

CAPÍTULO 8: FORMAS DE SUPRIMIR ESPECIES INVASORAS

La primera respuesta a la crisis de especies invasoras debería ser disminuir la tasa de invasión, implementando políticas y prácticas que apunten a la prevención. Sin embargo, la prevención a veces falla, por lo que es importante el monitoreo para detectar a los invasores recientemente establecidos. La detección temprana puede hacer posible la erradicación. Si la prevención y la erradicación fallan, serán necesarios controles activos que incluyan (1) el manejo del habitat, (2) plaguicidas, (3) herramientas mecánicas, y (4) el control biológico. Varios factores determinan qué opciones son mejores para casos particulares, incluyendo la extensión de tierra infestada, el costo de control y si la necesidad de supresión es temporal o permanente. Si la meta es suprimir permanentemente una especie invasora en todo el terreno, el control biológico es el método más práctico. En campos de agricultores o en pequeñas reservas naturales, el control mecánico o químico puede ser factible.

PREVENCIÓN: AFRONTAR NUEVAS INVASIONES CON POLÍTICAS FIRMES

La prevención empieza con políticas firmes que minimicen el riesgo de invasión (Van Driesche and Van Driesche, 2001). La predicción de cuáles especies es posible que se transformen en invasores dañinos es un valioso primer paso. Esto requiere un amplio conocimiento de la taxonomía y biología de varios grupos de organismos e información específica acerca de la capacidad invasora de una especie en particular en otras regiones. Para las especies pronosticadas para convertirse en invasoras, el riesgo de introducción puede ser determinado por el *análisis de la ruta de invasión*, el estudio de cómo invasores específicos se mueven geográficamente. Si se comprenden los procesos de vectores potenciales clave, los métodos para limitar las introducciones no deseadas pueden ser concebidos. Cuando el riesgo de un proceso es muy bajo, puede ser más efectivo poner un impuesto a las actividades que diseminan vectores más bien que prohibirlas y usar las ganancias para erradicar o controlar las invasiones que ocurran (Hayes, 1998).

PREDECIR CUÁLES ESPECIES PODRÍAN SER INVASORAS DE ALTO IMPACTO

Las características del ciclo vital de una especie y el grado de su capacidad invasora en otras partes son indicativos de su potencial para futuras invasiones. Se necesita que los gobiernos usen más esta información. Varios principios pueden guiar el proceso.

APLICAR LOS MISMOS ESTÁNDARES A TODOS LOS GRUPOS DE ORGANISMOS QUE ESTÁN SIENDO INTRODUCIDOS.

Los riesgos asociados con las introducciones de plantas exóticas históricamente han sido sustancialmente subestimados y, en la mayoría de los países, hay relativamente poco énfasis en la determinación del potencial invasor al introducir nuevas especies de plantas. Por el contrario, la mayoría de la gente asume que las introducciones de insectos, aún los de agentes para el control biológico, serán dañinas. Diferentes grupos de organismos son regulados, si es que lo están, bajo diferentes leyes para distintos propósitos. Las introducciones de plantas son reguladas principalmente para evitar la introducción de insectos y fitopatógenos. En los Estados Unidos (y en la mayoría de los demás países), se asume que las plantas no conllevan riesgos, a menos que estén en una diminuta lista de malezas nocivas. Esto ocurre, en parte, porque la gente disfruta de las plantas y asume que son benéficas. También puede reflejar el desgano de los gobiernos en interferir con el comercio de plantas exóticas. Pocos países, entre ellos Australia y Nueva Zelanda, requieren de un análisis, antes de la introducción, del potencial de nuevas plantas que pueden volverse invasoras.

GUIARSE POR LAS EXPERIENCIAS EN OTROS PAÍSES.

Las especies que son invasoras en cualquier parte son más probables de volverse plagas si son introducidas a nuevas regiones con climas similares (NRC, 2002). Partes de Sudáfrica, Australia, Chile, California y la zona que rodea al Mediterráneo, tienen climas similares. Por tanto, debería asumirse que una especie invasora en uno de estos lugares es un riesgo también para los otros. Por ejemplo, la planta europea *Hypericum perforatum* L. se ha vuelto una plaga invasora en Australia, California, Sudáfrica, Chile, Nueva Zelanda y Hawái (Julien y Griffiths, 1998) – todas estas regiones tienen áreas con clima mediterráneo.

ESTUDIAR EL POTENCIAL INVASOR DE ESPECIES EN GRUPOS VALIOSOS.

Si el valor económico de un grupo de plantas es alto, deberían determinarse los potenciales invasores de especies individuales de ese grupo. Tal conocimiento detallado puede conducir a que los beneficios de un grupo sean disfrutados mientras que se evitan algunos riesgos, a través del uso preferente de las especies menos invasoras. Por ejemplo, los pinos exóticos son importantes para las plantaciones forestales en el hemisferio sur porque hay pocas coníferas nativas con propiedades comerciales. Mientras el uso de árboles nativos se debería favorecer, mientras continúe la explotación de árboles exóticos, es valioso saber cuáles especies de géneros comúnmente usados como *Pinus* y *Eucalyptus* son más invasoras. Los estudios en Sudáfrica (Richardson, 1998) han demostrado que, para los pinos exóticos, la “presión del propágulo” está bien correlacionada con el riesgo del potencial invasor, siendo las especies más invasoras las que maduran pronto, producen muchas semillas ligeras y en intervalos cortos, como *Pinus greggii* Englemn.

EVITAR ESPECIES CON VENTAJA ESTRUCTURAL COMPETITIVA O CONTRA LA CUAL EL CONTROL BIOLÓGICO NO ES FACTIBLE.

Algunos tipos de organismos es más probable que sean altamente dañinos o imposibles de controlar y estas especies necesitan ser reconocidas y evitadas escrupulosamente. Entre ellas están las enredaderas, plantas acuáticas flotantes, pastos y fitopatógenos. Hay muchos ejemplos de invasores dañinos en estos grupos (enredaderas: dulceácida asiática *Celastrus orbiculatus* Thunb.; enredadera zorrillo *Paederia foetida* L.; helecho trepador del Viejo Mundo *Lygodium microphyllum* (Cav.) R. Br.; kudzu *Pueraria montana* (Lour) Merr. var. *lobata* (Willd.) Maesen & Almeida; plantas flotantes: lirio acuático *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.; salvinia gigante *Salvinia molesta* D. S. Mitchell; helecho acuático rojo *Azolla filiculoides* Lamarck; lechuga de agua *Pistia stratiotes* L.; hierba del caimán *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.). La habilidad de estas plantas para flotar sobre el agua o para trepar en árboles nativos les permite ganar el acceso a la luz, favoreciéndolas en su competencia con las plantas nativas.

Grupos como los pastos y los fitopatógenos son de especial preocupación porque parece que nada puede hacerse con ellos, si se transforman en invasores dañinos. No existen ejemplos de control biológico exitoso de pastos, aunque han habido algunos intentos contra unas pocas especies. Similarmente, debería haber mucha preocupación acerca de los fitopatógenos invasores por las enfermedades que causan (p. ej., la marchitez del castaño debida a *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.; la antracnosis del cornejo por *Discula destructiva* Redlin; el cáncer del nogal por *Sirococcus claviginenti-juglandacearum* Nair, Kostichka, & Kuntz; y la enfermedad del olmo holandés por *Ophiostoma ulmi* (Buisn.) Nannf.), las que han diezmando importantes árboles de bosque en Norteamérica; el control biológico clásico no puede controlar dichas plagas.

ANÁLISIS DE RUTA: ESTUDIO DE CÓMO LAS INVASIONES SE DISPERSAN

Los esfuerzos de prevención pueden ser más eficientes si se enfocan en los procesos de los vectores, más bien que en especies particulares. Las plantas, suelo, agua de lastre, el casco de los barcos y el material de empaque de madera, son medios importantes para movilizar algunas especies invasoras.

PLANTAS

Algunos insectos que atacan plantas se adhieren a ellas o están dentro de tallos o frutos. Tales insectos se mueven fácilmente con otras plantas hospederas. La escama de San José *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock) se diseminó alrededor del mundo en plantas de vivero de manzana. Para 1900, tantos insectos plaga habían alcanzado el continente Americano, Nueva Zelanda, Australia y Sudáfrica en plantas importadas que estos países aprobaron leyes, requiriendo que las plantas fuesen inspeccionadas y certificadas como libres de insectos, antes de la importación. Estas medidas fueron adoptadas porque muchas de las plagas importadas causaron serios daños a la agri-

cultura, silvicultura y a la horticultura. El éxito en la exclusión de insectos herbívoros varía con el rigor de la inspección y el volumen del comercio de cada país.

En contraste, la reducción del riesgo del movimiento de plantas que introduce patógenos de plantas nativas emparentadas ha sido menos exitosa. En parte, esto ocurre porque estos organismos microscópicos son difíciles de detectar, su impacto potencial a menudo es desconocido y el muestreo requiere más experiencia y tiempo para determinar el riesgo. Pero también las bases ecológicas del problema son más complejas. Con los insectos, para la mayoría, la meta era detectar plagas conocidas. En contraste, los hongos o bacterias de plantas exóticas pueden ser inocuos para aquellas especies pero letales para las plantas nativas emparentadas. La detección de esos patógenos de “nueva asociación” cuya letalidad todavía no se sospecha, no es posible por los métodos usados para reducir a las plantas como vectores de insectos invasores. Más bien, las sociedades necesitan estudiar activamente organismos que podrían movilizarse entre especies vegetales y convertirse en patógenos, y luego controlar sus invasiones limitando la importación de plantas que puedan ser vectoras. Dicho trabajo raramente se hace. En cambio, tales conexiones son determinadas usualmente sólo después de que han ocurrido invasiones dañinas, principalmente con el propósito de limitar su dispersión posterior. Esfuerzos para controlar la diseminación del hongo de la muerte súbita del roble *Phytophthora ramorum* (S. Werres, A. W. A. M. de Cock & W. A. Man in't Veld) desde California hacia el resto de los Estados Unidos es un ejemplo (USDA, sitio web sudden oak death). Aunque no se ha probado, se cree que este patógeno fue importado a California en plantas de *Rhododendron* (Martin y Tooley, 2003; Rizzo y Garbelotto, 2003), desde donde ha infectado y matado cedros nativos, con un cambio consecuente en la composición de los árboles del bosque. Las autoridades federales están tratando de evitar su diseminación en Norteamérica a través de cuarentenas en plantas que hospedan al patógeno. Sin embargo, en algunos hospederos este patógeno no es letal y es asintomático, haciendo la detección casi imposible.

SUELO

Mezclas de suelo a menudo fueron enviadas internacionalmente antes de 1900, cuando las plantas fueron trasladadas a nuevos países. Ya que los insectos y patógenos son comunes y no detectables en suelo no tratado, esta práctica fue prohibida poco después de 1900. Para detener el transporte de suelos con organismos vivos, se podía eliminar el suelo (enviando plantas con raíces desnudas), tratar el suelo con calor o fumigar con plaguicidas para matar insectos y patógenos en el suelo.

AGUA DE LASTRE

A diferencia del suelo, la importancia del agua de lastre de los barcos (**Figura 8-1**) como un medio de diseminación de especies invasoras no fue reconocida legalmente hasta hace poco. Se ha sabido desde hace tiempo que el agua de lastre mantiene especies exóticas que pueden establecerse, después de haber sido descargadas en nuevas regiones.



Figura 8-1. La descarga del agua de lastre de barcos oceánicos, cuando están en un puerto, es una ruta de invasión importante de las especies acuáticas. (Fotografía cortesía de Dave Smith.)

Pero no fue hasta el desastre causado por el mejillón cebra que la seriedad de tales invasiones alertó al gobierno de Estados Unidos. El mejillón cebra (*Dreissena polymorpha* Pallas) fue encontrado en 1986 cerca de Detroit, Michigan (Schloesser, 1995). Se diseminó rápidamente, a veces alcanzando poblaciones 700,000 mejillones/m² (Schloesser, 1995). Las compañías con tomas de agua y tuberías de descarga ahora deben limpiar química o mecánicamente las tuberías. Una cuestión más importante es que este mejillón es un competidor duro de los mejillones perlados nativos, muchos de los cuales ya estaban amenazados (Ricciardi *et al.*, 1996; Martel *et al.*, 2001). Los mejillones cebra reducen la concentración de alimento en la columna de agua y obstruyen las valvas de los mejillones nativos, impidiéndoles que las cierren apropiadamente. El daño potencial de una invasión por el mejillón cebra en Norteamérica fue reconocido desde 1921, y el mecanismo vector probable (larvas en agua de lastre de los barcos) en 1981 (Schloesser, 1995). La nueva legislación aprobada en los Estados Unidos requiere que ahora los barcos manejen su agua de lastre para reducir el transporte de especies invasoras, ya sea con tratamiento químico del agua o intercambiando agua en medio del océano, para que no se introduzca agua de lastre fresca de otras regiones a los lagos o ríos de los Estados Unidos.

CONTAMINACIÓN EN EL CASCO DE LOS BARCOS.

Parecido al problema del agua de lastre, la contaminación de los cascos de los barcos tienen un gran potencial para diseminar especies marinas no nativas a grandes distancias. Conforme los barcos entran a los puertos, los cambios en la salinidad y la temperatura del agua inducen la reproducción de los organismos polizones (Minchin y Gollasch, 2003). Por tanto, los polizones tienen el potencial de reproducirse en algunos o en todos los puertos visitados por su barco hospedero. Las cubiertas ‘antiorganismos’ pintadas en los cascos de los barcos intentan minimizar la presencia de esos organismos que a menudo se deterioran con el tiempo. Además, muchos cascos

de barcos grandes están diseñados con huecos que proporcionan refugio del flujo turbulento del agua a los mejillones, percebes, gusanos poliquetos y crustáceos (Coutts *et al.*, 2003). En 186 embarcaciones inspeccionadas en el Mar del Norte, las especies exóticas constituían el 96% de los organismos en el casco, y 19 especies poseían un alto riesgo de establecimiento (Gollasch, 2002).

MATERIAL DE EMPAQUE DE MADERA.

Las cajas y las plataformas de madera, usadas para enviar productos desde China, fueron la ruta en los 1990s para la invasión en los Estados Unidos de dos plagas altamente dañinas del bosque – el escarabajo asiático de antenas largas *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky) y el barrenador esmeralda del fresno *Agrilus planipennis* Fairmaire. El primero está confinado a unas pocas infestaciones y puede ser que sucumba a los esfuerzos de erradicación. Sin embargo, el barrenador esmeralda del fresno (**Figuras 8-2, 8-3**) no fue detectado antes de que ocupara miles de millas cuadradas en Michigan. Aunque su erradicación está intentándose cortando masivamente árboles de fresno (**Figura 8-4**), no es muy probable que tenga éxito. Estas invasiones ilustran que los materiales de empaque de madera no tratada son un alto riesgo para la invasión de plagas de árboles nativos. Se están implementando nuevas medidas que requieren tratamiento con calor o con plaguicidas de los materiales de empaque de madera.



Figura 8-2. Adulto del barrenador esmeralda del fresno (*Agrilus planipennis* Fairmaire), un barrenador originario de China que ha matado más de 6 millones de árboles de fresno en el centro de los Estados Unidos y Canadá. (Fotografía cortesía de Deb McCullough, USDA Forest Service.)



Figura 8-3. Larva del barrenador esmeralda del fresno (*Agrilus planipennis* Fairmaire). (Fotografía cortesía de Deb McCullough, USDA Forest Service.)



Figura 8-4. La erradicación del barrenador esmeralda del fresno (*Agrilus planipennis* Fairmaire) fue intentada en los Estados Unidos, basada en cortar todos los árboles de fresno dentro de media milla de cualquier árbol de fresno infestado que haya sido descubierto en las inspecciones (Fotografía cortesía de Deb McCullough, USDA Forest Service.)

ERRADICACIÓN BASADA EN LA DETECCIÓN TEMPRANA

Cuando la prevención falla, las especies invasoras arriban a nuevas localidades. La inspección de cargamentos en las fronteras internacionales ofrece una oportunidad de interceptar y excluir las plagas que están arribando. Sin embargo, las oportunidades de detección exitosa son bajas porque se inspecciona menos del 5% de los productos.

Cuando la detección falla, los invasores se pueden establecer. Si se encuentran pronto poblaciones incipientes, la erradicación debería intentarse para las especies altamente dañinas, usando métodos químicos o mecánicos. La detección temprana y el control mecánico agresivo erradicaron rápidamente al gusano poliqueto sabélido de Sudáfrica (*Terebrasabella heterouncinata* Fitzhugh & Rouse) en California. Este gusano llegó en orejas de mar importadas para la maricultura (Kuris y Culver, 1999) y fue detectado primero infectando caracoles nativos *Tegula* cerca del flujo de un criadero de orejas de mar. Se logró la erradicación quitando a mano los caracoles *Tegula* a densidades demasiado bajas para sostener la transmisión del sabélido. Se evitó la nueva contaminación filtrando el agua de desecho del criadero y deteniendo las descargas de desecho de conchas en la zona de intermareas. Similarmente, el mejillón de raya negra *Mytilopsis sallei* (Recluz) fue erradicado de Darwin Bay (Territorio del Norte, Australia) tratando la marina infestada con altas concentraciones de blanqueador y de sulfato de cobre (Bax, 1999).

La erradicación, sin embargo, es menos factible conforme el tamaño del sitio infestado aumenta o después de la amplia dispersión de los propágulos del invasor. En ese punto, en lugar de la erradicación, el objetivo del programa de control es posible enfocarlo a disminuir la diseminación del invasor, evitando que áreas adicionales sean infestadas. Los esfuerzos de erradicación deberían abandonarse a favor de la contención o del uso de tácticas de supresión como el control biológico.

INVASORES NO DAÑINOS

La mayoría de las especies invasoras no se convierten en plagas. Si las especies no nativas no son importantes económicamente y no afectan fuertemente a especies o comunidades nativas deberían ser ignoradas, aún cuando algunos conservacionistas las encuentren objetables en principio, como contaminantes biológicos. Sin embargo, no hay recursos disponibles para tratar de controlar todas las especies no nativas. Para algunas especies invasoras, un incremento fuerte de la población inicial puede ser seguido de su declinación a niveles en los que no son plagas (ver p. ej., McKillup *et al.*, 1988). El áfido café de los cítricos *Toxoptera citricida* (Kirkaldy), por ejemplo, parece haber sido suprimido en Puerto Rico y la Florida a niveles en que no era probable que diseminara el virus de la tristeza (una enfermedad crítica de los cítricos), debido a la existencia de depredadores generalistas de áfidos (Michaud, 1999; Michaud and Browning, 1999). En tales casos, los esfuerzos de control no se necesitan. Las importaciones de enemigos naturales deberían reservarse contra especies que no declinen espontáneamente y que sean amenazas ambientales y económicas cuantificables que justifiquen la iniciación de un programa.

CONTROL DE PLAGAS INVASORAS EN ÁREAS NATURALES

Para los invasores de alto impacto en áreas naturales, las opciones de control incluyen el manejo del habitat, control químico y mecánico, y la introducción de enemigos naturales. Cada método tiene ventajas y desventajas que deberían ser consideradas cuando se escoja el mejor enfoque para problemas particulares. A veces, el enfoque químico o mecánico puede combinarse con programas de control biológico, especialmente contra plantas leñosas de larga vida. Por ejemplo, en los Everglades de la Florida (EU), la tala está siendo usada junto con la aplicación de herbicida en los tocones para aclarar las áreas existentes del árbol invasor *Melaleuca quinquenervia* (Cavier) Blake y para evitar que brote de nuevo (**Figuras 8-5 y 8-6**). Al mismo tiempo, se están liberando insectos exóticos para reducir la producción de semilla, matar plántulas y para suprimir el crecimiento de árboles pequeños y de brotes de los tocones.



Figura 8-5. El corte de palos o de plantas grandes de melaleuca *Melaleuca quinquenervia* (Cavier) Blake, un árbol invasor australiano en los Everglades de la Florida, se hace para acelerar la remoción de las plantas existentes, con la supresión de semillas y nuevas plántulas con agentes de control biológico. (Fotografía cortesía de Ted Center, USDA-ARS.)



Figura 8-6. Los herbicidas también son usados para matar plantas grandes de melaleuca *Melaleuca quinquenervia* (Cavier) Blake, en los Everglades de la Florida y, cuando son rociados en los tocones, para evitar el rebrote. (Fotografía cortesía de Steve Ausmus.)

MANEJO DEL HABITAT

El mal manejo de la tierra o el agua a veces puede causar que proliferen plantas o insectos exóticos. El resolver esos problemas inicia con el mejoramiento de las prácticas básicas de manejo. El sobrepastoreo, por ejemplo, puede ser una ventaja competitiva en especies exóticas no comestibles, causando su incremento. Si ésta es la causa básica de un problema de planta invasora, el alterar su régimen de pastoreo, no el uso del control biológico, debería ser lo que se considere primero. Por ejemplo, utilizar control biológico de los cactus nativos *Opuntia* en la isla caribeña de Nevis en los 1950s (Simmons y Bennett, 1966) fue un error porque los grupos densos de cactus (algunos nativos, otros introducidos) en pastos fueron debidos al sobrepastoreo. El cambio de manejo del ganado, combinado con el uso de algún herbicida, podría haber resuelto el problema.

CONTROLES QUÍMICOS Y MECÁNICOS

CONTRA PLANTAS

Los controles mecánicos y químicos trabajan bien en la supresión temporal, aún a veces en la erradicación, de muchas plantas invasoras, especialmente de las más grandes que están en un área limitada. Los herbicidas, por ejemplo, son usados para aclarar a *Ulex europaeus* L. de los pastizales que están siendo replantados con árboles de koa, para expandir el habitat para las aves hawaianas. El sitio que requería tratamiento era pequeño (unas 800 hectáreas) y el tratamiento tuvo un efecto permanente porque dicha maleza no creció debajo de los árboles de koa (Van Driesche y Van Driesche, 2000).

Los controles químicos y mecánicos pueden ser implementados cuando y donde se necesiten, siendo ideales para el control de malezas en reservas pequeñas, donde plantas de flor u otras especies únicas necesitan ser protegidas rápidamente en un área limitada. Los problemas potenciales en el manejo de áreas tratadas incluyen si la maleza invasora volverá a crecer después del tratamiento y, si así es, qué tan rápido; si las áreas tratadas serán invadidas por nuevas malezas; si emergerá vegetación nativa competitiva, y cómo será afectada esta competencia por otros factores, como la remoción de vertebrados exóticos. En la Isla Santa Cruz, California, balas y trampas fueron usadas para remover ovejas y cerdos, lo que permitió que la vegetación nativa volviera a crecer. Pero en algunas partes de la isla, los bancos de semilla nativa se habían terminado y el nuevo crecimiento fue dominado por una hierba exótica, el hinojo dulce (*Foeniculum vulgare* Miller), la que requirió de tratamiento herbicida junto con la replantación de vegetación nativa. En tales localidades se desarrollaron áreas grandes con hinojo, cubriendo varios miles de acres (TNC, sitio web en el plan de recuperación de la isla).

Si existe una posibilidad para el control químico o mecánico contra una plaga, necesita ser determinado de acuerdo a cada caso, tomando en cuenta las metas del manejo, recursos disponibles y la biología de la planta (ver Cronk y Fuller, 1995 y Myers y Bazely, 2003). Algunos grupos de plantas como los pastos o las plantas con sistema radicular profundo o persistente, o las que son aptas para regenerarse a partir de fragmentos, serán especialmente difíciles de controlar y pueden no ser objetivos adecuados.

CONTRA INSECTOS

Los insectos que infestan grandes áreas naturales rara vez pueden ser erradicados por medios mecánicos o químicos. Sin embargo, a veces es posible la supresión. Se han usado trampas para suprimir las abejas mieleras africanizadas a lo largo de la línea frontal de su invasión a los Estados Unidos desde México, y aspersiones de cebos junto con liberaciones de machos estériles contra la mosca de la fruta del Mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wiedemann) en California (Anon, 1988; Carey, 1992). Pequeñas infestaciones de la polilla gitana *Lymantria dispar* (L.) en el oeste de los Estados Unidos han sido erradicadas con tratamiento aéreo de plaguicidas en los bosques infestados, con reguladores del crecimiento de insectos o con *Bacillus thuringiensis*

Berliner (Dreistadt and Dahlsten, 1989). Cebos Amdro® (hidrametilnona) fueron usados exitosamente en las Galápagos para eliminar a la hormiga de fuego pequeña (*Wasmania auropunctata* Roger) de la Isla Marchena (21 hectáreas) (Causton *et al.*, 2005).

CONTRA VERTEBRADOS

Cebos envenenados, trampas, cercas y armas de fuego pueden ser usados para suprimir o erradicar mamíferos u otros vertebrados invasores. Dentro de reservas naturales cercadas, los mamíferos grandes pueden ser erradicados, como por ejemplo, la remoción de cerdos dentro de reservas de aves en los bosques de Hawaii. En islas pequeñas, se han usados venenos para remover gatos, ratas, ratones y conejos. Round Island, en el Océano Índico, fue un bosque tropical exuberante que fue degradado a pendientes áridas con sólo vestigios de vegetación, después de la introducción de cabras y conejos. Se logró restauración parcial con el uso de cebos envenenados contra los conejos (North *et al.*, 1994) y matando cabras con balas. Las palmas y algunos reptiles nativos se están recobrando ahora (Bullock *et al.*, 2002). Los roedores han sido eliminados con cebos envenenados en pequeñas islas oceánicas de Nueva Zelanda (Taylor y Thomas, 1993), California (Jones *et al.*, 2005) y de Colombia Británica, Canadá (Taylor *et al.*, 2000) para proteger aves raras o para permitir su reintroducción. Las técnicas fueron desarrolladas en islas pequeñas pero se han adaptado con éxito en islas cada vez más grandes. La erradicación de vertebrados está siendo cada vez más posible (Veitch y Clout, 2002; Lorvelec y Pascal, 2005).

CONTROL BIOLÓGICO

La supresión de especies invasoras con la importación de enemigos naturales especializados desde sus áreas nativas, es una vieja idea que empezó suprimiendo plagas de cultivos y más tarde se extendió a las plagas en áreas naturales. En 1855, Asa Fitch en los Estados Unidos sugirió importar parasitoides de la mosca europea del trigo *Sitodiplosis mosellana* (Géhin). En 1863, una cochinilla no nativa, *Dactylopius ceylonicus* [Green], fue transportada dentro de India para suprimir cactus (Goeden, 1978). En 1884, *Cotesia glomerata* (L.) de Europa fue establecida en Norteamérica contra *Pieris rapae* (L.) (Clausen, 1978). En 1888, la mariquita *Rodolia cardinalis* (Mulsant) fue importada de Australia a California, donde eliminó a la escama acojinada algodonosa *Icerya purchasi* Maskell, una plaga primaria de los cítricos. Éstos fueron los antecedentes que demostraron la efectividad del método (DeBach y Rosen, 1991).

Más de 100 especies de insectos invasores y de 40 malezas han sido controladas permanentemente por introducciones de enemigos naturales (Clausen, 1978; Cameron *et al.*, 1989; Greathead y Greathead, 1992; Julien y Griffiths, 1998; Waterhouse, 1998; Waterhouse y Sands, 2001; Mason y Huber, 2002). El control biológico, a través de la introducción de enemigos naturales, es permanente y se disemina por sí solo (Capítulos 11, 12 y 13). Una vez que los agentes se establecen pueden reproducirse y dispersarse en grandes áreas con una mínima asistencia humana, y persisten año tras año sin costo adicional. Esto significa que para las plagas en áreas naturales también se puede usar este

enfoque. En contraste, los controles mecánicos o químicos a menudo son demasiado costosos o contaminantes para usarlos repetidamente. Los riesgos potenciales para las especies nativas, en relación con los enemigos naturales introducidos de plagas invasoras deben predecirse (Capítulos 17 y 18) y juzgarse si es aceptable, antes de liberar enemigos naturales en particular. Si esto se hace y si los proyectos tienen justificaciones ecológicas fuertes, el control biológico clásico es seguro para el medio ambiente.

FACTORES QUE AFECTAN EL CONTROL EN ÁREAS NATURALES

Los principales factores que afectan la elección del método de control de una plaga invasora son el tamaño de la infestación a suprimir, el costo y el acuerdo social sobre el estatus de plaga de esa especie. Los controles mecánicos y químicos son usados comúnmente en pequeñas reservas naturales porque pueden ser implementados rápidamente con buen efecto contra los problemas locales. Los esfuerzos de control están bajo el control inmediato del administrador de la reserva y pueden usar trabajo voluntario, el cual es gratis y ayuda a educar al público sobre los impactos de las especies invasoras. En una reserva pequeña, el control manual simultáneo de varias plantas invasoras importantes sería un ejemplo común de tal enfoque. Los costos de este trabajo pueden ser desde unos pocos cientos de dólares/acre, lo cual es costeable en pequeña escala (10-20 acres) por grupos privados y con apoyo del gobierno, y puede ser implementado en áreas hasta de varios miles de acres. Tales costos usualmente no son sostenibles, sin embargo, si la meta es limpiar cientos de miles o millones de acres infestados. Además, tales enfoques raramente funcionan contra insectos invasores y, si son probados, los insecticidas necesarios posiblemente son contaminantes y dañan a las especies nativas. Unos de los proyectos más grandes de aclareo mecánico/químico, es el de los árboles de melaleuca en los Everglades de la Florida (EU) (ver Capítulo 12), que incluye cortar y aplicar herbicidas. En Sudáfrica, el “Trabajar para el proyecto del agua” está empleando decenas de miles de trabajadores para aclarar pinos y otros árboles invasores para restablecer los flujos de agua. Este proyecto también permite al gobierno ofrecer muchos empleos que son necesarios, lo que ha incrementado su popularidad social.

En contraste, el control biológico puede controlar eficientemente una plaga invasora en un paisaje completo, sin importar su tamaño. En realidad, mientras más grande sea la infestación, más apropiado es el uso de este método. El control biológico tiene altos costos iniciales, requiriendo apoyo financiero a largo plazo para su implementación. Los costos iniciales son dirigidos a la investigación básica para entender la ecología de la plaga en su rango nativo, localizar y estudiar sus enemigos naturales, seleccionar e importar los más probables de ser específicos, medir sus rangos de hospederos y finalmente, para liberarlos y evaluarlos. A menudo, los proyectos pueden tomar décadas y los costos llegar hasta millones de dólares, a menos que la plaga por controlar sea bien conocida y que haya sido controlada previamente en otros países. En tales proyectos repetidos, el control en áreas nuevas será más rápido y más barato, estando limitado principalmente al costo de las pruebas adicionales de rango de hospederos que podrían ser necesarias, al establecimiento de colonias de enemigos naturales con agentes de control conocidos y a su establecimiento en el campo.

Debido a que los agentes de control biológico se dispersarán hasta sus límites ecológicos, no pueden ser confinados a propiedades privadas, basadas en la posesión o el país. Consecuentemente, debe haber un amplio acuerdo en que la especie objetivo es una plaga cuya reducción es deseada en la región ecológica completa (p. ej., en los Estados Unidos, los agentes de control es posible que se dispersen a Canadá o a México). Cualquier conflicto entre grupos sociales o políticos que vean a la plaga objetivo en forma diferente, debe ser resuelto antes de la liberación de agentes de control biológico. Este problema usualmente no existe en los proyectos de control químico o mecánico, los cuales son confinados fácilmente a límites particulares.

CONTROL DE ESPECIES INVASORAS EN CULTIVOS

Los agricultores y forestales también tienen problemas con las especies invasoras. Pero, sin importar los problemas discutidos antes en este capítulo, dichos problemas no necesariamente requieren ser resueltos en toda la región sino sólo en los campos de propiedad del productor. Las plagas de cultivos pueden tener poco o ningún impacto en áreas naturales, debido a la diferencia en la vegetación aunque esto no siempre es cierto, como en el caso de la escama acanalada algodonosa, una plaga de los cítricos que ataca plantas nativas en el Parque Nacional de los Galápagos (Causton, 2004). Ya que las plagas de cultivos cuestan dinero a los productores por la producción perdida, ellos desean gastar dinero para su control. Esto significa que, además de los programas de gobierno sobre control biológico clásico, hay otras opciones en los cultivos que no son posibles en áreas naturales. Estas opciones incluyen el uso de métodos no cubiertos en este libro (plaguicidas, control cultural, uso de plantas resistentes, trampas o la manipulación de la conducta de los insectos) así como formas adicionales del control biológico como (1) manipulaciones para preservar o reforzar los enemigos naturales, (2) aplicaciones de patógenos como plaguicidas o (3) liberación de parasitoides o depredadores que han sido criados por negocios comerciales y vendidos al productor. Estos enfoques pueden ser usados contra plagas nativas y exóticas en campos de cultivo y plantaciones de árboles, como se discute más adelante en este libro.