

Artificial Structures Facilitate Lionfish Invasion in Marginal Atlantic Habitats

NICOLA S. SMITH^{1*} and JONATHAN B. SHURIN^{1,2}

¹Department of Zoology and Beaty Biodiversity Research Center, University of British Columbia, 2370-6270 University Blvd., Vancouver, BC, V6T 1Z4, Canada. *nicola.simone.smith@gmail.com. ²Section of Ecology, Behavior and Evolution, University of California – San Diego, 9500 Gilman Drive, Dept. 0116, La Jolla, California 92093 USA.

EXTENDED ABSTRACT

Artificial structures can facilitate invasion of non-native, marine fouling species by providing unoccupied habitat for colonization (Ruiz et al. 2009, Sheehy and Vik 2010). Few studies have examined whether similar effects occur in mobile taxa like reef fishes, despite the widespread occurrence of artificial structures along the world's coastlines (Bulleri 2005; Glasby and Connell 1999), and the critical importance of high-relief habitat to many reef fishes (e.g. Steele 1999).

We assessed the distribution and colonization of invasive Pacific red lionfish, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) in near shore waters of New Providence, Bahamas, where artificial structures are prevalent in human modified seascapes. We hypothesized that artificial structures may promote lionfish range expansion by providing sites for colonization, particularly if lionfish are faster colonizers of artificial structures than native Atlantic reef taxa.

During July – August 2007, we surveyed 16 near shore sites along the northern coast of New Providence in which we examined how artificial structures and natural habitat influence lionfish abundance and habitat use. We also used a habitat addition field experiment, conducted during June – December 2008, to determine whether lionfish were faster colonizers than native species. In this latter instance, we deployed 60, 0.5 m² artificial concrete-block reefs on predominantly sandy bottom at four locations around the northern (n = 2 sites) and southern (n = 2 sites) coast of New Providence (n = 15 artificial reefs per site, Figure 1). Per capita colonization rates for both lionfish and native reef species present at our study sites were subsequently calculated and compared.

We found that lionfish abundance was similar among habitats dominated by sand and seagrass meadows (n = 4 sites), hard bottoms (n = 7 sites) and coral patch reefs (n = 5 sites). However, nearly 100% of lionfish were associated with artificial structures in sand-seagrass, 25% in hard bottoms, and zero in patch reefs. Lionfish were also slow colonizers of experimental reefs relative to native reef taxa, and their per capita colonization rate was similar to the native, ecologically similar small-bodied grouper, the red hind *Epinephelus guttatus*.

Artificial structures are a result of coastal development and illegal dumping, but are also often added intentionally with the goal of locally enhancing native species biomass. This study reveals a potential unintended ecological cost to artificial structures: facilitation of lionfish invasion. Our data suggest that lionfish can invade natural patch reefs in the absence of artificial structures, but that artificial structures facilitate colonization of marginal habitats like sand-seagrass and to a lesser extent, hard bottoms. Removing or preventing the illegal dumping of artificial structures may therefore slow the spread of lionfish but is unlikely to prevent their expansion. Also, lionfish relatively slow colonization of experimental reefs suggests that their success in the Caribbean is not due to greater ability to disperse and occupy artificial structures than native taxa. However, our study comes with a caveat. All of the sand-seagrass sites in our study appear to be marginal habitat for lionfish. Finer-scale habitat designations suggest that habitat heterogeneity (e.g. presence of blowout ledges) within sand-seagrass sites may be important for juvenile lionfish (C. Layman Pers. comm.). All seagrass sites in our study lacked blowout ledges; hence, it is difficult to determine the extent to which our findings apply to seagrass meadows with this particular feature.

KEY WORDS: Lionfish, marginal Atlantic habitats

Estructuras Artificiales Facilitar la Invasión del Pez León en el Marginal Hábitats del Atlántico

Estructuras artificiales pueden facilitar la invasión de especies no autóctonas, las especies marinas incrustantes, proporcionando hábitat ocupado por la colonización (Ruiz et al. 2009, Sheehy y Vik 2010). Pocos estudios han examinado si se producen efectos similares en taxones móviles como los peces de arrecife, a pesar de la presencia generalizada de estructuras artificiales a lo largo de las costas del mundo (Bulleri 2005, Glasby y Connell 1999), y la importancia crítica del hábitat de gran alivio para los peces de arrecife muchos (por ejemplo, Steele 1999).

Se evaluó la distribución y la colonización de especies invasoras del Pacífico pez león rojo, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) en aguas próximas a la costa de New Providence, Bahamas, donde las estructuras artificiales son frecuentes en humanos paisajes modificados. La hipótesis de que las estructuras artificiales pueden promover la expansión del rango de pez león al proporcionar sitios para la colonización, sobre todo si el pez león son más rápidos colonizadores de las estructu-

ras artificiales de taxones nativos de arrecifes del Atlántico.

Durante julio - agosto de 2007, encuestamos a 16 cerca de sitios de la costa a lo largo de la costa norte de Nueva Providencia en la que hemos examinado cómo las estructuras artificiales y la influencia de hábitats naturales abundancia de pez león y el uso del hábitat. También utilizamos una adición hábitat experimento de campo, realizado en junio - diciembre de 2008, para determinar si los peces león colonizadores eran más rápidos que las especies nativas. En este último caso, que desplegó 60, 0.5 m² arrecifes artificiales de bloques de concreto en el fondo predominantemente arenoso en cuatro localidades de todo el norte (n = 2 sitios) y (n = 2 sitios) sur de la costa de New Providence (n = 15 arrecifes artificiales por sitio, Figura 1). Per cápita, las tasas de colonización, tanto para el pez león y las especies nativas presentes en los arrecifes de nuestros sitios de estudio se calcularon y se compararon posteriormente.

Hemos encontrado que la abundancia de pez león fue similar entre los hábitats dominados por la arena y praderas de pastos marinos (n = 4 centros), fondos duros (n = 7 sitios) y los arrecifes de coral de revisión (n = 5 sitios). Sin embargo, casi el 100% de los peces león se asociaron con las estructuras artificiales en la arena, algas marinas, el 25% en fondos duros, y cero en los arrecifes de parche. Pez león también lenta colonizadores de los arrecifes de experimentación en relación con los arrecifes de taxones nativos, y su tasa de colonización por cápita era similar al natural, ecológico mero similar de cuerpo pequeño, el rojo *Epinephelus guttatus* traseras.

Estructuras artificiales son el resultado del desarrollo costero y los vertidos ilegales, pero también se agrega a menudo intencionalmente con el objetivo de mejorar a nivel local de la biomasa de especies nativas. Este estudio revela un potencial de costes ecológicos no deseados a las estructuras artificiales: la facilitación de la invasión del pez león. Nuestros datos sugieren que el pez león puede invadir los arrecifes naturales parche en la ausencia de estructuras artificiales, pero que las estructuras artificiales facilitan la colonización de hábitats marginales como la arena, algas marinas y, en menor medida, fondos duros. La eliminación o la prevención de los vertidos ilegales de estructuras artificiales por tanto, puede frenar la propagación del pez león, pero no puede impedir su expansión. Además, la colonización pez león relativamente lenta de los arrecifes experimental sugiere que su éxito en el Caribe no se debe a una mayor capacidad para dispersar y ocupar las estructuras artificiales de taxones nativos. Sin embargo, nuestro estudio viene con una advertencia. Todos los sitios de pastos marinos de arena en nuestro estudio parecen ser hábitat marginales de peces león. Las designaciones de hábitat a escala más fina sugieren que la heterogeneidad del hábitat (por ejemplo, presencia de cornisas escape) dentro de la arena de pastos marinos sitios pueden ser importantes para el pez león de menores (C. Layman Com. Pers.). Todos los sitios de pastos marinos en nuestro estudio carecía de las repisas del escape, por lo que es difícil determinar la medida en que nuestros resultados se aplican a las praderas de pastos marinos con esta característica en particular.

PALABRAS CLAVE: Pez León, marginal hábitats del Atlántico

Les Structures Artificielles Faciliter l'invasion de l'Atlantique dans des Habitats Lionfish Marginal

Les structures artificielles peuvent faciliter l'invasion d'espèces non indigènes, les espèces salissures marines en fournissant un habitat inoccupé pendant la colonisation (Ruiz et al. 2009, Sheehy et Vik 2010). Peu d'études ont examiné si des effets similaires se produisent dans taxons mobiles tels que les poissons de récif, en dépit de la présence généralisée de structures artificielles le long des côtes du monde entier (Bulleri 2005, Glasby et Connell, 1999), et l'importance cruciale de l'habitat haut-relief de poissons de récif (Steele, par exemple 1999).

Nous avons évalué la distribution et la colonisation du Pacifique lionfish envahissantes rouge, *Pterois volitans* (Linnaeus 1758) dans les eaux près des côtes de New Providence, Bahamas, où les structures artificielles sont répandues dans l'homme paysages modifiés. Nous émettons l'hypothèse que les structures artificielles peuvent favoriser l'expansion gamme lionfish en offrant des sites de colonisation, en particulier si lionfish sont plus rapides colonisateurs de structures artificielles de récifs taxons indigènes de l'Atlantique.

Au cours de Juillet - Août 2007, nous avons sondé 16 près de sites côtiers le long de la côte nord de New Providence où nous avons examiné comment les structures artificielles et naturelles abondance lionfish habitat influence et utilisation de l'habitat. Nous avons également utilisé une expérience de terrain habitat plus, réalisé en Juin - Décembre 2008, afin de déterminer si lionfish colonisateurs étaient plus rapides que les espèces indigènes. Dans ce dernier cas, nous avons déployé 60, 0.5m² récifs artificiels en blocs de béton sur le fond de sable principalement à quatre endroits dans le Nord (n = 2 sites) et (n = 2 sites) la côte sud de New Providence (n = 15 récifs artificiels par site, Figure 1). Par taux de colonisation par habitant pour les deux espèces récifales lionfish et indigènes présentes dans nos sites d'étude ont ensuite été calculés et comparés.

Nous avons constaté que l'abondance lionfish était similaire chez les habitats dominés par le sable et les herbiers marins (n = 4 sites), les fonds durs (n = 7 sites) et les récifs coralliens patch (n = 5 sites). Toutefois, près de 100% du lionfish ont été associées à des structures artificielles dans le sable-marins, 25% dans les fonds durs, et zéro dans les récifs

de patch. Lionfish ont également été lente colonisateurs des récifs expérimentaux relatifs à des taxons récif natal, et leur taux de colonisation par habitant était similaire à l'indigène, le mérou écologiquement similaires petit corps, le rouge derrière *Epinephelus guttatus*.

Les structures artificielles sont le résultat du développement côtier et les décharges illégales, mais sont aussi souvent ajouté intentionnellement dans le but de renforcer localement biomasse des espèces indigènes. Cette étude révèle un potentiel de coûts imprévus écologiques à des structures artificielles: la facilitation de l'invasion lionfish. Nos données suggèrent que le lionfish peut envahir récifs naturels en l'absence de structures artificielles, mais que les structures artificielles faciliter la colonisation des habitats marginaux comme le sable, d'algues et dans une moindre mesure, les fonds durs. La suppression ou la prévention du dumping illégal de structures artificielles peut donc ralentir la propagation du lionfish mais il est peu probable pour empêcher leur expansion. En outre, la colonisation lionfish relativement lente des récifs expérimentaux suggèrent que leur succès dans les Caraïbes n'est pas due à une plus grande capacité à se disperser et à occuper des structures artificielles de taxons indigènes. Cependant, notre étude est livré avec une mise en garde. Tous les sites de sable marins dans notre étude semblent être des habitats marginaux pour les poissons-lions. Les désignations d'habitat à plus petite échelle suggèrent que l'hétérogénéité des habitats (ex: présence de corniches éruption) dans du sable-marins sites peut être important pour lionfish juvénile (C. Layman Comm. pers.). Tous les sites marins dans notre étude manquait rebords éruption; par conséquent, il est difficile de déterminer la mesure dans laquelle nos conclusions s'appliquent aux herbiers avec cette particularité.

MOTS CLÉS: Lionfish, habitats lionfish marginal

LITERATURE CITED

- Bulleri, F. 2005. The introduction of artificial structures on marine soft- and hard-bottoms: ecological implications of epibiota. *Environmental Conservation* **32**:101-102.
- Glasby, T.M. and S.D. Connell. 1999. Urban structures as marine habitats. *Ambio* **28**:595-598.
- Ruiz, G.M., A.L. Freestone, P.W. Fofonoff, and C. Simkanin. 2009. Habitat distribution and heterogeneity in marine invasion dynamics: the importance of hard substrate and artificial structure. Pages 321 - 332 in: M. Wahl (ed.) *Marine Hard Bottom Communities: Patterns, Dynamics, Diversity and Change*. Springer, Heidelberg, Germany.
- Sheehy, D.J. and S.F. Vik. 2010. The role of constructed reefs in non-indigenous species introductions and range expansions. *Ecological Engineering* **36**:1-11.
- Steele, M.A. 1999. Effects of shelter and predators on reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **233**:65-79.

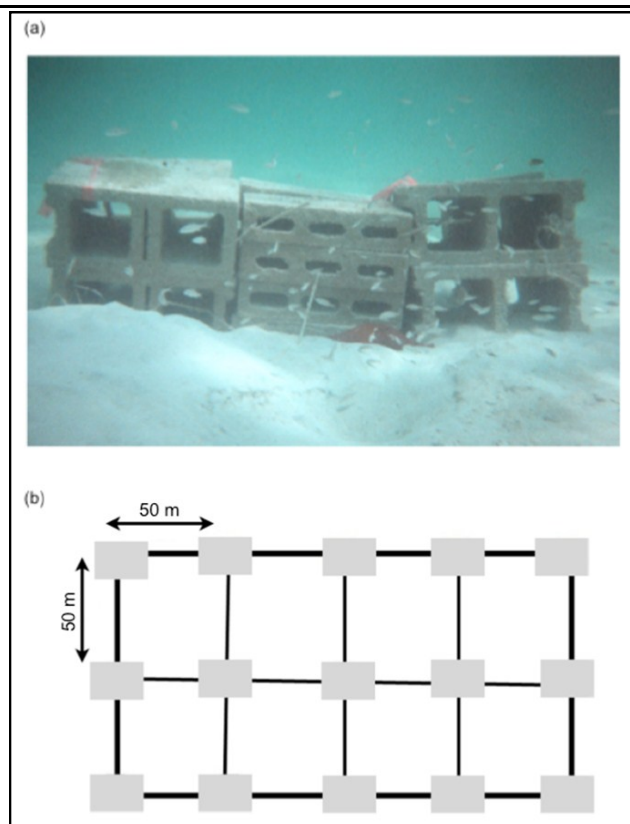


Figure 1. (a) Example of an experimental concrete-block reef used to estimate lionfish and native reef fishes per capita colonization rates. (b) Schematic of the spatial arrangement of experimental reefs ($n=15$ reefs per site) at each study site. Grey rectangles represent experimental reefs.

Figura 1. (a) Ejemplo de un arrecife experimental de bloques de concreto utilizados para estimar el pez león y peces nativos del arrecife por las tasas de colonización cápita. (b) Esquema de los arrecifes de arreglo espacial experimental ($n = 15$ arrecifes por sitio) en cada sitio de estudio. Rectángulos grises representan los arrecifes de experimentación.

Figure 1. (a) Exemple d'un récif expérimental en blocs de béton utilisés pour estimer lionfish et poissons de récif natal par les taux de colonisation habitant. (b) Schéma de l'arrangement spatial des récifs expérimentaux ($n = 15$ récifs par site) à chaque site d'étude. Rectangles gris représentent les récifs expérimentaux.