

EL EMPLEO DE TÉCNICAS DE CONTROL Y ERRADICACIÓN EN LA LUCHA CONTRA ESPECIES INVASORAS: CONVENIENCIA DE LA HERBIVORÍA COMO MÉTODO DE BIOCONTROL DE LA INVASIÓN DE *SPARTINA DENSIFLORA* BRONGN. EN EL CAMPO DE GIBRALTAR

Enrique Mateos Naranjo / Susana Redondo Gómez / Jesús M. Castillo / M. Enrique Figueroa
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla

RESUMEN

Spartina densiflora es una gramínea procedente de Sudamérica que está invadiendo numerosas marismas mareales en el golfo de Cádiz provocando problemas muy graves para la conservación de estos ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad. En el Campo de Gibraltar *Spartina densiflora* se localiza en las desembocaduras de los ríos Vega y Jara y en el estuario del río Palmones. Conocer el estado de la invasión en estas zonas es de especial relevancia a la hora de optar entre diferentes técnicas de erradicación o control. Mientras en el río Palmones sería factible la eliminación mecánica de los clones de *Spartina densiflora*, en el caso de los estuarios de los ríos Vega y Jara el empleo de la ganadería como medida de bio-control parece la estrategia más aconsejable. No obstante, la amplia gama de efectos que la presión de la herbivoría provoca sobre las comunidades vegetales y, en concreto, sobre la evolución de especies invasoras hace necesario llevar a cabo estudios detallados sobre la utilidad de la ganadería como herramienta de gestión en materia de especies invasoras.

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la globalización de las relaciones económicas y mercantiles, la invasión de especies exóticas es cada día un problema más grave para la conservación de los ecosistemas. Las marismas mareales han sido descritas como una de las áreas más afectadas por la introducción de estas especies invasoras debido a su carácter de transición entre ecosistemas de diferente naturaleza y a la cercanía de importantes puertos marítimos donde llegan muchas de ellas, en las aguas de lastre o en el exterior del casco de embarcaciones mercantes y de recreo. La entrada de especies exóticas en las marismas puede ocasionar numerosos efectos negativos, tales como: la competencia con la flora nativa (Kittelson y Boyd, 1997), la alteración de la cantidad y naturaleza del detritus (Adam, 1990), la modificación del hábitat de la fauna autóctona (Partridge, 1987) y la alteración de la dinámica sedimentaria de los estuarios (Long y Mason, 1983).

Spartina densiflora es una gramínea procedente de Sudamérica (Mobberley, 1956) que está invadiendo actualmente el norte de África (Nieva, 1996) y América (Kittelson y Boyd, 1997) y el suroeste de Europa (golfo de Cádiz; Castillo *et al.*, 2000) (figura 1). En el golfo de Cádiz, *S. densiflora* aparece en varios estuarios donde presenta diferente grado de invasión, siendo en el estuario conjunto de los ríos Tinto y Odiel (Huelva) donde muestra un mayor desarrollo, tanto en el espacio ocupado como en la diversidad de hábitats invadidos (Nieva, 1996).

La invasión de *S. densiflora* es uno de los principales problemas de conservación a los que se enfrentan las marismas andaluzas atlánticas en el siglo XXI. La biodiversidad de las marismas andaluzas del golfo de Cádiz se ha visto especialmente mermada debido a su efecto (Luque *et al.*, 2003). *Spartina densiflora* desplaza por competencia interespecífica a gran parte de las especies autóctonas, pues muestra una capacidad competitiva muy elevada debido a su forma de crecimiento (clonal en falange; Figueroa y Castellanos, 1998) y a que presenta un rango ecológico muy amplio (Kittelson y Boyd, 1997). Estas capacidades han dado lugar a la formación de comunidades prácticamente mono-específicas conocidas popularmente como ‘mares de *Spartina*’ (Rubio, 1985).

Se han estudiado, mediante experimentos de campo y laboratorio, diferentes aspectos ecológicos de *S. densiflora* en el golfo de Cádiz (Castillo *et al.*, 2000; Castillo *et al.*, 2003; Castillo *et al.*, 2004; Figueroa y Castellanos, 1998; Nieva *et al.*, 1996). Sin embargo aún quedan muchas incógnitas sobre el papel que esta especie desempeña en las marismas que invade. En vista de la gravedad de la situación actual como consecuencia de la invasión de *S. densiflora* sería necesario el desarrollo de conocimientos teóricos y aplicados dirigidos a luchar eficazmente contra la invasión en las marismas andaluzas. En esta comunicación se analiza la adecuación de las diferentes técnicas de control y erradicación existentes para el caso concreto de *S. densiflora* en el Campo de Gibraltar, centrándonos principalmente en el papel de la hervivoría como método de biocontrol.

ESTADO DE LA INVASIÓN DE SPARTINA DENSIFLORA EN EL CAMPO DE GIBRALTAR

Dentro del ámbito geográfico que nos ocupa (Campo de Gibraltar) *S. densiflora* se localiza en el río Palmones (bahía de Algeciras) y en las desembocaduras de los ríos Vega y Jara (Tarifa). En estas dos localidades el estado de sus poblaciones varía en función de su extensión e importancia con respecto a otras especies.

Las poblaciones de *S. densiflora* en el río Palmones se caracterizaron por la presencia de clones dispersos de aspecto raquíutico, escasa cobertura, y situados sobre sustrato arenoso.

Por otro lado, la presencia de *S. densiflora* en la desembocadura de los ríos Vega y Jara fue mucho mayor, con coberturas próximas al 80% en las zonas más cercanas al cauce principal de los ríos. En los huecos dejados por la especie invasora se encontraron individuos de *Halimione portulacoides* y de los géneros *Sarcocornia* y *Juncus*. La cobertura se redujo de



Figura 1. Distribución mundial de las poblaciones de *Spartina densiflora*.

forma gradual con la distancia al cauce hasta quedar limitada a clones aislados. Los clones de *S. densiflora* de los ríos Vega y Jara, a diferencia de los del género *Juncus*, presentaron cierto grado de ramoneo por parte del ganado vacuno, especialmente aquellos que se alejaban más del cauce principal del río (Castillo, “obs. pers.”).

MEDIDAS DE CONTROL O ERRADICACIÓN. EFECTO DE LA HERBIVORÍA SOBRE *S. DENSIFLORA*

El desarrollo de técnicas de control o erradicación debe estar apoyado tanto en el conocimiento de la especie invasora hacia la que van destinadas como en las características fisicoquímicas del medio donde se vayan a aplicar, con el fin de que sean técnicas lo más específicas posibles, y evitar así la interferencia sobre otras especies y/o procesos naturales.

Existe una enorme controversia sobre la conveniencia del uso de técnicas de control o erradicación en la lucha contra las especies invasoras. En gran medida el empleo de unas u otras técnicas depende del estado de la invasión y de la capacidad de movilización de los medios técnicos y económicos necesarios. En la mayoría de los casos las invasiones pasan desapercibidas o son detectadas cuando ocupan áreas extensas, condiciones en las que la erradicación resulta económica y técnicamente desfavorable. A pesar de esta circunstancia la bibliografía recoge ejemplos de erradicaciones efectivas, como es el caso de *Carpobrotus edulis* en la isla de Menorca y *Pistia stratiotes* en Doñana (Fraga *et al.*, 2004; Ortega *et al.*, 2004). Si la erradicación no es viable, las medidas de control pasan a cobrar mayor importancia. El fundamento de estas medidas, se basa en llevar la especie invasora a niveles poblacionales aceptables para la conservación del ecosistema.

En la bibliografía existe numerosa información sobre el uso de técnicas de tipo químico (herbicidas) para la erradicación o el control de especies del género *Spartina* (Hedge *et al.*, 2003; Patten, 2002; Paveglio *et al.*, 1996). Aunque en muchos casos los resultados obtenidos con el uso de herbicidas han sido satisfactorios, el empleo de productos químicos en la lucha contra *S.*

densiflora en un espacio natural como el Parque Natural del Estrecho no es aconsejable, ya que existe un gran desconocimiento sobre la eficacia de estos productos en esta especie, y los efectos perjudiciales derivados de esta actividad, tanto en el medio como en los propios organismos de la zona, incluyendo al hombre. Esta circunstancia obliga a la búsqueda de técnicas de lucha contra la invasión más respetuosas con el medioambiente. Además, hay que resaltar la alta carga económica que supone el uso de herbicidas tanto por la síntesis del producto en sí como por el equipo necesario para su aplicación y la recurrencia de ésta, que debería ser durante varios años debido a la posibilidad de que exista un banco de semillas.

Otro tipo de técnicas serían las de tipo mecánico (para la erradicación o el control), las cuales consistirían en la retirada de forma manual o mediante máquinas de todos los clones de la especie invasora. Esta técnica gozaría de mayor aceptación social que el uso de productos químicos, y en cierto modo podría ser muy útil para la lucha de *S. densiflora* en aquellas áreas donde esta presente una escasa cobertura, como es el caso del río Palmones. El gran inconveniente de dicha técnica radica en el gasto económico derivado del pago de los salarios de los trabajadores y del equipamiento, sobre todo en zonas donde la extensión ocupada por la especie invasora es mayor (Ríos Jara y Vega). Además de las dificultades técnicas derivadas de la inestabilidad del terreno asociada a los ecosistemas litorales, las cuales dificultarían los trabajos manuales y la entrada de maquinaria pesada.

Por último, citaremos las técnicas de tipo biológico conocidas como de biocontrol. Su fundamento consiste en la introducción de organismos vivos cuyas actividades interfieran sobre el desarrollo normal de las poblaciones de las especies invasoras. La problemática de esta técnica reside en que normalmente no consigue la eliminación total de la especie invasora, sólo una reducción hasta niveles no perjudiciales para el ecosistema. En el caso del control de *S. densiflora* por presión ganadera el éxito dependerá del estado de la invasión y de las características de la zona (en el caso de fangos no consolidados no es posible el acceso de ganado). En zonas de fangos consolidados con escasa influencia mareal donde la invasión se encuentre en estadios iniciales la actividad del ganado puede llegar a eliminarla. En el caso de poblaciones consolidadas, con gran altura de tallos, donde la cobertura de *S. densiflora* alcance el 100% la acción del ganado tendría un éxito limitado. En situaciones intermedias, donde la cobertura es inferior la eliminación de biomasa aérea por ramoneo podría frenar el crecimiento en falange de *S. densiflora*, dejando huecos susceptibles de ser ocupados por otras especies diferentes a la invasora, aumentando con ello la diversidad de la zona. En este último caso, la ganadería podría adquirir una gran trascendencia como herramienta de gestión del Parque Natural del Estrecho para la lucha contra *S. densiflora*.

A pesar de la importancia que tienen las técnicas de control biológico como la herbivoría en la lucha contra la invasión de especies exóticas en diferentes ecosistemas, los estudios de este tipo en el género *Spartina* son muy escasos, ya que de las siete especies consideradas como invasoras dentro del género *Spartina* (*S. alterniflora*, *S. anglica*, *S. densiflora*, *S. maritima*, *S. patens*, *S. pectinata* y *S. townsendii*; Daehler y Strong, 1996), sólo en el caso de *S. alterniflora* (Bortolus, 2003), *S. densiflora* (Daehler, 1995) y *S. patens* (Hester, 1994; Ford, 1998) se han acometido estudios para conocer el efecto de la herbivoría sobre sus poblaciones.

Para conocer los posibles efectos de la actividad ganadera en la evolución de *S. densiflora* en el Campo de Gibraltar, previamente hay que analizar la propia interacción planta – herbívoro, ya que esta actividad podría actuar en beneficio o en contra de la invasión, pues los efectos sobre las especies vegetales son muy variados y dependen del tipo de herbívoro, de la intensidad de la herbivoría, de la antigüedad del ramoneo en la zona, del clima y del tipo de suelo (Hobbs *et al.*, 1992; Milchunas *et al.*, 1993).

En el caso de pequeños mamíferos e insectos los efectos van dirigidos principalmente a las semillas, tanto durante su permanencia en la planta progenitora como en los bancos de semillas. También tienen cierto efecto sobre las inflorescencias y el establecimiento de las plántulas, suponiendo una reducción de la abundancia de éstas en futuras generaciones (Louda

et al., 1995). Con respecto a la influencia por parte de grandes herbívoros como puede ser el ganado, los efectos sobre la vegetación son muy complejos, ya que, aparte de la gran reducción de biomasa vegetal que promueven, tienen efectos directos e indirectos sobre el crecimiento de la vegetación, la dispersión de las semillas, la reproducción y la fenología (Belsky 1986; Collins 1987; Bortolus *et al.*, 2003). Estudios previos muestran que los herbívoros más generalistas pueden provocar una reducción de especies de plantas superior a la que inducen los especialistas (Maron *et al.*, 2001).

En relación a la intensidad de la herbivoría numerosos trabajos consideran que un pastoreo moderado por herbívoros naturales mantiene una alta diversidad como consecuencia del consumo de especies dominantes (Perevolotsky y Seligman, 1998). Del mismo modo una alta presión herbívora puede llevar a una reducción de la diversidad (Milchunas y Lauenroth, 1993; Ungar, 1998).

El efecto de la antigüedad de la actividad de ramoneo ha sido estudiado principalmente en pastizales con larga historia de pastoreo, donde se ha visto que la diversidad es máxima en presencia de los herbívoros y, en general, no se observa la invasión de especies exóticas ni la pérdida de especies nativas aún en casos de alta carga ganadera (Milchunas *et al.*, 1988, Noy-Meir *et al.*, 1989).

Por último, tanto el clima como la composición del suelo se han descrito como factores que tienen una importante repercusión sobre el efecto que la herbivoría puede tener sobre las comunidades vegetales (Milchunas *et al.*, 1988). Condiciones ambientales desfavorables pueden agravar los efectos derivados de la herbivoría pudiendo acabar con la eliminación de especies menos tolerantes. Se han llevado a cabo estudios que demuestran como variaciones locales en los factores abióticos en la marisma son causantes de variaciones en los efectos de la herbivoría sobre las comunidades vegetales (Gough *et al.*, 1998).

En vista de los numerosos factores a considerar a la hora de valorar el efecto de la herbivoría sobre la vegetación y en qué medida ésta resulta efectiva contra la lucha de especies invasoras, urge analizar concretamente el efecto de la ganadería sobre la invasión de *S. densiflora* en el Parque Natural del Estrecho. En este sentido el Grupo de Investigación Ecología, Citogenética y Recursos Naturales de la Universidad de Sevilla se propone realizar el seguimiento de una serie de parcelas de exclusión, donde se impida la herbivoría, y compararlas con datos de parcelas control donde tenga lugar el ramoneo. Los resultados derivados de este estudio permitirán valorar la conveniencia de la herbivoría como herramienta de gestión en materia de lucha contra especies invasoras en los distintos espacios naturales, sobre todo en aquellos que presenten una cierta tradición ganadera.

BIBLIOGRAFÍA

- ADAM, P. *Saltmarsh Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 1990, pp 461.
- BELSKY, A.J. "Does herbivory benefit plants? a review of the evidence", *American Naturalist*, 127(1986), pp 870-892.
- BORTOLUS, A., Laterra, P y Iribarne, O. "Crab-mediated phenotypic changes in *Spartina densiflora* Brong", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 59 (2003), pp. 97-107.
- CASTILLO, J.M., Fernández-Baco. L. Castellanos. E.M. Luque. C.J. Figueroa. M.E y Davy. A.J. "Lower limits of *Spartina densiflora* and *S. maritima* in a Mediterranean salt marsh determined by different ecophysiological tolerances", *J. Ecol.* 88 (2000), pp 801-812.
- CASTILLO, J.M., Rubio-Casal. A.E. Figueroa. M.E y Nieva. F.J. "Intratussock tiller distribution and biomass of *Spartina densiflora* Brongn. in an invaded salt marsh", *Lagascalia*, 23 (2003), pp. 61-73.
- CASTILLO, J.M., Rubio-Casal. A.E. Redondo. S. Álvarez López, A.A. Luque T. Luque. C. Nieva. F.J. Castellanos. E.M y Figueroa. M.E.. "Short-term responses to salinity of an invasive cordgrass". *Biological Invasions*. 7 (2004), pp. 29-35.
- COLLINS, S.L. "Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment", *Ecology*, 68 (1987), pp. 1243-1250.
- CRAIN, C.M., Silliman. B.R. Bertness. S.L y Bertness. M. D. "Physical and Biotic drivers of plant distribution across estuarine salinity gradients", *Ecology*, 85 (2004), pp. 2539-2549.
- DAEHLER, C.C. y Strong, D.R. "Status, prediction and prevention of introduced cordgrass *Spartina* spp". Invasions in Pacific estuaries, USA, *Biological Conservation*, 78 (1996), pp. 51-58.

- DAEHLER, C.C. y Strong. D.R. "Status, prediction and prevention of introduced cordgrass *Spartina* spp. Invasions in Pacific estuaries, USA". *Biological Conservation*, 78 (1996), pp. 51-58.
- FRAGA, P., Estaún, I. Alarcón, A. Cots. R. y Da Cunha, G. Eradication of Carpobrotus in Minorca. Internacional. Workshop "Invasive Plants in the Mediterranean Type Regions of the World", 33, Mèze (Hèrault), France. (2004)
- FIGUEROA, M.E. y Castellanos. E.M.. "Vertical structure of *Spartina maritima* and *Spartina densiflora* in Mediterranean marshes". En: *Plant form and vegetation structure* (eds M.J.A. Werger, P.J.M. van der Aart, H.J. During & J.T.A. Verhoeven), (1988), pp. 105-108. SPB Academic Publishing, The Hague, Holanda.
- FORD, M.A. y Grace. J.B. "The interactive effects of vertebrate herbivory and fire on a coastal marsh in Louisiana, the Pearl River, *Wetlands*, 18 (1998), pp. 1-8.
- GOUGH, L. y Grace. J.B. "Herbivore effects on plant species density at varying productivity levels", *Ecology*, 79 (1998), pp. 1586-1594.
- GOUGH, L. y Grace. J.B. "Effects of flooding, salinity and herbivory", *Oecologia*, 177 (1998), pp. 527-535.
- HEDGE, P., Kriwoken. L.K y Patten. K. "A review of *Spartina* management in Washington State, US", *Journal of aquatic plant management*, 41(2003), pp. 82-90.
- KITTELSON, P.M. y Boyd. M.J. "Mechanisms of expansion for an introduced species of cordgrass, *Spartina densiflora*, in Humboldt Bay, California", *Estuaries*, 20 (1997), pp. 770-778.
- HOBBS, R.J. y Huenneke. L.F. "Disturbance, diversity, and invasion: implication for conservation", *Conservation Biology*, 6 (1992), pp. 324-337.
- LONG, S.P. y Mason. C.F. *Saltmarsh Ecology*, Blackie, Glasgow. 1983.
- LOUDA, S.M. y Potvin. M. A.. "Effect of inflorescence feeding insects on the demography and lifetime fitness of a native plant" *Ecology*, 76 (1995), pp. 229-245.
- LUQUE, C.J., Castellanos, E.M. Castillo. J.M y Figueroa. M.E. *Diversidad en marismas mareales mediterráneas I. Cambios de la diversidad específica*. En: *Diversidad Biológica y Biodiversidad*. Madrid. 2003.
- MARON, J.L. y Vilà. M.. "When do herbivores affect plant invasion? Evidence for the natural enemies and biotic resistance hypotheses", *Oikos*, 95 (2001), pp. 361-373.
- MILCHUNAS, D.G., Sala. O.E y Lauenroth. W.K. "A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure", *American Naturalist*, 132 (1988), pp. 87-106.
- MILCHUNAS, D.G. y Lauenroth. W.K. "A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments", *Ecological Monographs*, 63 (1993), pp. 327-366.
- MOBBERLEY. D.G. "Taxonomy and distribution of the genus *Spartina*", *Iowa State College J. Sc.* 30 (1956), pp. 471-574.
- NIEVA. F.J. 1996. *Aspectos ecológicos en *Spartina densiflora* Brongn*, Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla, España.
- NOY-MEIR, I., Gutman. M y Kaplan. Y. "Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection", *Journal of Ecology*, 77(1989), pp. 290-310.
- ORTEGA, F., Dana. E.D y García. P. Control of *Pistia stratiotes* near Doñana Natural Park (SW Spain), Workshop "Invasive Plants in the Mediterranean Type Regions of the World", 33, Mèze (Hèrault), France. (2004).
- PARTRIDGE. T.R. "Spartina in New Zealand", *New Zealand Journal of Botany*, 25 (1987), pp. 567-575.
- PATTEN. K. "Smooth cordgrass (*Spartina alterniflora*) control with imazapyr", *Weed technology*, 16 (2002), pp. 826-832.
- PAVEGLIO, F.L., Kilbride. K.M. Grue. C.E. Simenstad. C.A. y Fresh. K.L. "Use of Rodeo(R) and X-77(R) spreader to control smooth cordgrass (*Spartina alterniflora*) in a southwestern Washington estuary. I. Environmental fate", *Environmental toxicology and chemistry*, 15 (1996), pp. 961-968.
- PEREVOLOTSKY, A. & Seligman, N.G. "Role of grazing in mediterranean rangeland ecosystems", *BioScience*, 48 (1998), pp. 1007-1017.
- PETTIT, N.E., Froend. R.H y Ladd P.G. "Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups", *Journal of Vegetation Science*, 6 (1995), pp. 121-130.
- RUBIO, J.C. 1985. *Ecología de las Marismas del Odiel*, Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, España.
- TAYLOR, K.L. y Grace. J.B. "The effects of vertebrate herbivory on plant community structure in the coastal marshes of the Pearl river, Louisiana, USA", *Wetlands*, 15 (1995), pp. 68-73.
- UNGAR. I.A. "Are biotic factor significant in influencing the distribution of halophytes in saline habitats?", *Botanical review*, 64 (1998), pp. 176-199.