

Capítulo 19

FRAGMENTACIÓN DE
LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

JUAN DOMINGO DELGADO, JOSÉ RAMÓN AREVALO Y JOSÉ MARÍA FERNÁNDEZ-PALACIOS



La actual Ley de Espacios Naturales de Canarias contempla, mediante alguna de las ocho figuras legales de protección, la existencia de 145 espacios que abarcan una superficie total de 301.161,9 hectáreas (ver capítulo 50), que representan aproximadamente el espectro de hábitats diferenciables en el Archipiélago Canario. Si bien algunas de estas áreas se encuentran mejor conservadas que otras (esto es, algunas parecen más cerca de su probable estado original), no son ni mucho menos hábitats en estado prístino. De hecho, tres de los principales ecosistemas nativos del archipiélago, a saber, las formaciones termófilas, la laurisilva y el pinar, son buenos ejemplos de cómo el hombre ha reducido y modificado los hábitats insulares.

Los aprovechamientos que efectuó la población neolítica prehispanica sobre los recursos vegetales (pastoreo, recolección y agricultura de subsistencia), respetaron al parecer la integridad de las masas boscosas de las islas occidentales. Los aborígenes limitaron el uso de los recursos vegetales forestales a la recogida de frutos, leña, madera para armas y utensilios y quizá al aprovechamiento de los claros para un cultivo precario de gramíneas. El pastoreo aborígen pudo ejercer, sin embargo, alguna presión sobre el sotobosque de los principales ecosistemas forestales, pero las áreas de pasto principales se encontraban, en las islas occidentales, en dominio del matorral de costa y de cumbre, por lo que esta afección sería sólo marginal (García Morales 1989).

La regresión y alteración antrópica masiva de los ecosistemas canarios se intensificó a partir de la conquista de las Islas en 1496 (Galván 1993). Para algunas islas, los primeros documentos históricos sobre explotación forestal masiva se cifran con anterioridad, entre 1464 y 1472. Desde principios del siglo XVI las islas comenzaron a experimentar una deforestación verdaderamente grave, sufriendo los mayores daños entre la conquista y finales del siglo XVIII (Arco *et al.* 1992). Los primeros asentamientos urbanos buscaban la proximidad de los dos recursos más necesarios en aquel momento, el agua y la madera, además de unas condiciones climáticas benignas y tierras de labranza apropiadas. Las diversas actividades económico-productivas de los nuevos pobladores forzaron la eliminación y alteración de la masa forestal existente desde muy

distintos ángulos (Tabla 19.1). Entre los siglos XVI y XIX, la población canaria se multiplica casi por diez, generando una necesidad dramática de tierras que incrementó la intensidad de las talas para proveer nuevos terrenos para el abastecimiento agrícola y la vivienda. Como ejemplo, hacia 1865 la superficie ocupada por el pinar canario natural en Tenerife se había reducido de unas 50.000 hectáreas (estimación del área potencial de este bosque en el momento de la Conquista), a unas 23.818 hectáreas (Arco *et al.* 1992). Por su parte, el bosque de laurisilva en las islas occidentales se encuentra restringido actualmente a menos de un 10 % de su superficie potencial (Santos 1990, Rivas-Martínez *et al.* 1993). El caso más drástico en cuanto a este bosque lo representa la laurisilva de Gran Canaria, que se encuentra actualmente reducida a menos del 1 % de su superficie potencial.

La preocupación por esta pérdida de superficie forestal se hace patente hace ya más de un siglo, con referencias textuales a la reducción y aislamiento de pequeñas manchas boscosas en forma de fragmentos remanentes (p.e. Berthelot 1880). La importancia que el problema de la deforestación tiene para la integridad ecológica (y por ende, para la económica) inclinó a las autoridades, a realizar reforestaciones en todo el territorio insular afectado, incluso donde antes nunca había crecido el bosque de manera espontánea. Sin embargo, en muchas ocasiones las especies de repoblación utilizadas lo fueron sólo en virtud de su aprovechamiento maderero, y resultaron agresivas o inadecuadas para la regeneración o el mantenimiento de los ecosistemas originarios. Algunas de tales especies se comportan como invasoras de los bosques autóctonos de Canarias (p.e. los eucaliptos, *Eucalyptus globulus*, los pinos americanos, *Pinus radiata* o los castaños, *Castanea sativa*) y forman manchas de cierta entidad (ver capítulo 32). Algunas repoblaciones con especies autóctonas, por otro lado, consiguieron incrementar la superficie forestal de ecosistemas como el pinar en las islas occidentales, compensando las pérdidas ingentes sufridas siglos atrás. Además, a tal recuperación han contribuido, en las últimas décadas del siglo XX, los cambios en el sistema económico, con una disminución (e incluso abandono) de las actividades agrarias y pastoriles en áreas forestales potenciales.

Tabla 19.1

Actividades causantes de la deforestación, fragmentación y alteración de los bosques canarios entre los siglos XV-XX (Varias fuentes).

Tipo de actividad	Ecosistemas afectados	Efectos y demandas colaterales de productos forestales
Industria peguera (extracción de pez)	Pinar, Laurisilva	- Incendios provocados - Demanda de madera para combustible y recipientes de pez - Extracción de los pinos más viejos para la provisión de tea
Industria azucarera (ingenios azucareros)	Laurisilva, Bosque Termófilo	- Utilización de la costa para establecimiento del ingenio - Demanda de leña para las calderas, y madera para recipientes de azúcar y estructura del ingenio; extracción de cenizas del almácigo (<i>Pistacia atlantica</i>) para obtención de lejía
Construcción de viviendas	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Retroceso del bosque ante el poblamiento; extracción maderera para edificación y enseres
Construcción de medios de transporte (barcos y carretas)	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Extracción de madera para construcción y exportación - Uso de la pez para calafateado de los barcos
Actividades agrícolas y relacionadas	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Construcción de aperos de labranza e instalaciones (molinos, colmenas, etc.) - Resalveo de la laurisilva (extracción selectiva de varas para soporte de los viñedos) - Uso del mantillo del bosque y <i>monte picado</i> como fertilizante
Carboneo	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Extracción de leña para fabricar carbón
Canalización del agua	Pinar, Laurisilva	- Uso de madera para los canales
Uso medicinal	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Aprovechamiento económico y popular
Uso de la madera como moneda	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Aprovechamiento económico y popular
Pastoreo	Pinar, Laurisilva, Bosque Termófilo	- Aclarados o talas del bosque para pastos (adehesamiento); uso de pinocha y monte picado como cama del ganado

En suma, todo este conjunto de eliminaciones y transformaciones de los ecosistemas primitivos de Canarias ha contribuido a conformar un mosaico ecológico y paisajístico complejo, donde los restos de aquéllos se intercalan con, y resultan aislados por, las zonas antropizadas, que incluyen áreas urbanizadas, espacios agrarios e infraestructuras de conexión. Esta organización en mosaico depende del tipo de suelo, pendiente, orientación, altitud, etc., que determina los diversos tipos de vegetación (Fernández-Palacios y de Nicolás 1995); de las alteraciones naturales (incendios, desprendimientos, vendavales, plagas, etc.), que introducen variabilidad sobre el anterior patrón (Forman 1998); y por último, de las alteracio-

nes antrópicas (directas o indirectas) dentro y fuera de las manchas de vegetación (p. e. tratamientos selvícolas, contaminación, invasión por especies exóticas, etc.) (Höllermann 1981, Parsons 1981).

El proceso de fragmentación de nuestros ecosistemas es concreta pues, en una serie de efectos interrelacionados y jerárquicos: 1) La eliminación neta de superficie de los hábitats naturales, 2) la división de los mismos en fragmentos de menor extensión, y 3) los cambios posteriores que ocurren en el seno de esas manchas de hábitat individualizadas (Forman y Godron 1986).

FRAGMENTACIÓN DE LOS BOSQUES CANARIOS

En este capítulo realizamos un análisis preliminar sobre el estado actual de los bosques de Canarias, en cuanto a su distribución fragmentaria, la superficie ocupada por los restos, su nivel de agregación, y los procesos que la fragmentación (tomando como ejemplo la inducida por la infraestructura viaria) provoca en el seno de las manchas de vegetación. El estudio se aborda a dos escalas de análisis. La primera se sitúa a escala insular, considerando los ecosistemas de cada isla. Junto con la pérdida de hábitat, la fragmentación comporta un proceso de *insularización*. Mediante este proceso, los restos de hábitat respetados por el hombre se organizan como islas aisladas entre sí y de otras manchas más extensas, por una matriz de hábitat antrópico, por analogía con las verdaderas islas oceánicas (MacArthur y Wilson 1967). Este esquema se complica si consideramos que los fragmentos son islas de hábitat englobadas dentro de islas oceánicas, por lo que su dinámica podría ser distinta en contraste con los hábitats continentales. Además, las islas fragmentarias de paisaje se rodean de una matriz heterogénea en composición y estructura. El segundo nivel trata de los procesos que tienen lugar dentro de cada fragmento. Dentro de éstos,

las vías de transporte (carreteras y pistas) y otras estructuras artificiales, eliminan hábitat al tiempo que dividen (en cierto modo, insularizan) las manchas de vegetación (Forman 1998).

En conjunto, cada uno de los ecosistemas forestales de Canarias se encuentra reducido a un número variable de restos (1-58), según se observa en la distribución de los fragmentos por islas o dentro de cada piso de vegetación (Tabla 19.2). El número total de restos existente en el archipiélago es de 104 para el bosque termófilo, 111 para la laurisilva y 99 para el pinar. En la figura 19.1 se muestra una clasificación de los restos de los principales ecosistemas en función de su superficie. La evaluación del grado de fragmentación de los ecosistemas canarios depende de varios factores, como la distribución de la superficie actual total del ecosistema zonal entre los distintos fragmentos (que es muy desigual), el tipo de matriz envolvente, y la fragmentación atribuible a condicionantes naturales (fisiográficos, edáficos, etc.). Además, debe considerarse que numerosos restos forestales y de matorral observados en la actualidad son realmente manchas derivadas, por sucesión secundaria, de zonas que en algún momento fueron alteradas, taladas o explotadas por el hombre.

Tabla 19.2

Cuantificación preliminar del grado de fragmentación de los ecosistemas forestales canarios (Fuente: Santos 1980, escala del mapa: 1/200.000).

Se tuvo en cuenta la categorización de ecosistemas potenciales y de sustitución dada originalmente por esta fuente. Las distancias medias entre fragmentos están calculadas sólo para la laurisilva y el pinar en las islas centrooccidentales. En La Gomera sólo se contabilizaron dos fragmentos de monteverde por lo que no se calcularon las distancias medias.

Islla	Tipo de Bosque	Área (km ²)	Nº de fragmentos	Tamaño de los fragmentos (km ²) (media ± DT)	Distancia al fragmento más cercano (km) (media ± DT)
Lanzarote	Termófilo	0,63	1	0,63	
Fuerteventura	Termófilo	1,73	2	0,86 ± 0,68	
Gran Canaria	Termófilo	14,19	30	0,47 ± 0,61	
	Monteverde	8,36	15	0,56 ± 0,62	1,10 ± 1,12
	Pinar	9,61	17	5,39 ± 10,98	0,58 ± 1,47
Tenerife	Termófilo	18,06	20	0,90 ± 0,96	
	Monteverde	108,05	22	4,91 ± 11,33	0,86 ± 1,09
	Pinar	235,66	20	11,78 ± 23,68	0,89 ± 0,99
La Gomera	Termófilo	64,61	30	2,15 ± 6,01	
	Monteverde	55,81	2	27,91 ± 39,07	
	Pinar	0,81	3	0,27 ± 0,07	
La Palma	Termófilo	1,34	12	0,11 ± 0,07	
	Monteverde	108,26	58	1,87 ± 8,02	0,31 ± 0,34
	Pinar	224,44	55	4,08 ± 27,66	0,26 ± 0,21
El Hierro	Termófilo	11,56	9	1,28 ± 1,30	
	Monteverde	23,36	14	1,67 ± 4,40	0,68 ± 1,28
	Pinar	32,59	4	8,15 ± 8,34	0,70 ± 0,87

Cuando se analiza la casuística existente en la fragmentación de estos bosques, podemos observar cuatro tendencias diferentes en la distribución de los restos. La distribución actual de los bosques canarios puede estar constituida por a) un área total grande y poco fragmentada ("áreas continuas") (por ejemplo, monteverde de La Gomera o pinar de Tenerife); b) un área total grande pero muy fragmentada (monteverde de La Palma); c) un área total pequeña y poco fragmentada (pinar de El Hierro); y finalmente, d) un área total pequeña y muy fragmentada (bosque termófilo y monteverde de Gran

que La Palma, muestra el mayor nivel de fragmentación para el conjunto de sus bosques. Tenerife, El Hierro y Gran Canaria muestran grados de fragmentación global intermedios, creciendo por este orden. Finalmente, en Lanzarote y Fuerteventura, los restos termófilos están apenas representados en la actualidad.

Los ecosistemas canarios se organizan en bandas altitudinales de amplitud variable en función de la superficie y altitud insular, orientación, pendiente, etc. (Fernández-Palacios y de Nicolás 1995). Por tanto, sus restos no se distribuyen al azar por el paisaje insular, sino que quedan comprendidos dentro de las bandas altitudinales de su rango potencial (p. e. el monteverde se enmarca en las vertientes orientadas a barlovento de las islas occidentales, bajo la influencia de los vientos alisios), y dentro de la matriz antropizada. Esto es importante por cuanto los mismos condicionantes topográficos y climáticos que afectan a la zonación de los ecosistemas, influyen en parte en los asentamientos humanos y en su capacidad de alteración del medio, lo que contribuye a determinar las características de la matriz que engloba los fragmentos. Cuando la matriz es el componente más extenso del paisaje, ejerce un mayor grado de control de los flujos de materia y energía sobre los elementos circundantes que cualquier otro elemento presente, incluidos los restos de hábitat original (Forman 1998). En nuestro caso, hemos tomado como matriz del hábitat remanente primario (o potencial) el espacio restante que implica las formaciones de sustitución, áreas cultivadas y urbanizadas.

La matriz que envuelve los ecosistemas zonales es en sí misma un mosaico complejo de distintos ecosistemas, naturales o antrópicos. El valor conservacionista de estos fragmentos de hábitat no sólo depende de su estructura y composición específica, sino también de en qué medida se asemejan a su contexto ecológico o matriz (Harris 1984). El área funcional de un fragmento dado tiende a crecer con la similitud entre su estructura y la de la matriz. Por tanto, las especies animales y vegetales

que medran en él podrán opcionalmente moverse a través de dicho entorno similar, y usarlo como hábitat alternativo.

Otro componente importante de la fragmentación es la distancia que media entre los restos de vegetación, determinando su grado de insularización (Fig. 19.1). Si suponemos un ecosistema dividido en restos de igual área, cuanto mayor

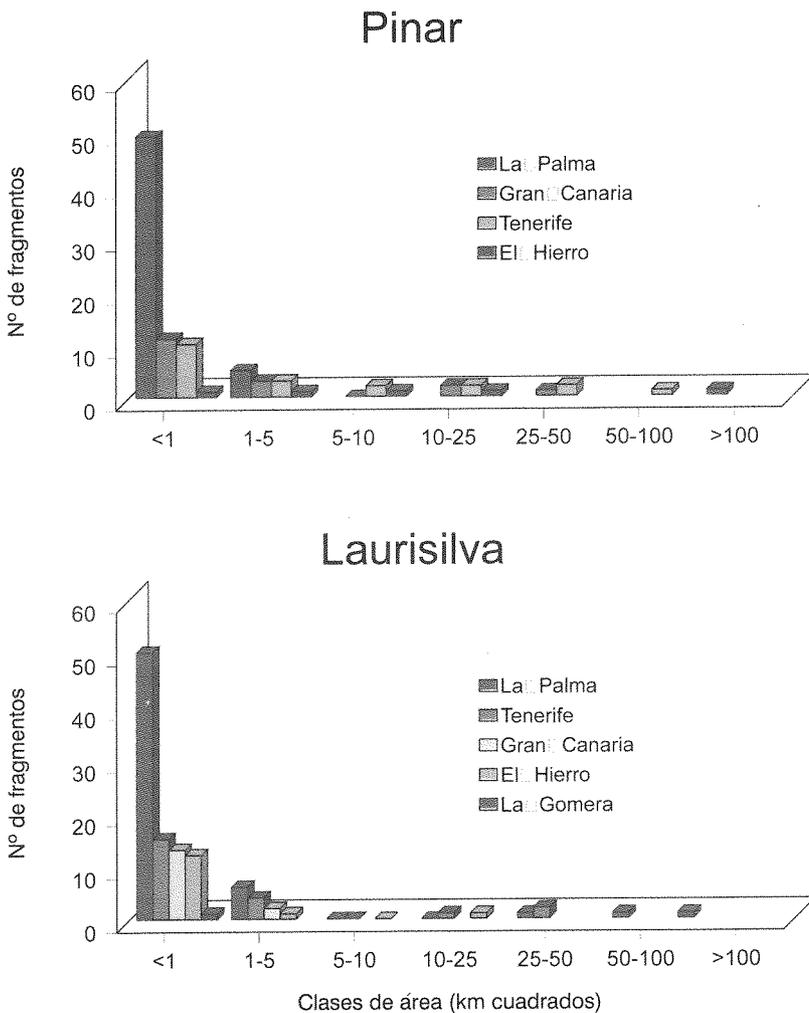


Figura 19.1

Distribución según clases de área (km²) de los fragmentos de pinar y laurisilva de Canarias (elaborada a partir de la cartografía de Santos 1980).

Canaria, bosque termófilo de La Palma). Esta organización espacial de los restos de hábitats muestra una complejidad que debe ser evaluada bajo distintas ópticas, como la biogeografía insular y la ecología del paisaje.

La Gomera es la isla con un menor grado de fragmentación en las formaciones termófilas y el monteverde, mientras

es la distancia media entre fragmentos, o entre éstos y las últimas grandes áreas continuas remanentes, menor es la densidad de los restos de hábitat a preservar. La importancia conservacionista de este factor radica en que es preferible (aunque raramente posible) preservar y gestionar una gran superficie poco fragmentada que la misma escindida en numerosos restos aislados entre sí (Harris 1984). La capacidad dispersiva y colonizadora, así como el tamaño de los organismos, son variables que afectan a su susceptibilidad a las grandes distancias de separación entre fragmentos (Saunders *et al.* 1991).

Los efectos de distancia-área del fragmento actúan limitando o impidiendo la dispersión y reduciendo el tamaño de las poblaciones. En los ecosistemas canarios, las distancias entre fragmentos están restringidas ya por los propios límites de la superficie insular, por comparación con la mayor disponibilidad de área total en el continente. Algunas especies de vertebrados canarios, como por ejemplo las aves rapaces o las palomas de laurisilva, según se deduce de estudios realizados en el continente con grupos similares, son potencialmente más sensibles al efecto de reducción del hábitat aparejado a la fragmentación, que a la propia distancia entre fragmentos relativamente próximos. Por contra, especies de menor tamaño y requerimientos espaciales más discretos (algunos invertebrados, reptiles o micromamíferos) pueden encontrar en la discontinuidad hábitat-matriz una barrera insalvable. En este caso, pueden formarse poblaciones fragmentadas (metapoblaciones) a causa del aislamiento, en donde la dinámica poblacional opera a dos escalas: entre fragmentos y dentro de fragmentos. En las islas Canarias, las distancias medias entre fragmentos de laurisilva o pinar son en general inferiores a un kilómetro, con la excepción de la laurisilva de Gran Canaria, donde el grado de aislamiento es algo mayor (Tabla 19.2). La isla de La Palma muestra las menores distancias entre fragmentos de los bosques de laurisilva y pinar, lo que equivale a decir que sus restos se encuentran distribuidos según el patrón más denso del archipiélago (compárese esta información con la de la figura 19.1). En el otro extremo, Gran Canaria ostenta la organización más dispersa del monteverde, con escasos fragmentos relativamente alejados entre sí. De hecho, existe una relación entre el número de fragmentos de un ecosistema y el grado de aislamiento medio entre los mismos, que se hace más patente en este territorio insular limitado.

Efectos de la fragmentación por carreteras en los bosques canarios

Los efectos de la fragmentación no se limitan a la eliminación de hábitat natural, sino que aíslan trozos de un hábitat que antes no mostraba solución de continuidad. En ocasiones, la vegetación originaria que aún persiste conecta, a modo de pasillo o corredor, dos fragmentos diferenciados. Estas bandas representan hábitat utilizable por determinadas especies,

y a través de ellas se producen movimientos de dispersión tanto animal como vegetal. Estos movimientos pueden darse en sentido longitudinal y transversal, por lo que tales bandas de conexión se pueden considerar *corredores* para la vida salvaje. Por su parte, las carreteras y otras estructuras de interconexión artificiales sirven precisamente como corredores para el movimiento del hombre. Puesto que tales estructuras además facilitan o introducen directamente diversas perturbaciones en el ecosistema envolvente, las podemos tratar como *corredores de perturbación*, que sirven como vectores de introducción de especies extrañas al ecosistema que atraviesan. Si bien las carreteras en el archipiélago tienen importantes efectos sobre la fauna, no existen en Canarias especies autóctonas de grandes vertebrados (salvo ciertas aves) que pudieran ver interceptadas sus áreas de campeo o dominios vitales, como es el caso para los mamíferos de gran talla en áreas continentales. En cuanto a los efectos de estas estructuras sobre la fauna canaria, se dispone de resultados preliminares obtenidos para tres grupos zoológicos (invertebrados –moluscos terrestres e isópodos–, reptiles y micromamíferos), que se resumen y discuten a continuación.

Efectos sobre la fauna

Distintos grupos zoológicos suelen mostrar distinta sensibilidad a la presencia de la frontera abrupta impuesta por una carretera o pista forestal. Por ejemplo, ciertas babosas endémicas de Canarias del género *Insulivitrina* (moluscos pulmonados) muestran una microdistribución espacial nítidamente interrumpida por las pistas y carreteras forestales (Fig. 19.2). Las carreteras asfaltadas son menos permeables al paso de distintos tipos de invertebrados que las pistas sin revestir, en función de la mayor intensidad de tráfico y factores microclimáticos, y esto se aprecia en el caso de las babosas y de las cochinitas de humedad (crustáceos isópodos) en la laurisilva (Fig. 19.2). Uno de los factores ambientales más influyentes sobre estos animales epiedálicos es la cobertura de mantillo vegetal, que decrece por término medio en la proximidad del corredor. Una escasa variación en este factor a partir del borde implicó una homogeneidad en la abundancia de estos invertebrados, probablemente favoreciendo la estabilidad de este microhábitat.

Para el lagarto tizón (*Gallotia galloti*), los patrones de distribución en función de la distancia a los bordes de pistas o carreteras forestales difieren según el tipo de bosque considerado (pinar o laurisilva). Estas dos formaciones contrastan en estructura y composición florística. En el pinar, el lagarto exhibe un mayor grado de penetración que en la laurisilva madura, donde queda más restringido a las bandas marginales de los corredores (Fig. 19.3). El porte arbustivo y régimen térmico especiales creados en pistas y carreteras, permiten la penetración y supervivencia de estos reptiles heliotérmicos en una matriz de hábitat forestal, de otro modo hostil.

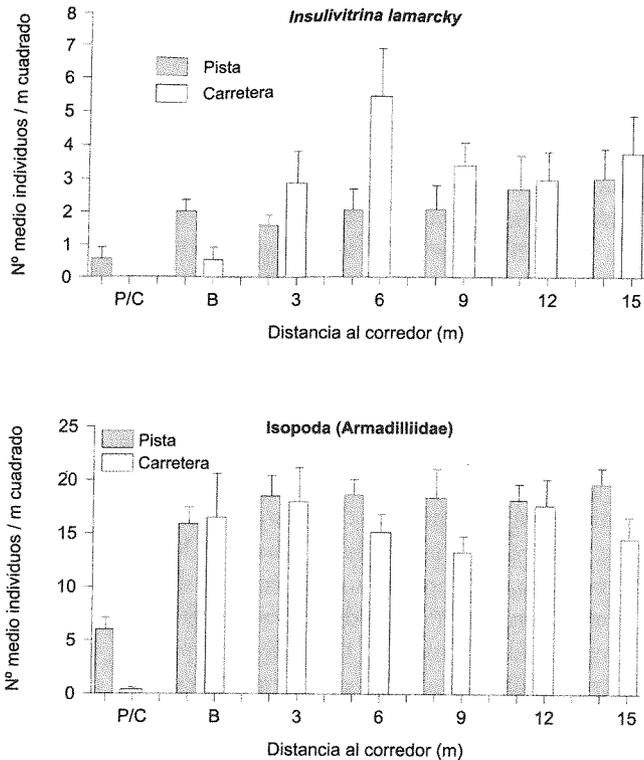


Figura 19.2

Variación en la abundancia del molusco pulmonado *Insulivitrina lamarcky* y de varias especies de cochinillas de humedad (crustáceos isópodos) en función de la distancia a dos tipos de corredores de perturbación (carreteras y pistas forestales) en la laurisilva de Tenerife. P/C = observaciones hechas en el firme de la pista/carretera; B = borde del corredor, a 1 m del firme de la vía.

Algunas especies animales introducidas por el hombre, como la rata negra (*Rattus rattus*), se han extendido por la práctica totalidad de los ecosistemas canarios, comportándose como depredadores de un buen número de plantas y animales nativos (Delgado 2000, en prensa). Se ha estimado la abundancia relativa de las ratas según la distancia a las carreteras, a partir de su intensidad de búsqueda y consumo de alimento (Fig. 19.4). Por un lado, a juzgar por la proporción de cebos encontrados y consumidos tras una noche de exposición, las ratas desarrollan una actividad de forrajeo mucho más intensa en la laurisilva que en el pinar. Por otro, en ambos bosques las ratas exhiben una mayor intensidad de búsqueda de alimento (que podría traducirse en un mayor presión depredadora) en los bordes de las carreteras que en el interior de la masa boscosa (Delgado *et al.* en prensa).

A efectos de la gestión, desde una perspectiva ecológica, nos enfrentamos a dos problemas distintos: 1) la influencia del entorno o matriz sobre los fragmentos, y 2) la dinámica o comportamiento interno de éstos. El tratar uno u otro enfoque dependerá en gran parte del tamaño del fragmento considerando como una reserva natural. Para los fragmentos pequeños serán más importantes los efectos de la matriz sobre el interior, mientras que para los fragmentos mayores, o manchas de gran extensión, en las que la relación borde:interior es menor, debe actuarse sobre la dinámica de la masa forestal remanente y sus componentes clave (Saunders *et al.* 1991).

Una sugerencia extraíble de estos resultados preliminares sobre el grado de fragmentación de los bosques canarios, es que la dinámica de la fragmentación en un territorio insular

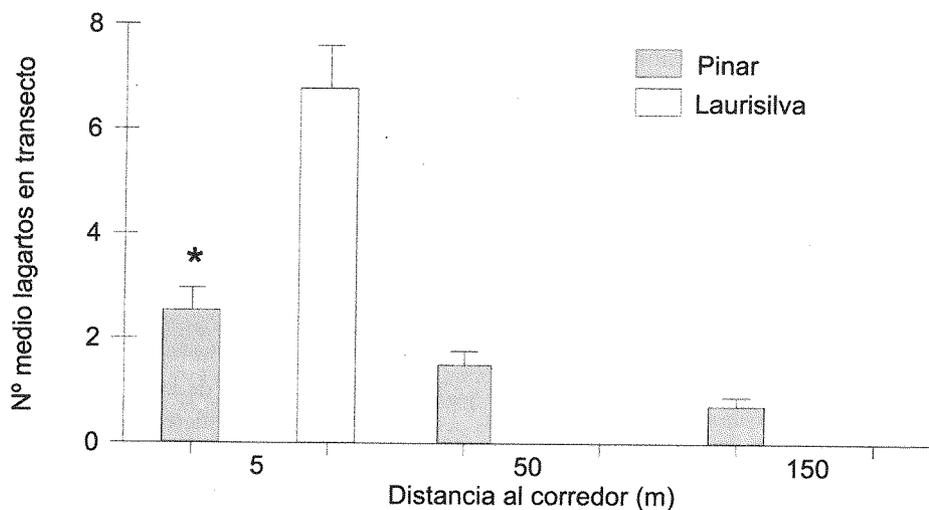


Figura 19.3

Variación en la abundancia del lagarto *Gallotia galloti* en función de la distancia a pistas o carreteras (datos agrupados para ambos corredores) en el pinar y la laurisilva de Tenerife. Se realizaron transectos con una longitud total de 2,3 km a cada distancia del corredor en el pinar y 1,3 km por cada distancia en laurisilva, contando los lagartos dentro de una banda de 5 m de anchura. * = Diferencias significativas entre 5 y 50 m.

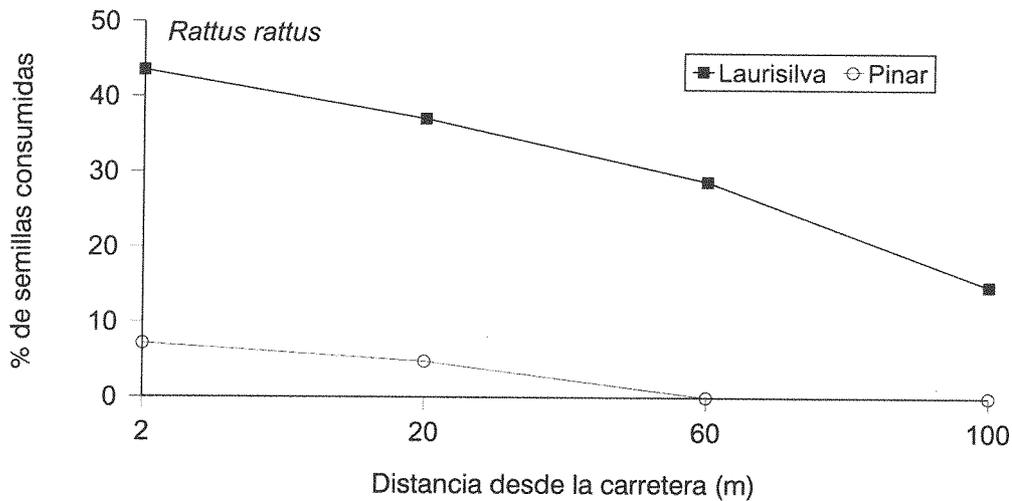


Figura 19.4

Variación de la intensidad de búsqueda y consumo de cebos (cacahuets enteros) por la rata negra (*Rattus rattus*) en el pinar y la laurisilva de Tenerife, según la distancia a carreteras asfaltadas.

puede funcionar siguiendo vías distintas a las de áreas continentales, donde se han realizado la mayoría de los estudios en este campo (Wilcox y Murphy 1985, Laurance 1998). Es importante tener esto en cuenta para evitar precipitaciones a la hora de extraer conclusiones o aplicar planteamientos y estrategias de gestión que han sido implementadas en sistemas continentales. No obstante, la fragilidad de estos ecosistemas

insulares exige una cierta prisa en tomar decisiones de actuación para la preservación en un territorio altamente amenazado por la especulación. Por ello, urge conocer en mayor detalle las respuestas de los ecosistemas a los distintos niveles de fragmentación, tanto de las comunidades animales y vegetales, como de las especies, acción que debe discurrir paralela a la gestión y planificación ambiental.