de las poblaciones hasta los cambios sobre el continente en la distribución de especies y ecosistemas.



Fuente: <http://www.google.com.mx/search=imagenes+de+bosques+fragmentados>



Fuente: Luis F. González Guevara.

Figura 6. “Hábitats isla”, bosque de coníferas (arriba) y del sistema estuarino en la costa sur de Nayarit (abajo).

Causas de la fragmentación de hábitat

- Procesos *geológicos* que lentamente alteran la configuración del medio ambiente físico (figuras 7 y 8).
- Actividades *humanas*, como, por ejemplo, la conversión de tierras, lo cual puede alterar el ambiente de una forma más rápida en la escala de tiempo (figuras 9, 10 y 11).

Fragmentación del ambiente por procesos geológicos



Figura 7. Sierra Tarahumara en Chihuahua, México, cuya fragmentación por erosión ha provocado la ruptura de los macizos elevados y la aparición de números barrancas.
Fuente: <http://www.joseacontreras.net/mexico/chihuahua/>



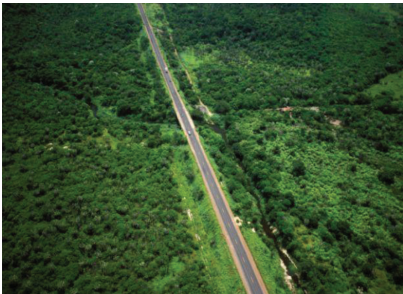
Figura 8. Fragmentación por la erosión en la sierra Huichola, en Jalisco, México.
Fuente: <http://tatei-kie.blogspot.mx/2010/04/sierra-huichola-en-jalisco.html>

Fragmentación del ambiente por actividad humana



Figura 9. Imágenes de fragmentación por actividad humana (campos de cultivo y urbanización) en la costa norte de Jalisco, México. Fuente: Luis F. González Guevara.

En el Amazonas



Fuente: <http://geografiaua.blogspot.mx/2010/03/fragmentacion-del-amazonas.html>

En la costa Norte de Jalisco, México



Fuente: Luis F. González Guevara.

Figura 10. Fragmentación por construcción de carreteras.



Figura 11. Pérdida de la cobertura forestal en Los Tuxtlas, Veracruz, México. La cubierta forestal actualmente se ha reducido a fragmentos de vegetación natural. Fuente:<http://www.bionero.org/fotografia/imagenes-de-la-deforestacion-en-los-tuxtlas>

Se considera que los procesos geológicos son una de las principales causas de *especiación* (proceso que conduce a la formación de nuevas especies a partir de una o dos preexistentes), mientras que las actividades humanas se encuentran implicadas en la *extinción* de muchas especies.

Resultados de la fragmentación (Forman, 1995; ECOTONO, 1996).

- La reducción del área total del hábitat disponible.
- La reducción del tamaño de los parches del hábitat.
- El aislamiento de los parches del hábitat y por ende el aislamiento de las poblaciones que lo habitan (figuras 12 y 13).



Figura 12. Zona deforestada por la agricultura en el lago Zirahuén y los bosques Purépecha, en Michoacán: obsérvese los diferentes tamaños de los parches o fragmentos. Fuente: <http://www.greenpeace.org/mexico/es/fotos-agosto-2010/Zonas-deforestadas/>



Figura 13. Aislamiento de parches o fragmentos en Bahía de Navidad-Laguna Barra de Navidad, costa sur de Jalisco. Fuente: Ramiro Flores Vargas.

Consecuencias

La fragmentación de hábitats o poblaciones subdivididas, por origen antropogénico o natural, afecta a todas las especies degradándolas, y se ha convertido en una preocupación importante en la biología de la conservación. Las poblaciones que se intenta conservar son cada vez más aisladas y dispersas entre ellas, lo que las hace más vulnerables a la extinción a través de la estocasticidad demográfica y algunas catástrofes. Por ejemplo: la pérdida de heterocigosidad genética (*medición de la variación genética*) y los alelos (*el valor de dominio que se otorga a un gen cuando rivaliza contra otro gen por la ocupación de posición final en los cromosomas durante la separación que se produce durante la meiosis celular*) raros, los efectos de borde (*son los cambios en las condiciones biológicas y físicas que ocurren en la zona de transición entre comunidades contiguas*) y la perturbación humana (Janzen, 1986; Goodman, 1987; Shaffer, 1987; Burkey 1993 a, 1993b).

La estocasticidad demográfica en poblaciones finitas causa que las poblaciones de un conjunto de pequeños parches remanentes (sistema fragmentado) sean influenciadas por el ambiente y las catástrofes sean al azar; si son lo suficientemente grandes y especialmente correlacionadas, las especies pueden ser capaces de contrarrestar el efecto de la estocasticidad demográfica y pueden ser especialmente proveedoras de poblaciones en sistemas fragmentados y hacerlas menos vulnerables a la extinción en sistemas continuos (Goodman, 1987; Burkey, 1989).

Harris y Gallagher (en García, 2002) señalan cuatro consecuencias directas en la biodiversidad por la fragmentación del hábitat:

- Pérdida de especies que requieren grandes extensiones de terreno para su establecimiento (como en felinos).
- Pérdida de especies de gran movilidad (como en las aves llamadas chanchos de monte).
- En los fragmentos con intervención humana se propician condiciones artificiales de abrigo y disponibilidad de alimento, lo cual por lo

general favorece a las especies que se han adaptado al ambiente humano, en detrimento de las silvestres (zanate *versus* pájaro bobo).

- La baja densidad de las poblaciones aisladas lleva al entrecruzamiento entre individuos emparentados y, subsecuentemente, a la extinción, como resultado negativo de la pérdida de diversidad genética (caso de los pumas en Florida).

La pérdida del hábitat es la razón más importante por la que muchos animales se encuentran en peligro de extinción o en alguna otra categoría de amenaza. La gran mayoría de las actividades humanas pueden causar la pérdida del hábitat. La construcción de complejos habitacionales, complejos turísticos, centros comerciales, carreteras, puentes, etc., a menudo obligan a los animales a abandonar su hábitat, con la consecuencia de invadir otros lugares y su forzosa adaptación, la cual, en ocasiones, afecta la población de la especie.

La construcción de presas para la producción de energía, o la construcción de acueductos para las zonas de riego y el abasto de agua para las ciudades, es una amenaza para el hábitat de toda la flora y la fauna que dependen de ese cuerpo de agua. Las actividades que conciernen a la industria maderera (tala y aserraderos) y minera también pueden destruir los hábitats de la fauna y la flora. De igual manera, la propagación de plantas invasoras puede poner en peligro el suministro de alimentos y el cobijo de los animales nativos (Díaz y Escárcega, 2009).

Snuder *et al.* (1991) y Bustamante y Grez (1995) señalan que la fragmentación, además de que puede ocasionar la extinción local o regional de especies, genera pérdida de los recursos genéticos, aumento en la ocurrencia de plagas, disminución en la polinización de cultivos, alteración de los procesos de formación y mantenimiento de suelos (erosión), disminución en la recarga de los mantos acuíferos y alteración de los ciclos biogeoquímicos, entre otros procesos que generan el deterioro ambiental (figuras 14 y 15).



Figura 14. Causas de la reducción y la extinción de especies. Fuente: <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=135672>

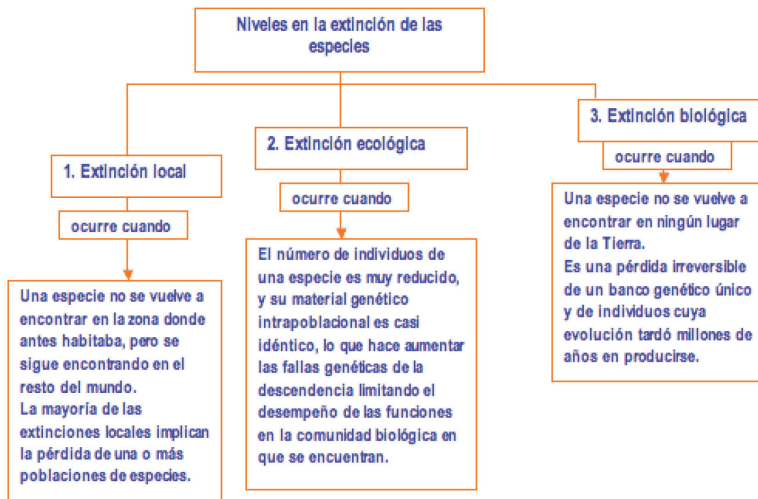


Figura 15. Niveles de extinción de las especies. Fuente: <http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=135672>

Características de ecosistemas fragmentados

Saunders *et al.* (1990) señalan que la fragmentación del paisaje produce un conjunto de parches de vegetación remanente rodeados por una matriz de vegetación distinta o de uso de la tierra. Los efectos primarios de esta fragmentación se reflejan en las alteraciones microclimáticas dentro y alrededor del remanente (parche), y el otro efecto es el aislamiento de cada área con respecto a otras áreas remanentes dentro del paisaje.

Es decir, que en cualquier tipo de paisaje fragmentado se presentaran cambios o alteraciones tanto en el ambiente físico (microclima) como en el biogeográfico (ubicación y comunicación o no entre los parches), lo que repercute en los organismos. Los diferentes niveles de fragmentación demuestran que aún no se ha considerado la mediación entre el grado de intervención y su efecto, por lo que la conservación de los recursos naturales postula modelos o técnicas a desarrollar para resolver la situación actual.

Proceso de fragmentación de la laguna Barra de Navidad

(A partir del desarrollo de infraestructura turística Whyndam Grand Resort Isla Navidad, antes Gran Bey).

Las siguientes imágenes de la laguna de Barra de Navidad nos narran de manera cronológica el deterioro que ha venido padeciendo este cuerpo de agua, tanto en el interior como en gran parte de su rivera,

sometido a varias modificaciones desde 1970 a la fecha y cuyo proceso de fragmentación, causado por las diversas obras, principalmente de infraestructura turística, ha venido modificando y deteriorando el paisaje (figura 16).



Figura 16. Bahía Navidad-Laguna Barra de Navidad (1970). Fuente: Ramiro Flores Vargas.

En la época de los años setenta se puede observar que el complejo lagunar presentaba aún sus características naturales, así como la apertura de la boca que abría durante época de lluvias; no existían obras alrededor de este complejo, únicamente predominaban tierras utilizadas para la agricultura; asimismo cerca de unos 800 m al norte, bordeando la zona de playa, se ubica la laguna del Tule, una laguna 100% de agua dulce que alguna vez tuvo un interesante atractivo paisajístico y constituía una fuente importante de alimento (pesca de peces y crustáceos) para los lugareños. Sin embargo, actualmente se considera un foco de infección, se encuentra completamente azolvada por la construcción, principalmente de viviendas, y está altamente contaminada por el exce-

so de aguas negras que se vierten directamente al cuerpo de agua por la mancha urbana (figuras 17 y 18).

Para los años ochenta la laguna de Barra de Navidad se convierte en tres fragmentos (islas) aún cubiertas por mangle, principalmente de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) y *Laguncularia racemosa* (mangle blanco); al término de la década, son más que evidentes los trazos de caminos y levantamiento de obras, como la construcción del malecón y la presencia del espigón, cuya finalidad era evitar el cierre de la boca o barra de arena de la laguna, así como la desaparición por completo de la cobertura de manglar en uno de los fragmentos o islas (figura 19).

Sin embargo, no es hasta la década de los noventa, específicamente en 1994 y 1995, cuando se agudiza aún más dicho cuerpo, se presenta una total fragmentación y transformación del interior de la laguna por la construcción del hotel Gran Bey (actualmente conocido como Whyndam Grand Resort Isla Navidad), y se da la pérdida completa de la cobertura de manglar en ambos fragmentos, el de la región sur de la laguna debido a la construcción de la marina, y la de la norte para la ampliación del malecón y el estacionamiento; hacia la parte noreste se amplía el espigón que más tarde funcionaría como un embudo que vendría a modificar la dinámica de las corrientes y provocaría de manera progresiva el azolvamiento del cuerpo, lo que trajo como consecuencia una reducción considerable en la profundidad de ciertas áreas de la laguna, situación que prevalece hasta nuestros días a pesar de que la gran obra concluye a finales de 1995 (figura 20). El llamado Wyndham Grand Resort Isla Navidad se encuentra situado al sur de Puerto Vallarta, Jalisco, y al norte de Manzanillo, Colima, a 45 minutos del aeropuerto. Dicho complejo cuenta con 199 habitaciones establecidas en diez plantas y entre zonas aisladas; dispone de un campo de golf de 27 hoyos, con espectaculares vistas a las majestuosas montañas y al océano Pacífico y clasificado como uno de los mejores campos en el país. Cuenta con cuatro restaurantes de corte internacional, una marina privada, tres piscinas con toboganes y dos jacuzzis al aire libre, así como doce salas de reuniones de 6,000 m² que albergan hasta 700 invitados.



Figura 17. Vista desde distintos ángulos del área de la boca de la laguna de Barra de Navidad antes de su modificación a mediados de 1970. Fuente: Ramiro Flores Vargas.



Figura 18. Construcción del área de varaderos y atracaderos en la boca de la laguna Barra de Navidad-Bahía Navidad (inicio de la modificación del área finales de los setenta). Fuente: Ramiro Flores Vargas.



Figura 19. Transformación de la boca de la laguna de Barra de Navidad en marina y ampliación del proyecto (inicio de la etapa de azolvamiento del sistema durante la década de los ochenta). Fuente: Ramiro Flores Vargas.



Figura 20. Avances de la construcción del hotel y aumento del azolvamiento de la laguna de Barra de Navidad durante 1995. Fuente: Ramiro Flores Vargas.

Hábitats fragmentados a escala mundial

La superficie de los ecosistemas relativamente no perturbados se redujo extraordinariamente en las últimas décadas a medida que aumentaba la población y el consumo de los recursos. Como ejemplo se puede

mencionar que el 98% de los bosques tropicales secos de la costa del Pacífico centroamericano han desaparecido. Tailandia perdió el 32% de sus manglares entre 1961 y 1985, y prácticamente ninguna parte del resto está exenta de perturbaciones. En los ecosistemas de agua dulce, las presas han destruido grandes sectores del hábitat de los ríos y arroyos. En los ecosistemas marítimos, el desarrollo costero ha eliminado comunidades de los arrecifes y comunidades próximas a las costas. En los bosques tropicales, una de las principales causas de su deterioro es la expansión de la agricultura marginal, aunque en determinadas regiones la producción comercial de madera puede causar un problema mayor todavía (Morlans, 2005).

Desde hace unos veinte años algunos biólogos conservacionistas han visto en la teoría *Biogeografía de islas* el medio para comprender y predecir el fenómeno de la extinción, ya que los refugios de hábitats naturales rodeados por un mar de ambientes humanos alterados se comportan como islas para las especies (Morlans, 2005).

La Unión Mundial para la Naturaleza (World Conservation Union), también conocida como International Union for the Conservation of Nature (IUCN), creada en 1963, es el inventario más completo y reconocido mundialmente sobre el estado de amenaza de las especies, esta es actualizada anualmente y analizada con profundidad cada cuatro o cinco años, y cuenta con una red de más de 8,000 especialistas de todo el mundo que trabajan para la conservación de especies a escala mundial. En ella se advierte que en el planeta Tierra hay 15,589 animales vertebrados e invertebrados, vegetales y hongos que están en peligro de extinción. Sin embargo, subraya que estos datos están subestimados respecto de las especies amenazadas, dado que apenas representan menos del 3% de los 1.9 millones de especies descritas que hay en el mundo.

Sobresale que, entre los mayores grupos de especies, el porcentaje de amenazadas se encuentra en un rango que va del 12% al 52%. Identifica que el 12% de las especies de pájaros está amenazado, el 23% de los mamíferos y el 32% de los anfibios. Los siguen algunos reptiles, tortugas carey, tiburones y rayas.

De acuerdo con la última versión de la *Lista Roja de la UICN* (2007), existen 41,415 especies, de las cuales 16,306 están consideradas como amenazadas de extinción, contra las 16,118 que lo estaban en 2006. El número total de especies extintas ha llegado a 785, y otras 65 solo se encuentran bajo cautiverio o cultivo. Esto indica que, a escala mundial, uno de cada cuatro mamíferos, una de cada ocho aves, un tercio de todos los anfibios y el 70% de las plantas que han sido evaluadas en la *Lista Roja 2007 de la UICN* están enfrentando un riesgo de extinción extremadamente alto en un futuro cercano. Esta lista considera que el peligro de extinción actual es de 1,000 a 10,000 veces superior a la que ocurriría naturalmente sin la intervención de la civilización humana.

El citado documento subraya que la pérdida de la diversidad biológica es una de las crisis más apremiantes del mundo, y la preocupación sobre el estado de los recursos biológicos de los cuales depende significativamente la vida humana está aumentando.

Morlans (2005, 2014) señala que, si se tuvieran en cuenta las densidades conocidas de ciertas especies de mamíferos y aves, las acciones de preservación se aplicarían con mayor eficacia. Tenemos, por ejemplo, que, en el caso del puerco del monte (*Tayassu pecari*), cuya densidad es de dos individuos por km², para mantener una población viable a corto plazo se necesitarían 25 km², o 2,500 ha; en el caso del águila arpía, cuya densidad es de 0.008 individuos por km², se necesitarían 625,000 ha.

Algunos estudios sobre la fragmentación y sus efectos

El estudio a largo plazo de los efectos de la fragmentación del hábitat en un mismo territorio tiene dos ventajas: facilita la comprensión de procesos no siempre evidentes en aproximaciones puntuales, y permite incorporar con rapidez nuevas ideas y metodologías en un laboratorio natural bien conocido (Tellería *et al.*, 2001).

Desde hace algunos años se llevan a cabo numerosos estudios sobre el tema de fragmentación y uso de las tierras en países como Brasil, Perú, Chile, Colombia, Costa Rica y México, entre otros. Cuyo enfoque se basa primordialmente en la determinación de la tasa de deforestación y fragmentación de bosques.

Algunos estudios señalan en materia de deforestación como el de Dirzo *et al.* (1992) que la sierra de Los Tuxtlas en México, durante un periodo de veinte años, encontraron que la dinámica de deforestación durante los años de 1967, 1976 y 1986 solo se encontró vegetación natural remanente, cada vez más restringida hacia los sectores más inaccesibles de la sierra. Y que: 1) en los casi veinte años que comprendió el estudio, la vegetación se redujo en un 56%, y 2) hasta los inicios de 1986, aproximadamente, el 48% de la selva original se había perdido; las tasas anuales de deforestación fueron estimadas en un 4.2% para 1967-1976 y 4.3% de 1976-1986, lo que ha determinado que unas zonas del área protegida no cuenten con franjas de amortiguamiento, pues los potreros están ya en contacto directo con los bordes de la reserva. Si estas tendencias se mantienen para el año 2000 quedará solamente el 8.7% de la selva original, la cual se reducirá a pequeños fragmentos en forma de archipiélagos. Por tanto, es urgente la protección y preservación de estos remanentes, pequeños pero de gran riqueza, como foco de inóculo biológico potencial para la futura restauración ecológica de estas florestas, que constituyen el límite más boreal de distribución de la selva tropical lluviosa en el continente americano.

Fahring y Gray (1994) argumentan que, para la conservación de las poblaciones fragmentadas, la estructura espacial (relación espacial entre parches del hábitat y la matriz en la cual están incluidos) del paisaje es de suma importancia para la comprensión de los efectos de la fragmentación sobre la supervivencia de las poblaciones. En su trabajo demuestran que las extinciones locales de poblaciones fragmentadas son comunes, de lo que deducen que la recolonización de extinciones locales es crítica para la supervivencia regional de las poblaciones fragmentadas. La probabilidad de recolonización depende de:

- 1) relaciones espaciales entre los elementos del paisaje usado por las poblaciones,
- 2) características de dispersión del organismo en cuestión y
- 3) cambios temporales en la estructura del paisaje.

Estos factores son de primordial importancia y deben ser considerados explícitamente en las decisiones de manejo para las especies en peligro de extinción, las cuales están típicamente restringidas en su rango de dispersión y en los tipos de hábitats a través de los cuales se dispersan.

Asimismo, Burkey (1995) analiza la tasa de extinción en archipiélagos y las implicaciones para las poblaciones en hábitats fragmentados. Este autor pretende demostrar que en las zonas que presentan una fragmentación más rápida aumenta la probabilidad de extinción de una especie, Y llega a la mayoría de las conclusiones a las que ha llegado gran parte de la teoría clásica de la geografía de islas (MacArthur y Wilson, 1967). Hace una fuerte crítica a la pérdida del hábitat y la fragmentación antropogénica, como una grave amenaza para la biodiversidad mundial, aun cuando existen numerosas razones por las cuales hay estimaciones de cómo la fragmentación acelera la pérdida de especies y, sin embargo, puede ser también un factor conservador de algunas de ellas.

Por otro lado, Holt *et al.* (1995) analizan la dinámica de la vegetación en un paisaje fragmentado experimental respecto de tres escenarios distintos:

1. *Parches "Null"*, cuando la agregación de especies no presenta influencia significativa de la sucesión de la comunidad, los estados de todas las especies que se presentan durante la secuencia sucesional se presenta por factores externos. Este tipo de parches es rico en especies y es independiente de su tamaño, con poblaciones bajas en número, pero no vulnerables a extinciones en parches pequeños.
2. *Parches integrados*; se presentan cuando ocurre un disturbio en la vegetación, las poblaciones declinan mientras más alejadas se en-

cuentren de las áreas que proveen especies (esta colonización es una limitante en los factores de sucesión).

3. *Parches expuestos a la luz solar*; la colonización proviene de factores externos, donde los parches con mayor luz solar tienden a presentar mayor cantidad de vegetación secundaria; sin embargo estas especies pueden ser desplazadas por especies locales. Los autores concluyen que, cuando se presenta un parche expuesto a la luz solar, o un parche integral, su regeneración depende de los atributos de las especies que pudieran colonizarlo, de las distancias a las cuales se encuentre el lugar que pudiera proveer de semillas o especies pioneras, y de los factores ambientales que pudieran ocasionar un deceso en las poblaciones.

Por su parte, Terborgh *et al.* (1996) prueban la hipótesis de no equilibrio en comunidades de árboles tropicales en la llanura de inundación del río Manu, en el sureste de Perú. El objetivo de estos autores objetivo fue probar si la fase de madurez de los bosques inundables de la cuenca baja del río Manu “vuelve a su anterior composición” después de una perturbación mayor. Ellos señalan que el modelo de no equilibrio específica que la composición de una comunidad de árboles tropicales está sujeta a errores de muestreo al azar porque se deriva a través del tiempo a un ritmo inversamente proporcional al tamaño de la población en estudio. Concluyen que, para la aplicación de los modelos biológicos, un problema es la diversidad del bosque tropical.

En cambio, Salinas *et al.* (1998) abordan el tema de la deforestación y fragmentación de bosques por medio de la ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable.

Por su parte, Clark *et al.* (1999) abordan el tema sobre factores edáficos y la escala de paisaje en la distribución de los árboles del bosque tropical lluvioso de la selva de las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica, con la finalidad de obtener respuestas fundamentales para la comprensión de cómo están los paisajes de bosque tropical y cómo pueden mantenerse en el futuro. Para ello señalan que, si las especies

de árboles no aleatorias se distribuyen entre distintos tipos edáficos del parche, y los diferentes tipos de parches se mezclan sobre el paisaje, bajo ciertas condiciones, este podría llevar a números más elevados de especies en escala regional. Sugieren que el 30% de las especies mostraron ser edafológicamente sesgadas, este estudio es una subestimación del verdadero grado de sesgo de la distribución edafológica relacionada. Y plantean que, para evaluar esta hipótesis, se requerirá un muestreo de la vegetación a meso escala combinado con análisis cuantitativos de suelos a la misma escala en una variedad de bosque tropical lluvioso. Si sesgos edáficos de distribución muestran ser comunes, ello sugiere que los procesos edáficos ligados al reclutamiento son semejantes o comunes.

Por otro lado, Toval Herrera (2003) lleva a cabo un análisis sobre la fragmentación del bosque tropical seco, y señala que es el tipo de hábitat que se encuentra en mayor peligro en Centro América, pues actualmente se encuentra reducido al 1% de su magnitud original, situación que se atribuye principalmente al desarrollo de actividades agropecuarias y al avance de la frontera agrícola.

Así, pues, en Bolivia se analiza el cambio de cobertura y fragmentación del hábitat para la identificación de áreas prioritarias de investigación biológica. Se indica que el área de estudio presenta una fuerte fragmentación en 36.9 ha (73.57%), pero que, sin embargo, en las zonas más altas el grado de fragmentación disminuye a la escala de moderada, y abarca una extensión de 11.9 ha, en tanto que en las zonas aledañas a centros poblados se obtuvieron los valores más altos de fragmentación (www.umss.edu.bo/epub/earts/60).

Con respecto al grado de fragmentación en la vegetación de manglar, Ruíz-Luna *et al.* (2009) determinan por medio de indicadores cualitativos y cuantitativos la distribución y la extensión de los manglares del noroeste de México. A través de imágenes Landsat MSS de 1973 y TM del 2005, del que se deriva el índice de vegetación de diferencias normalizadas (NDVI) y diversas métricas del paisaje, para conocer la condición vegetal, el grado de fragmentación del manglar y definir un

sistema de puntaje para valorar la condición ambiental de estos ecosistemas. Estos autores determinan que, de 1973 a 2005, existe un incremento marginal de la extensión de manglares, y atribuyen la diferencia a subestimación de esta cobertura, debido a la menor resolución espacial de las imágenes MSS. Ellos indican que, aunque Nayarit fue el estado con mayor cobertura en 1973, presentó la mayor pérdida de superficie en el periodo de estudio (aproximadamente 9,000 ha), dejando a Sinaloa como el estado con mayor extensión en 2005. Respecto al NDVI, que es un indicador de la condición de la vegetación, los valores más altos en promedio se localizaron en Sinaloa. Los autores citados señalan que las métricas del paisaje indican que existe una tendencia a la fragmentación de la cobertura de manglar, posiblemente en un proceso inicial. Sobre la base de la jerarquización de los indicadores de condición ambiental, infieren que los sistemas lagunares que requieren mayor atención corresponden a estero Sargento- bahía Kino y bahía Agiabampo, en Sonora, Ohuira y Topolobampo, en Sinaloa, y los sistemas de manglar de Nayarit en general.

Martínez *et al.* (2011) señalan que los pocos estudios desarrollados hasta el momento, sobre la calidad del hábitat de los fragmentos de bosque y el tipo de matriz que los rodea, y no su tamaño y grado de aislamiento, son determinantes de la riqueza, distribución, vitalidad, fertilidad, abundancia y diversidad genética de las especies y comunidades de líquenes que crecen sobre los árboles. Los resultados sugieren que quizás las poblaciones de especies liquénicas todavía no estén respondiendo con pérdidas de diversidad genética o cambios en abundancia de los individuos a los cambios en la configuración del paisaje en que habitan, y que necesitaremos más tiempo para poder ver una respuesta.

En lo que respecta a los efectos directos de la fragmentación del bosque tropical caducifolio sobre la estructura poblacional y el éxito reproductivo de dos árboles nativos del *Bursera fagaroides* y *Bursera palmeri*, Ponce González (2014) señala que los resultados obtenidos sobre el Índice de Área de Plantas (IAP) sugieren que, en general, los

fragmentos presentan un dosel abierto y de baja densidad, el cual no influyó sobre la estructura poblacional de las especies. El uso actual de los fragmentos (ganadería de temporal) no afectó la compactación del suelo, tanto en el borde como en el interior de los fragmentos. La fragmentación del bosque tropical caducifolio (BTC) afecta el tamaño de los árboles adultos y el establecimiento de individuos de *B. fagaroides* y *B. palmeri*; sin embargo, los árboles en el borde presentaron la misma capacidad reproductiva que árboles del interior de los fragmentos. Por ello recomienda ampliamente el uso de ambas especies en futuros proyectos de restauración o reforestación, al menos para la región de El Bajío, en Querétaro.

En lo que respecta a estudios sobre la fragmentación y su efecto sobre grupos animales, es importante señalar que se ha trabajado particularmente con el grupo de las aves y, en alguna medida, con mamíferos, reptiles (lagartijas) e invertebrados.

Algunos autores señalan que la relación especies-área indica que grandes áreas (parches) contienen más individuos y finalmente más especies que las áreas pequeñas; esta relación ha sido abordada en diversos estudios de fragmentación (Connor y McCoy, 1979; Coleman *et al.*, 1982; Boecklen, 1986).

Así encontramos que Saunders (1990) señala que la riqueza y las densidades de especies nativas pueden ser afectadas por el tamaño del fragmento, lo que significa que en los fragmentos pequeños las especies no se encuentran, o presentan bajas densidades.

Esa situación es observada por Herkert (1994), quien indica que la distribución de las aves entre fragmentos estuvo significativamente influida por la extensión del hábitat, y en menor medida, pero significativamente, influida solo por la estructura de la vegetación. Asimismo, Root (1967), MacClintock *et al.* (1977) y Karr (1982) señalan que, para especies que requieren más de un tipo de hábitat, la fragmentación puede dificultar, y en algunos casos impedir, su movimiento entre estos.

Por su parte, Schieck *et al.* (1995) analizan el efecto del tamaño de parches remanentes sobre las aves en bosques primarios de montaña

en la isla de Vancouver, Canadá. Para ello se muestreó una diversidad de parches de numerosos tamaños en los que se evaluó la riqueza y la abundancia de las especies de aves, las que fueron mayores en el centro de los parches pequeños que en el centro de los parches grandes. Sin embargo, los autores citados no encontraron relación alguna entre el tamaño del parche y la riqueza o abundancia de las especies, principalmente de aquellas con nidos abiertos en forma de taza y nidos en cavidades. Ellos concluyen que, luego de la alteración o fragmentación del hábitat, la competencia, el parasitismo y la depredación de las especies que viven en nuevos hábitats pueden reducir la supervivencia y el éxito reproductivo de las especies que viven en sus hábitats originales.

Estudios recientes en Buenos Aires, Argentina, evalúan la relación que existe entre la abundancia del cardenal común (*Paroaria coronata*) y las características del bosque de rodal. Estos estudios indican que la abundancia de cardenales estuvo negativamente asociada a la distancia entre parches del bosque, y positivamente asociada con el ancho de la copa de los árboles, que los de mayor tamaño pueden ofrecer mayor ocultamiento y mejores sitios de anidación y alimentación, en tanto la menor distancia entre los parches puede facilitar la dispersión y ofrecer corredores que les permitan acceder a nuevos sitios de alimentación y reproducción. Concluyen que la conservación de bosques con estas características puede contribuir a conservar las poblaciones naturales de esta especie, y que los procesos de fragmentación y degradación de la tala podrían poner en riesgo su permanencia (Segura *et al.*, 2014).

En lo que respecta a mamíferos, Difendorfer *et al.* (1995) estudiaron los patrones de movimiento de pequeñas especies de mamíferos: ratas cación (*Sigmodon hispidus*), ratón ciervo (*Peromyscus maniculatus*) y ratones de campo (*Microtus ochrogaster*) en un paisaje fragmentado en el este de Kansas; durante un largo lapso de tiempo determinaron que tanto el tamaño de parches como su configuración influyen en el tipo y el patrón de sucesión de varios tipos de plantas y las comunidades de los consumidores. Por ello desarrollan una hipótesis que pretende explicar la distribución de las especies entre los tamaños de cada parche, conside-

rando además el tamaño del cuerpo de dichas especies. De modo que especies de mayor tamaño presentaron mayores densidades en los parches grandes, especies de tamaño medio presentaron densidades mayores en los parches de tamaño mediano y las especies de cuerpo pequeño fueron más abundantes en parches pequeños. La diferencia entre las especies respecto del tamaño predice cómo la fragmentación afecta a una especie. La generalización de los efectos de la fragmentación del hábitat entre las especies puede ser posible solo si entendemos cómo las especies difieren en la escala en que utilizan el paisaje.

Por su parte, McCoy *et al.* (1999) señalan que los fragmentos de matorrales más grandes de la Florida no necesariamente poseen un mayor valor de conservación para los vertebrados que los grupos de fragmentos más pequeños; es decir, se trata de determinar si las abundancias de las especies de vertebrados tienden a disminuir con la reducción del tamaño del matorral. Una vez terminado el estudio concluyen que, cuando un hábitat ha disminuido en forma tan precipitada, como es el caso del matorral, los fragmentos verdaderamente grandes son, en el mejor de los casos, extremadamente raros, y que ante esta situación los fragmentos más pequeños tienden a ser los de valor considerable.

En tanto, en Colombia, Bustos y Chacón (1999) tomaron como referencia las hormigas, con el fin de implementar un método de diagnóstico rápido y confiable del estado de perturbación o fragmentación de su hábitat. Determinaron que las hormigas pueden ser indicadores útiles en la planificación del uso de la tierra y el manejo de hábitats. Este estudio muestra la importancia de las investigaciones sobre la perturbación antropogénica dentro de los ecosistemas.

Segnini (2003) analiza los diferentes enfoques que han contribuido al desarrollo conceptual y metodológico, y el uso de los macroinvertebrados como indicadores de la condición ecológica de los ríos. El autor señala que la bioindicación (especies indicadoras) se orientó hacia la comparación de las condiciones biológicas de sitios poco intervenidos con las de sitios impactados. Actualmente son dos los métodos que

presentan este enfoque: en uno se desarrollan índices que miden la condición biológica reuniendo varios atributos de la comunidad en una única medida que se usa para comparar sitios degradados con sitios poco intervenidos. El otro método es el de los modelos de predicción, que usa la estadística multivariada para comparar la composición de la comunidad entre los sitios impactados y los de referencia.

Referente a reptiles, específicamente en lagartijas, Téllez (2005) indica que las densidades de las diferentes especies de lagartijas registradas a lo largo del gradiente de la fragmentación de borde del bosque tropical subcaducifolio de la costa norte de Jalisco presentaron una tendencia de incremento hacia los hábitats más transformados. Asimismo, señala cambios en la diversidad temporal de la comunidad en los distintos hábitats, en matorral y pastizal cuya diversidad es alta en temporada seca cálida y baja en temporada húmeda.

Pérdida del hábitat

La pérdida del hábitat es la razón más importante de la extinción de las especies en los últimos tiempos: al disminuir el hábitat, se ve afectada su distribución del hábitat restante por una falta de continuidad (áreas agrícolas, construcciones, represas, caminos, etcétera). Ello produce finalmente la fragmentación del hábitat original, que ahora existe como parches fragmentados. Esto significa que una población que vive en un hábitat original se ve reducida a un tamaño más pequeño, lo que a su vez significa que son divididos en poblaciones múltiples (Morlans, 2005; 2014).

Parches (fragmento, parcelas o manchas)

Los parches son áreas que difieren del hábitat original por ser de menor tamaño, por estar aislados en mayor o menor grado y por tener efectos de borde. Son diferentes a la matriz que los rodea (figura 22). Algunos ejemplos son los claros de los paisajes forestados, las tierras pantanosas, las áreas de pastizales y los lugares rocosos. Los fragmentos o parches son lo suficientemente grandes para ser sistemas que se autosostienen y que contienen amplias fuentes para atraer y sostener la vida silvestre. El tamaño puede extenderse desde unos cientos de metros cuadrados donde se mantienen ciertas especies, hasta cientos de kilómetros cuadrados. Sin embargo, a medida que se achican los parches por la fragmentación (construcciones), las oportunidades de entrada y salida de la vida silvestre son eliminadas; dichos fragmentos

pueden volverse no viables y perder gradualmente su habilidad para sostener la vida (Morlans, 2005; 2014).

Formas y tamaños de parches

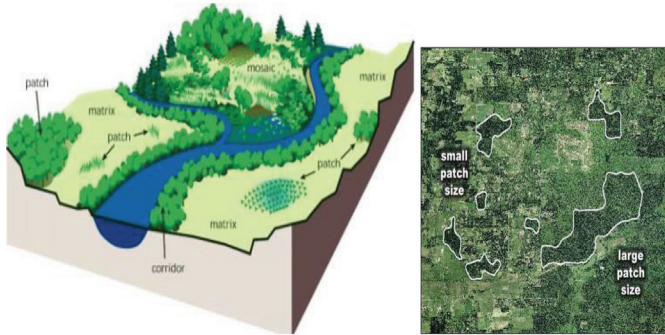


Figura 21. Distintas formas y tamaños de parches. Fuente: <http://ag.arizona.edu/extension/riparian/chap5/p3.html>

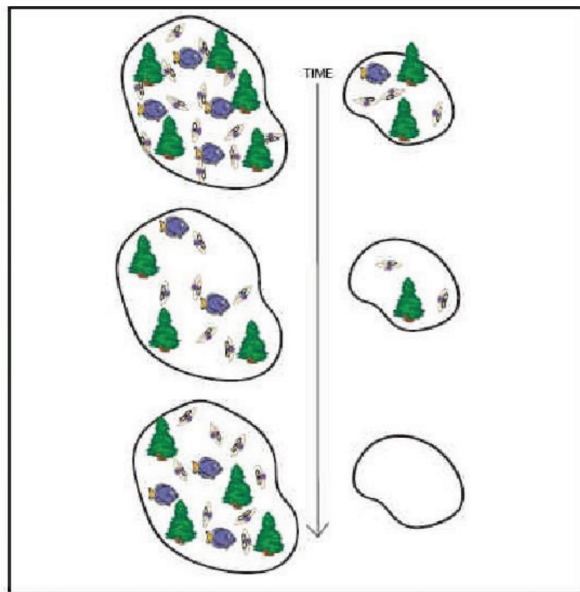


Figura 22. Unidades basicas en ecología del paisaje y formas y tamaños de los parches. Fuente: <http://depassoarte.blogspot.mx/p/libros-revistas-articulo.html>

Tamaño del parche y la extinción

Existe una probabilidad del aumento de extinciones de especies de una población local con el tamaño (disminución) del parche. Un parche grande generalmente sostiene una población grande, en tanto los parches pequeños solo pueden albergar pequeñas poblaciones (plantas y animales), las cuales son más susceptibles a la extinción (Environmental Law Institute, 2003).

Las especies animales de mayor movilidad (aves y mamíferos) pueden hacer uso de varios fragmentos, mientras que las de movimiento limitado tienen que arreglárselas con un único fragmento (figura 23) (Environmental Law Institute, 2003).

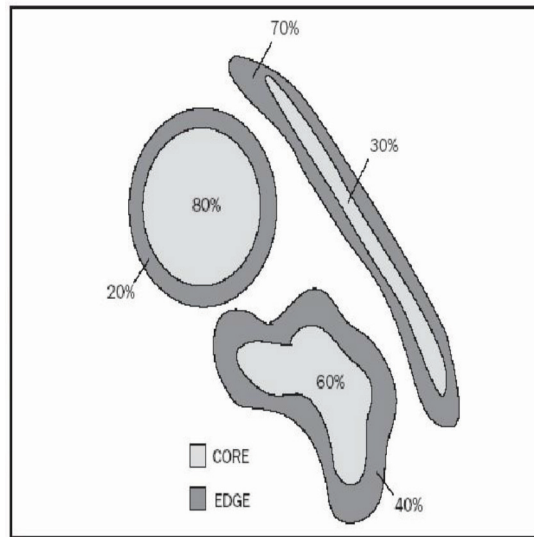


La probabilidad de extinción de la población de una especie aumenta al disminuir el tamaño del parche de un hábitat. Un parche grande por lo general soporta una población mayor de cierta especie que un parche pequeño, lo cual hace menos probable una extinción local de la especie. Modificada de Dramsted et al. (1996), Landscape Ecology Principles en Landscape Architecture and Land-Use Planning.

Figura 23. Tamaños de parches y la extinción local. Fuente: Environmental Law Institute, 2003.

Forma y borde del parche

La forma del parche origina que se dé una relación entre el borde y el interior de él. De forma que un parche más enrollado, más irregular o lineal tendrá un borde más amplio, lo que permite el aumento del número de especies en este y una disminución del número de especies en el interior (figura 24) (Environmental Law Institute, 2003).



El grosor del borde interior de un parche se ve afectado por la misma forma del parche; un parche entre más irregular, enrollado o lineal tendrá un borde más amplio aumentando así el número de especies del borde y disminuyendo así el número de especies del interior.

Figura 24. Diferentes formas y bordes en los parches. Fuente: Environmental Law Institute, 2003.

Borde

Conocidos comúnmente como *orillas* y definidos como “fronteras comunes entre los elementos de diferente composición y la estructura de

un paisaje”, los bordes pueden actuar como límites entre fragmentos distintos o como hábitats importantes. O bien es el límite de un parche, al cual se ha concebido como un hábitat distinto (membrana semi-permeable) entre dos áreas que concentran recursos diferentes, como una zona de amortiguamiento contra la propagación de perturbaciones (Williams, 1991).



Figura 25. Distintas formas de parches y bordes. Fuente: <http://mesanantonio.blogspot.mx/>

Un borde puede actuar como un límite para resistir invasores (químicos o biológicos). Las construcciones extensas que fragmentan la matriz crean una gran cantidad de hábitats de borde, que pueden tener este efecto sobre ciertas especies, aislándolas del hábitat mayor y de su población. Por otro lado, estos mismos pueden también ser lugares muy ricos para localizar organismos, y a menudo existe mayor abundancia y diversidad de especies y fuentes dentro de los hábitats de borde, fenómeno conocido como “efecto de borde”. Los ecólogos

reconocen que el borde presenta un tercer sistema (ecotono), más complejo, que combina elementos de dos o más sistemas adyacentes; en esta frontera común coexisten especies de ambos sistemas (figura 26).

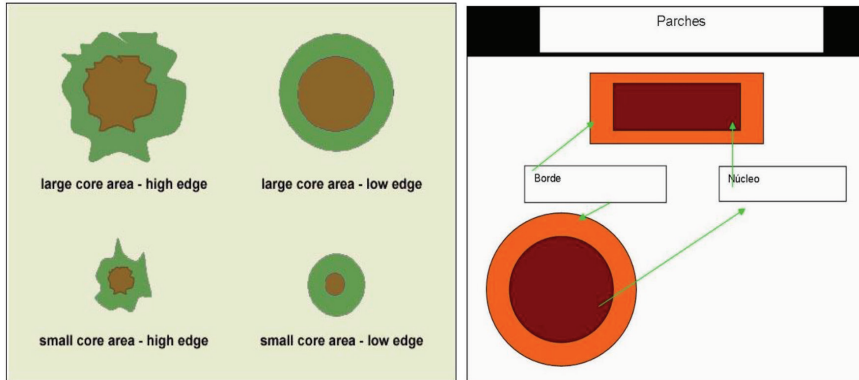


Figura 26. Tipos de bordes “zona de amortiguamiento contra la propagación de una perturbación”. Fuente: www.biodiversitypartners.org/habconser/cnd/prinaples.shtml (Fuente: María Cristina Morláns).

Efecto de borde

Williams (1991) indica que la extensión de los bordes ha aumentado sustancialmente, y que se puede definir el borde como la zona de contacto entre dos comunidades estructuralmente diferentes, las que pueden ser un bosque y un campo de trigo, un bosque y una plantación, etcétera.

Murcia (1995) señala que el aumento de la extensión de los bordes es un motivo de preocupación por parte de los investigadores del mundo entero; sin embargo, los resultados de muchos estudios relacionados con los efectos que pueden tener los bordes sobre la ecología han sido todavía incapaces de dibujar patrones claramente generales aplicables en el mundo. No obstante, Fahrig (2003) explica tres tipos de efecto del borde sobre los fragmentos:

Efectos abióticos

Los cambios microclimáticos son los efectos más evidentes de la fragmentación. Las características microclimáticas producen un gradiente ambiental del borde hacia el interior del fragmento: la luminosidad, la evapotranspiración, la temperatura, la velocidad del viento disminuyen, mientras que la humedad del suelo aumenta al interior. Este efecto borde puede en algunos casos penetrar varias decenas de metros hacia el interior del fragmento, y su importancia relativa depende del tamaño del fragmento. Por ejemplo, en un fragmento pequeño el efecto borde es comparativamente más importante que en un fragmento más grande; en este caso, puede llegar a abarcar la totalidad del fragmento.

Efectos biológicos directos

Estos efectos involucran cambios en la abundancia y la distribución de especies, causados directamente por el cambio en las condiciones físicas cercanas al borde y determinados por la tolerancia fisiológica de las especies que se encuentren en dicho sector.

Efectos biológicos indirectos

Estos efectos involucran cambios en la interacción de las especies, tal como aumento en la depredación, parasitismo, competencia, herbivoría, polinización y dispersión de semillas.

Parche pequeño ↑ el efecto del borde
Parche grande ↓ el efecto del borde

Corredores

Los corredores son elementos del paisaje que conectan fragmentos similares o agregados de fragmentos. Generalmente son longitudinales, con forma de franjas angostas, alargadas de forma irregular, cuya función es de protección y comunicación, al unir o separar elementos de una matriz geográfica, y facilitan el flujo de diferentes materiales y organismos de un lugar a otro. Los fragmentos o parcelas conectados por ellos son frecuentemente llamados nodos (figuras 27 y 28). Existen corredores de *origen natural* (redes de drenaje, vías de migración de los animales, o condiciones particulares del sustrato por diferencias litológicas e hidrológicas) y corredores de *origen antrópico*, que están determinados por factores como infraestructura, actividades de transporte, límites de propiedad o áreas de manejo (Morlans, 2005; 2014).

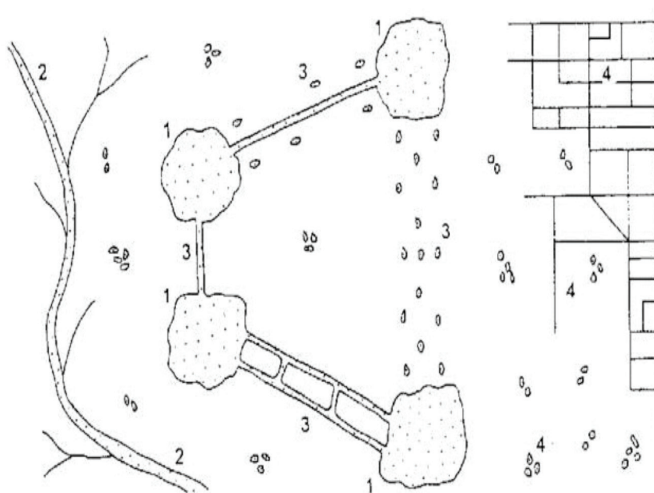
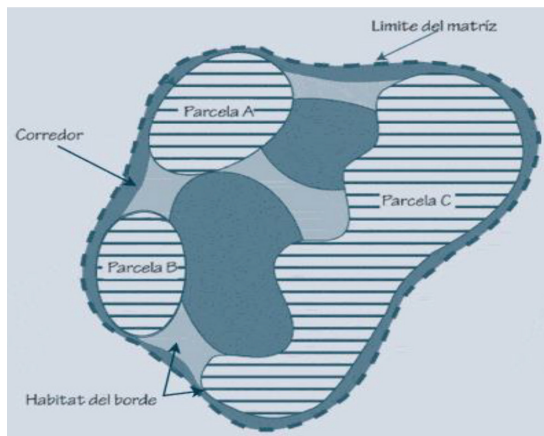
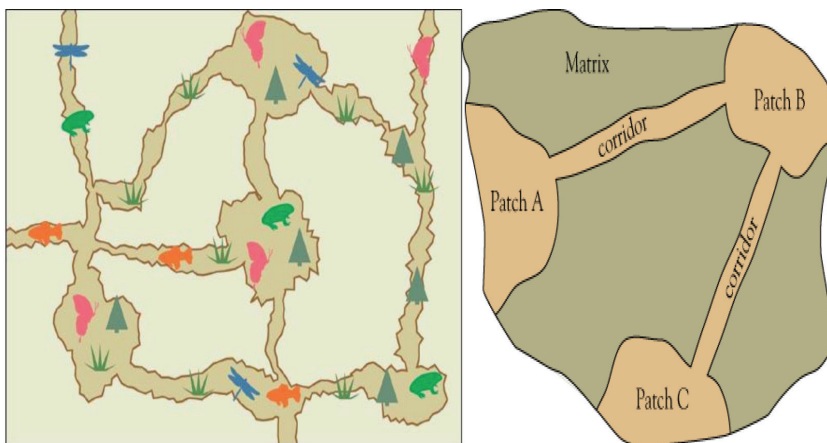


Figura 27. 1. Fragmentos nodos. 2. Corredores hídricos. 3. Corredores continuos. 4. Matriz urbana que contiene la estructura de fragmentos y corredores. Fuente: <http://habitat.aq.upm./boletin/n42/aa-amon.html>

La efectividad de la función conectora de un corredor depende frecuentemente de cuán ancho sea, de cuánto borde existe, y de si hay o no disturbios o quiebras a lo largo de él. Su funcionalidad depende de su homogeneidad y su regularidad del corredor (Morlans, 2005).



Fuente: <http://www.planning.org/planificacion/2/5.htm?print=true>.



Fuente: www.biodiversitypartners.org/habconser/cnd/prinaples.shtml.

Figura 28. Formas y tipos de corredores.



Figura 29. Conectividad a través de los corredores entre los parches o fragmentos naturales de un paisaje. Fuente: lesterblack2.wix.com

Conclusión

La pérdida de la biodiversidad es reconocida como una de las consecuencias más graves del actuar del hombre en su frenética búsqueda de la maximización individualista y de satisfacer sus deseos —por cierto, inagotables—, donde los recursos naturales y sus procesos esenciales no se atienden de forma razonada, de manera tal que se garantice su permanencia y su funcionalidad a largo plazo.

Además, la complejidad misma que se presenta en las interacciones entre los elementos, estructuras y procesos naturales es igual de compleja que el manejo mismo que se debe dar a los recursos naturales, cuando, hoy en día, se pueden observar esfuerzos aislados, resultados parciales y carentes de una visión integral.

Por lo anterior, no resulta extraño concluir que será el manejo integrado de los recursos naturales el origen obligado de una estrategia que involucre las características socioculturales del área y su diversidad biológica, que aliente a respetar la complejidad de los procesos ecológicos, e involucre a la gente en todas las etapas de su implementación y flexibilice las fronteras entre las disciplinas biológicas, agrícolas y sociales.

Lograr lo anterior, más que una responsabilidad social, es el deber de la comunidad, tanto rural como urbana, de los sectores público y privado, de los gobiernos, de los sectores productivos y de los de servicios; es decir: es la esencia de las acciones del ser humano en todas las esferas.

Es impostergable la implementación de una visión integradora desde la administración misma, que reconozca la relevancia ambiental, así como su carácter finito; en muchos casos, es esta consideración ambiental la que provee de certidumbre a la permanencia de proyectos,

obras y servicios que irrealmente dan justificación a la permanencia misma del ser humano.

De continuar la intervención directa del hombre en la naturaleza en su intento por satisfacer sus necesidades vitales, así como sus deseos ilimitados, se seguirá poniendo en riesgo la diversidad biológica y, por ende, el adecuado funcionamiento de los hábitats, los que a su vez son el sustento y la base de múltiples procesos productivos de la economía, así como de numerosos bienes y servicios de gran valía para el bienestar humano.

Bibliografía

- Balí, D. (2006), "Manglares de las ciudades costeras", *Pronatura*, 15, pp. 34-36.
- Boecklen, W. L. (1986), "Effects of Habitat Heterogeneity on Species-Area Relationships of Forest Birds", *Journal of Biogeography*, 13, pp. 59-68.
- Burkey, T. V. (1989), "Extinction in Nature Reserves: The Effect of Fragmentation and the Importance of Migration between Reserve Fragments", *Oikos*, 55, pp. 75-81.
- (1993a), "Edge Effects in Seed and Egg Predation at two Neotropical Rainforest Sites", *Biological Conservation*, 66, pp. 139-143.
- (1993b), "Living Dangerously but Independently, or Safely and Contingently", *Tree*, 8, pp. 302.
- (1995), "Extinction Rates in Archipelagoes. Implications for Populations in Fragmented Habitats", *Conservation Biology*, 9(3), pp. 527-541.
- Bustamante, R. y A. Grez (1995), "Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos", *Ciencia y Ambiente*, 11(2), pp. 58-63.
- Bustos, J. y P. Chacón de Ulloa (1999), "Mimecofauna asociada a dos zonas de perturbación variable en el Parque de los Farallones de Cali", en *Memorias del Primer Simposio de Biología*, Universidad del Valle, Cali-Colombia.
- Clark, D. B.; Palmer, M. W. y D. A. Clark (1999), "Edaphic Factors and the Landscape-Scale Distributions of Tropical Rain Forest Trees", *Ecology*, 80(8), pp. 2526-2538.
- Coleman, B. D.; Mares, M. S.; Willing, M. R y Y. Hsien (1982), "Randomness, Area and Species-Richness", *Ecology*, 63, pp. 1121-1133.
- Connor, E. F. y E. D. McCoy (1979), "The Statistic and Biology of the Species-Area Relationship", *American Naturalist*, 113, pp. 791-833.
- Contreras, E. F. (1993), *Ecosistemas costeros mexicanos*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, pp. 415.
- Cruz Romero, B. (2009), *Diagnóstico ambiental y valoración de los recursos para fines turísticos de los ecosistemas de manglar en la Bahía de Banderas, México*,

- tesis de maestría, Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.
- Daily, G. C. *et al.* (1997), “Ecosystem Services pp. Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems”, *Issues in Ecology*, 2, p. 16.
- Díaz Coutiño, R. y S. Escárcega Castellanos (2009), *Desarrollo sustentable. Oportunidad para la vida*, MacGraw Hill/Interamericana.
- Difendorfer, J. E.; Gaines, M. S. y R. D. Holt (1995), “Habitat Fragmentation and Movements of Three Small Mammals (*Sigmodon*, *Microtus* and *Peromyscus*)”, *Ecology*, 76(3), pp. 827-839.
- Dirzo, R. y M. C. García (1992), “Rates of Deforestation in the Tuxtlas, a Neotropical Area in Southeast Mexico”, *Conservation Biology*, 6(1), pp. 84-90.
- ECONTONO (1996), *Fragmentación y metapoblaciones*, Centro para la Biología de la Conservación, invierno, p. 2.
- Ehrlich, P. R. y A. H. Ehrlich (1991), *Healing the Planet*, New York, Addison Wesley.
- Environmental Law Institute (2003), *Conservation Thresholds for Land use Planners*, Washington.
- Fahring, L. y M. Gray (1994), “Conservation of Fragmented Populations”, *Conservation Biology*, 8(1), pp. 50-59.
- Fahrig, L. (2003), “Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity”, *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 34, pp. 487-515.
- Flores Verdugo, F. (1989), “Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar”, en J. de la Rosa-Vélez y F. González-Farías (ed.), *Temas de oceanografía biológica en México*, Universidad Autónoma de Baja California Sur, 2, pp. 21-56.
- Forman, R. T. T. (1995), *Land Mosaics*, Cambridge, Cambridge University.
- Funes Rodríguez R.; Fernández Álamo, M. A. y R. González Armas (1998), “Larvas de peces recolectadas durante dos eventos El Niño en la costa occidental de Baja California Sur, México. 1958-1959 y 1983-1984”, *Oceánides*, 13(1), pp. 67-75.
- García, D. (2011), “Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats, nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema”, *Ecosistemas*, 20(2-3), pp. 1-10.
- García, R. (2002), *Biología de la conservación, conceptos y prácticas*, Instituto Nacional de la Biodiversidad (INBIO), Costa Rica.
- González Guevara, L. F. y M. C. Navarro Rodríguez (2008), “Ambientes costeros y turismo en Bahía de Banderas”, en J. Orozco Alvarado, P. Núñez Martínez y C. R. Virgen Aguilar (coords.), *Desarrollo turístico y sustenta-*

- bilidad social*, Universidad de Guadalajara/Miguel Ángel Porrúa, librero editor, pp. 189-217.
- Goodman, D. (1987), "Consideration of Stochastic Demography in the Design and Management of Biological Reserves", *Natural Resource Modeling*, 1, pp. 205-234.
- Harris, L. (1984), *The Fragmented Forest. Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity*, Chicago, University of Chicago.
- Herkert, J. R. (1994), "The Effects of Habitat Fragmentation on Midwestern Grassland Bird Communities", *Ecological Applications*, 4 (3), pp. 461-471.
- Holt, R. D. Robinson, G. R. y M. S. Gaines (1995), "Vegetation Dynamics in an Experimentally Fragmented Landscape", *Ecology*, 76(5), pp. 1610-1624.
- Jansen, D. H. (1986), "The Eternal External Threat", en M. F. Soulé (ed.), *Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity*, Sunderland, M. A., Sinauer Associates, pp. 286-303.
- Jordan, C. F. (1998), "Working with Nature", *Resource Management for Sustainability*, The Netherlands, Harwood Academic.
- Karr, J. R. (1982), "Avian Extinction on Barro Colorado Island, Panama. A Reassessment", *Amer. Natur.*, 119, pp. 220-239.
- Maass, J. M. y A. Martínez-Yrizar (1990), "Los ecosistemas. Definición, origen e importancia del concepto", *Ciencias* (número especial), 4, pp. 10-20.
- MacClintock, L.; Whitcomb, R. F. y B. L. Whitcomb (1977), "Island Biogeography and 'Habitat Islands' of Eastern Forest. II. Evidence for the Value of Corridors and Minimization of Isolation in Preservation of Biotic Diversity", *Amer. Birds*, 31, pp. 6-16.
- McCoy, E. D. y H. R. Mushinsky (1999), "Habitat Fragmentation and the Abundances of Vertebrates in the Florida Scrub", *Ecology*, 80(8), pp. 2526-2538.
- Martínez, I.; Belinchón, R.; Otárola, M. G.; Prieto, M. y A. Escudero (2011), "Efectos de la fragmentación de los bosques sobre los líquenes epífitos en la región mediterránea", *Ecosistemas*, 20(2-3), pp. 54-67.
- Morláns, M. C. (2005), *Estructura del paisaje (matriz, parches, bordes, corredores), sus funciones. Fragmentación del hábitat y su efecto de borde*, Catamarca, Argentina, Ed. Científica Universitaria, S. F. del V. Disponible en: (www.editorial.unca.edu.ar/Publicacionesen línea/Ecología/).
- (2014), *Estructura del paisaje*, Colección didáctica de Ecología Agraria-Ecología del Paisaje, Catamarca, Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias. Científica. Disponible en: ([www.editorial.unca.edu.ar/PublicacionesOnline/EcologíaIndex/html\)en línea/Ecología/](http://www.editorial.unca.edu.ar/PublicacionesOnline/EcologíaIndex/html)en línea/Ecología/)).

- Murcia, C. (1995), "Edge Effects in Fragmented Forest. Implications for Conservation", *Tree*, 10 (2), pp. 58-62.
- Navarro-Rodríguez, M. C.; González Guevara, L. F.; Flores-Vargas, R., González Ruelas, M. E. y F. M. Carrillo González (2006), "Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México", *Biología Marina y Oceanografía*, 41(1), pp. 35-43.
- Odum, E. P. (1983), *Basic Ecology*, Philadelphia, Saunders.
- Ponce González, O. (2014), *Efecto de la fragmentación del bosque tropical caducifolio sobre la estructura poblacional y éxito reproductivo de Bursera fagaroides y B. palmeri*, Universidad Autónoma de Querétaro. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/1598>.
- Primack, B. (1998), *Essentials of Conservation Biology*, 2da. ed., Massachusetts, USA, Sinaur Associates.
- Root, R. B. (1967), "The Niche Exploitation Pattern of the Blue-Gray Gnatcatcher", *Ecol. Monogr.*, pp. 317-350.
- Ruiz-Luna, A.; Cerbantes Escobar, A. y C. Berlanga-Robles (2009), "Assessing Distribution Patterns, Extent and Current Condition of Northwest Mexico Mangroves", *Society of Wetlands Scientists*, 30(4), pp. 717-723.
- Salinas, R.; Chávez, E. y J. Middleton (1998), *La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina/ Landscape Ecology as a Tool for Sustainable Development in Latin American*. Disponible en: <http://brocku.ca/epi/lebk//lebk.html>.
- Saunders, D. A. (1990), "Problems of Survival in an Extensively Cultivated Landscape. The Case of Carnsby's Cockatoo *Calyptorhynchus funereus latirostris*", *Conservation Biology*, 54, pp. 277-290.
- Schieck, J.; Lertzman, K.; Nyberg, B. y R. Page (1995), "Effects of Patch Size on Birds in Old-growth Montane Forest", *Conservation Biology*, 9(5), pp. 1072-1084.
- Segnini, S. (2003), "El uso de los macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la condición ecológica de los cuerpos de agua corriente", *Eco-tropicos*, 16(2), pp. 45-63.
- Segura, L. N.; Depino, E. A.; Gandoy, F.; Di Sallo, F. G. y M. F. Arturi (2014), "Distancia entre los parches del bosque y el tamaño de los árboles influye en la abundancia del cardenal común (*Paroaria coronata*) en bosques naturales de Argentina", *Interciencia*, 39(1), pp. 54-59.
- Shaffer, M. (1987), "Minimum Viable Populations pp. Coping with Uncertainty", en M. E. Soulé, (ed.), *Viable Populations for Conservation*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 69-86.

- Snuder, D. A.; Hobbes, R. J. y C. R. Margules (1991), "Biological Consequences of Ecosystem Fragmentation", *Conservation Biology*, 5, pp. 18-23.
- Suárez Morales, E. (1994), "Comunidades zooplanctónicas de las lagunas costeras", en G. de la Lanza Espino y C. Cáceres Martínez (ed.), *Lagunas costeras y el litoral mexicano*, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 247-268.
- Tellería, J. L.; Díaz, J. A.; Pérez-Tris, J. y T. Santos (2011), "Fragmentación de hábitat y biodiversidad en las mesetas Ibéricas. Una perspectiva a largo plazo", *Ecosistemas*, 20 (2-3), pp. 79-90.
- Téllez López, J. (2005), *Fragmentación del borde del bosque tropical subcaducifolio y su efecto sobre la estructura de la comunidad de lagartijas, en la costa norte de Jalisco, México*, tesis doctoral, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Terborgh, R.; Foster, B. y P. Nuñez (1996), "Tropical Tree Communities. A Test of the Nonequilibrium Hypothesis", *Ecology*, 77(2), pp. 561-567.
- Toval, A. H. (2003), "Hacia una silvicultura sostenible en el trópico seco. El caso de la finca Piedra Rala, Nicaragua", *Ecosistemas*, 2203/2. Disponible en: <http://www.aeet.org/ecosistemas/032/informe2.htm>.
- Vitousek, P. M. (1992), "Global Environmental Change. An Introduction", *Annual Review of Ecology and Systematic*, 23, pp. 1-14.
- Wilcox, B. A. y D. D. Murphy (1985), "Conservation Strategy. The Effects of Fragmentation on Extinction", *American Naturalist*, 125, pp. 879-887.
- Williams, G. (1991), "Los bordes de selvas y bosques", *Ciencia y Desarrollo*, 17(97), pp. 65-71.
- www.umss.edu.bo/epub/earts/60.
- <http://ecologia-fca-unca.blogspot.mx/>.

Fragmentación y sus implicaciones
Análisis y reflexión documental
se terminó de imprimir en marzo de 2015
en los talleres de Ediciones de la Noche
Madero #687, col. Centro
Guadalajara, Jalisco.

El tiraje fue de 100 ejemplares.

www.edicionesdelanoche.com

La fragmentación es la pérdida de continuidad de un ecosistema. Produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y comunidades de plantas y animales, tanto en el ambiente físico como en el ecológico, lo que afecta su funcionamiento. Su causa directa son las diversas actividades antropogénicas, ejercidas con la finalidad de abrir tierras de cultivo, crear pastizales para el ganado y construir presas y carreteras, o por el desarrollo urbano. Una vez que comienza, se desencadenan modificaciones en los procesos ecológicos y, como consecuencia, impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua.

La presente obra muestra una panorámica de la fragmentación y sus implicaciones, realizada mediante un ejercicio de integración documental, análisis y reflexión, donde se muestran conceptos, acciones e implicaciones o consecuencias de este proceso, con señalamiento de estudios de casos a escala mundial. Finalmente, se muestra una última sección de conclusiones y recomendaciones generales sobre la problemática que involucra.

Centro Universitario de la Costa

