




## Invasión de un poliqueto nativo en una isla del Pacífico Oriental Tropical

### Invasion of a native polychaete in an Eastern Tropical Pacific island

Sandra Ramírez-Calero, Wilmar A. Torres-López, Lizeth López-Molina, Andrés J. López-Dávila and Edgardo Londoño-Cruz

 0000-0002-5153-1042

Departamento de Biología, Universidad del Valle. Calle 13 No. 100-00, A.A. 25360, Cali, Colombia. sprc392@gmail.com, wilmar.alexander.torres@correounivalle.edu.co, lizeth.lopez.molina.b@gmail.com, andresjlopez25@gmail.com, edgardo.londono@correounivalle.edu.co

#### RESUMEN

Las fluctuaciones en la dinámica de poblaciones como las explosiones demográficas e invasiones, son relativamente comunes en los ecosistemas, y en ciertos casos pueden afectar la biodiversidad y otra serie de atributos ecológicos. En este artículo, reportamos la aparición y explosión demográfica de *Idanthyrsus* cf. *cretus* (Chamberlin, 1919), un poliqueto constructor de arrecifes y describimos algunas de sus características ecológicas (abundancia y cobertura). Este estudio fue llevado a cabo en tres localidades de la Isla Gorgona, ubicada en el Pacífico colombiano. El muestreo se realizó de forma aleatoria en los niveles intermareales bajo, medio y alto con el fin de medir la densidad poblacional y la cobertura. La densidad fue medida utilizando muestras de 100 cm<sup>2</sup> de área de la colonia (N=37), mientras que la cobertura fue medida utilizando transectos aleatorios por localidad y nivel intermareal (20m largo x 2m ancho). Un total de 1904 individuos fueron colectados. La densidad media (73 ind./100cm<sup>2</sup>) fue estadísticamente similar entre las localidades. La cobertura fue estadísticamente diferente entre las zonas intermareales, reportando los valores más altos en el intermareal medio (11%). Las diferencias de cobertura de las colonias de *I. cf. cretus* entre las localidades se deben probablemente a las características físicas: disponibilidad adecuada de sustrato y sedimentos, los cuales pueden afectar la abundancia y el tamaño de la colonia. El sustrato y los materiales de construcción apropiados pueden favorecer una propagación rápida, llevando a la invasión local.

*Palabras clave:* Explosión demográfica, Ingenieros biológicos, Invasión, *Idanthyrsus*.

#### ABSTRACT

Fluctuations in population dynamics, like demographic expansions and invasions, are relatively common in ecosystems, and in certain cases may affect biodiversity and a suite of other ecological attributes. In this paper, we report the appearance and population explosion of the reef-building polychaete (Sabellariidae) *Idanthyrsus* cf. *cretus* in Gorgona Island (Eastern Tropical Pacific), describing some ecological characteristics (abundance and coverage). The survey was carried out in three study areas of Gorgona Island, located in the Colombian Pacific. Sampling was performed randomly at low, mid and high intertidal levels, in order to measure density and coverage. Density was measured randomly in three study areas at low, mid and high intertidal levels collecting samples (N=37) of 100 cm<sup>2</sup> from the colony. Coverage was measured using random transects (N=21) per locality and intertidal levels (20 m length x 1 m width). A total of 1,904 *I. cf. cretus* were collected with a mean density of 73 ind./100 cm<sup>2</sup>. Coverage was statistically different between intertidal zones, with the highest values in the mid-intertidal level (11%). Differences in coverage of *I. cf. cretus* colonies among study areas are probably due to differing intertidal physical characteristics: the availability of adequate substrate and building materials in the study areas sediments, which in turn might affect abundance and colony size. Suitable substrate and construction material might have favored the rapid spreading and local invasion of this species.

*Key words:* Demographic explosion, Biological engineer, Invasion, *Idanthyrsus*.

DOI: 10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.731

Publicado por INVEMAR

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by INVEMAR

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas fluctúan naturalmente. Por esto, características ecológicas como la competencia, depredación, reclutamiento, colonización y la distribución de las especies podrían fluctuar también (Wallentinus y Nyberg, 2007; Quintana *et al.*, 2013). Adicionalmente, los hábitats se vuelven susceptibles a invasiones ecológicas por especies nativas y no nativas (Valéry *et al.*, 2008). Además, se ha demostrado que las especies nativas también pueden exhibir explosiones demográficas, ocupar rangos más amplios y mostrar un comportamiento invasivo como resultado de perturbaciones naturales y humanas. A pesar de que las “especies invasoras nativas” pueden causar algunos problemas a los ecosistemas (ej. dominancia, extinciones locales y reducción de la biodiversidad) (Parsons y Lalli, 2002; Olden, 2006; Valéry *et al.*, 2009a, 2009b; Carey *et al.*, 2012 y Rilov *et al.*, 2012), han sido poco documentadas en el mundo (Valery *et al.*, 2008, 2009a; Buczkowski, 2010; Carey *et al.*, 2012; Simberloff *et al.*, 2013).

Las explosiones demográficas pueden definirse como un aumento repentino en el número de individuos de una especie (Hawley, 1982). Este incremento, causa desequilibrio en la abundancia de otras especies, disminución en los recursos locales y modifica las características del paisaje (Morelle *et al.*, 2016). Las especies invasoras nativas muestran el mismo comportamiento de rápida expansión que las especies invasoras exóticas (Valery *et al.*, 2009b; Morelle *et al.*, 2016). Por lo tanto, es importante investigar cuáles son las causas que están influyendo en las explosiones demográficas, y las consecuencias de las abundancias excesivas de una especie para los ecosistemas.

Estas especies invasoras nativas también pueden mejorar las condiciones de los ecosistemas. Lo anterior ocurre cuando dichas especies son modificadores ecosistémicos (*ecosystem engineers*) (Bazterrica *et al.*, 2012). Dichos modificadores, tienden a cambiar la estructura actual del hábitat, modificando las condiciones físicas y modulando la disponibilidad de recursos bióticos y abióticos para otras especies (Jones *et al.*, 1994; Barrios *et al.*, 2009; Bazterrica *et al.*, 2012, 2014). Por ejemplo, los modificadores de ecosistemas pueden crear fácilmente nuevos hábitats, prevenir el reclutamiento de otras especies o aumentar su propia actividad de dispersión y reproducción dentro de las nuevas condiciones creadas (Cuddington y Hastings, 2004; Lambrinos y Bando, 2008).

El conocimiento acerca de invasiones ecológicas es amplio. La mayoría de los estudios previos se han centrado en las invasiones de especies exóticas o foráneas (Luppi y Bas,

## INTRODUCTION

Ecological attributes, such as competition, predation, recruitment, colonization and species distribution in natural ecosystems might fluctuate over time and space (Wallentinus and Nyberg, 2007; Quintana *et al.*, 2013). In addition, habitats become susceptible to ecological invasions by native and non-native species (Valéry *et al.*, 2008). Furthermore, it has been demonstrated that native species can also exhibit demographic explosions, occupy wider ranges, and show an invasive behavior as a result of natural and human perturbations. Even though, “native invasive species” can cause several problems in ecosystems (e.g. ecosystem dominance, local extinctions and biodiversity reduction) (Parsons and Lalli, 2002; Olden, 2006; Valéry *et al.*, 2009a, 2009b; Carey *et al.*, 2012; Rilov *et al.*, 2012), they have been poorly documented worldwide (Valéry *et al.*, 2008, 2009a; Buczkowski, 2010; Carey *et al.*, 2012; Simberloff *et al.*, 2013).

Population explosions can be defined as a sudden increase in the number of individuals of a given species (Hawley, 1982), producing an imbalance in species abundances, decrease in local resources and modification of landscape features (Morelle *et al.*, 2016). Native invasive species show the same rapid expansion behavior as foreign invasive species (Valéry *et al.*, 2009b; Morelle *et al.*, 2016). Therefore, it is important to investigate which are the causes influencing population explosions, and the consequences of high abundances of one species to ecosystems. Conversely, when an invasive species is considered an ecosystem engineer (Bazterrica *et al.*, 2012), it can help improving an ecosystem, changing the structure of the actual habitat, modifying the physical conditions and modulating the availability of biotic and abiotic resources for other species (Jones *et al.*, 1994; Barrios *et al.*, 2009; Bazterrica *et al.*, 2012, 2014). For example, ecosystem engineers can easily create new accessible habitats, prevent recruitment of other species or increase their own dispersal activity and reproduction within the new conditions they are creating (Cuddington and Hastings, 2004; Ruesink *et al.*, 2006; Lambrinos and Bando, 2008). In general, the majority of previous studies have focused on foreign species invaders (Luppi and Bas, 2002; Parsons and Lalli, 2002; Bazterrica *et al.*, 2012, 2014; Rilov *et al.*, 2012; Quintana *et al.*, 2013; Urban-Malinga *et al.*, 2013; Shumka *et al.*, 2014; Jaubet *et al.*, 2015). However, reports of native invasive species in marine ecosystems

2002; Parsons y Lalli, 2002; Bazterrica *et al.*, 2012, 2014; Rilov *et al.*, 2012; Quintana *et al.*, 2013; Urban-Malinga *et al.*, 2013; Shumka *et al.*, 2014; Jaubet *et al.*, 2015). Sin embargo, son escasos los informes de especies invasoras nativas en ecosistemas marinos (Valery *et al.*, 2009a; Buczkowski, 2010; Carey *et al.*, 2012). Las zonas intermareales pueden ser altamente susceptibles a la invasión por diferentes organismos como poliquetos constructores de arrecifes, bivalvos, gramíneas marinas, mejillones y cangrejos, debido a sus condiciones inherentes como el desplazamiento regular del agua, contenido de nutrientes y sustratos óptimos. (Bruschetti *et al.*, 2009). El Pacífico Oriental Tropical (POT) posee grados variables en los rangos mareales, y la costa Pacífica colombiana posee un ámbito meso a macro-mareal (Ramírez-Martínez *et al.*, 2016), que la hace cumplir con estas condiciones previamente mencionadas. Por lo tanto, la hace particularmente propensa a invasiones biológicas.

Los poliquetos son un grupo muy diverso y común en las zonas intermareales (Bouchet, 2006; Appeltans *et al.*, 2012; Valencia *et al.*, 2014). Los sabelláridos (gusanos de peine de miel) pueden producir tubos duros para vivir, y algunos grupos pueden formar colonias que son estructuras duras similares a arrecifes (Pawlik, 1988). Estudios previos han reportado la distribución de los poliquetos constructores de arrecifes en el Océano Pacífico (Barrios *et al.*, 2009; Bastida-Zavala y García-Madrigal, 2012; Alalykina, 2013). En particular, Barrios *et al.* (2009) estudiaron la distribución de *Idanthyrsus cretus* en el archipiélago de Las Perlas (Panamá), y Gómez *et al.* (1997) registró la presencia de esta especie en Oaxaca, México. Sin embargo, no existen estudios en la costa Pacífica colombiana sobre la densidad y cobertura de este poliqueto. Laverde-Castillo (1989) registró sabelláridos, como *Phragmatopoma attenuata*, *I. cretus* e *I. armatus*, en bahía Cobita, bahía Octavia, ensenada de Utria e isla Gorgona. Aunque no midieron la cobertura, las densidades reportadas nunca sobrepasaron más de 11 individuos. Adicionalmente, estudios previos de *I. cretus* [conocido previamente como *I. pennatus* en Monro (1933), Fauchald (1977) y Prahl (1979)], mencionaron que pocos individuos difícilmente se encontraban construyendo grandes colonias. Solo cerca de cuatro o cinco individuos vivían en tubos duros individuales, y varios de ellos estaban juntos y acoplados a las piedras. Registros posteriores (Kirtley, 1994; Jaubet *et al.*, 2015), estuvieron de acuerdo con esta observación.

*Idanthyrsus cretus* Chamberlin (Sabellariidae) es un poliqueto constructor de arrecifes que suele encontrarse en zonas intermareales expuestas al oleaje y a corrientes costeras y superficiales. *Idanthyrsus cretus* también se puede encontrar a profundidades intermedias bajo el agua

are scarce (Valéry *et al.*, 2009a; Buczkowski, 2010; Carey *et al.*, 2012). Intertidal zones may be highly susceptible to invasion by a suite of different organisms, including reef-building polychaetes, bivalves, sea grasses, mussels and crabs (Bruschetti *et al.*, 2009), due to their inherent conditions such as regular water motion, nutrients load and suitable substrates. The Colombian Pacific coast has a meso to macrotidal range (Ramírez-Martínez *et al.*, 2016) that makes it particularly prone to biological invasions.

Polychaetes are a highly diverse common group in intertidal areas (Bouchet, 2006; Appeltans *et al.*, 2012; Valencia *et al.*, 2014). Sabellarids (honey-comb worms) can produce hard tubes to dwell and some groups may form colonies creating hard reef-like structures (Pawlik, 1988). Previous studies have reported the distribution of reef building polychaetes in the Pacific Ocean (Barrios *et al.*, 2009; Bastida-Zavala and García-Madrigal, 2012; Alalykina, 2013): For example, Barrios *et al.* (2009) studied the distribution of *Idanthyrsus cretus* in Las Perlas Archipelago (Panama) and Gómez *et al.* (1997) reported the presence of this species in Oaxaca, Mexico. However, there are no studies in the Colombian Pacific coast concerning density and coverage of this polychaete. For example, Laverde-Castillo (1989) reported sabellarids, such as *Phragmatopoma attenuata*, *I. cretus* and *I. armatus*, in Bahía Cobita, Bahía Octavia, Ensenada de Utria and Gorgona Island. Although he did not measure coverage, that study do not report more than 11 individuals. In addition, previous studies of *I. cretus* [either when reported as *I. pennatus* in Monro (1933), Fauchald (1977) and Prahl (1979), or recently as *I. cretus* by Kirtley (1994) and Jaubet *et al.* (2015)] have found few individuals hardly building big colonies. According to this information, about four or five individuals were living in hard-single tubes, and several of them were together and attached to the stones. Posterior reports (Kirtley, 1994; Jaubet *et al.*, 2015), agreed with this observation.

*Idanthyrsus cretus* Chamberlin (Sabellariidae), is a reef-building polychaete usually found in intertidal areas exposed to coastal currents and surf. *Idanthyrsus cretus* can also be found at intermediate depths below water on the continental platform associated with hard corals. These environments are perfect for the development of this polychaete due to the regular interchange of sand and sediments, allowing them to construct their tubes and colonies (Kirtley 1994; Bastida-Zavala and Becerril-Tinoco, 2009). This specie as other Sabellarids are filtering

en la plataforma continental asociado a corales duros. Estos entornos son perfectos para el desarrollo de este poliqueto debido a que el intercambio regular de arena y sedimentos es alto, permitiéndoles construir sus tubos y colonias (Kirtley, 1994; Bastida-Zavala y Becerril-Tinoco, 2009). Esta especie, al igual que otros Sabeláridos, son animales filtradores que se alimentan de plancton, desechos orgánicos, pequeñas partes de crustáceos y algas (Bastida-Zavala y Becerril-Tinoco, 2009). Por lo general, otros organismos están asociados con los arrecifes que forman los Sabeláridos (Barrios *et al.*, 2009), al igual que otras familias de poliquetos (Luppi y Bass, 2002; Cuddington y Hasting, 2004). Estos organismos asociados, usan estas colonias como refugio y fuente de alimento.

Bastida-Zavala y Becerril-Tinoco (2009) también agregaron que se sabe poco de las relaciones filogenéticas entre las especies de sabeláridos. Según los primeros informes de estos poliquetos realizados por Monro (1933), Hartman (1940), Fauchald (1977) y Prah (1979) en isla Gorgona, este poliqueto fue considerado como *I. pennatus*. Sin embargo, después de la revisión taxonómica de Sabeláridos hecha por Kirtley (1997), *I. pennatus* se corrigió a *I. cretus*. Así, según referencias bibliográficas, todos los informes anteriores corresponden hoy a *I. cretus*. Aunque aún no existe algún documento taxonómico que describa a *I. cretus* en la costa Pacífica colombiana, para este estudio, se consultó a un experto con el fin de identificar correctamente esta especie.

En este artículo se registra por primera vez información sobre los atributos ecológicos, como la cobertura y la densidad, de la reciente explosión demográfica del poliqueto constructor de arrecifes *Idanthyrsus cf. cretus* (Sabellariidae) en tres sitios de muestreo de isla Gorgona, al sur del Pacífico colombiano. De acuerdo a la información previa, *I. cf. cretus* nunca ha sido observado construyendo colonias ni formaciones arrecifales como las que se registran aquí para isla Gorgona.

## ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del Pacífico colombiano está formada por rocas ígneas y sedimentarias depositadas en antiguos períodos geológicos producidos por erupciones volcánicas (Cantera *et al.*, 1998). Isla Gorgona (2°58' N - 78°11' O), ubicada a 35 km de la costa, posee una gran variedad de ecosistemas costeros y de aguas poco profundas como playas de arena, arrecifes de coral y arrecifes rocosos (Valencia *et al.*, 2014), lo que la hace una de las localidades con mayor biodiversidad en el Pacífico colombiano (Cantera *et al.*, 1995; Díaz y Acero, 2003).

Este estudio fue llevado a cabo en cada zona intermareal (alta-IA, media-IM y baja-IB) de tres sitios de muestreo (La Camaronera, Playa Verde y La Ventana), donde las costas rocosas

animales that feed on plankton, organic detritus, little parts of crustaceans and algae (Bastida-Zavala and Becerril-Tinoco., 2009). Usually, other organisms are associated with sabellarids reefs (Barrios *et al.*, 2009) and with other families of polychaetes (Luppi and Bass, 2002; Cuddington and Hasting, 2004), using these colonies as shelter and food source.

Bastida-Zavala and Becerril-Tinoco (2009) also mentioned that little is known about phylogenetic relationships between sabellarids species. According to first reports of these polychaetes made by Monro (1933), Hartman (1940), Fauchald (1977) and Prah (1979) at Gorgona Island, this polychaete was considered as *I. pennatus*. However, after taxonomic revision of sabellarids by Kirtley (1997), *I. pennatus* was corrected as *I. cretus*. So, according to bibliographic references, all previous reports correspond to *I. cretus* today. Even though there is no a taxonomic paper describing *Idanthyrsus cretus* yet in the Colombian Pacific coast, to identify correctly this species in our study we consulted an expert to corroborate its identification.

In this paper, we report for the first time, information about ecological attributes, such as coverage and density, of the recent population outbreak of the reef-building polychaete *Idanthyrsus cf. cretus* (Sabellariidae) at three localities in Gorgona Island, southern Colombian Pacific. This study is the first report of *I. cf. cretus* building colonies and creating reef-like formations in Gorgona Island.

## STUDY AREA

The Colombian Pacific basin is formed by sedimentary and igneous rocks deposited in ancient geological periods produced by volcanic eruptions (Cantera *et al.*, 1998). Gorgona Island (2°58' N – 78°11' W), located 35 km off the coast in the Colombian Pacific basin, holds a variety of coastal and shallow water ecosystems like sand beaches, coral reefs and rocky reefs (Valencia *et al.*, 2014), making it one of the highest biodiversity areas in the Colombian Pacific (Cantera *et al.*, 1995; Díaz and Acero, 2003). Density and coverage of *I. cf. cretus* were measured at high (HI), middle (MI) and low (LI) intertidal zones of three areas (La Camaronera, Playa Verde and La Ventana) southwest Gorgona Island (Fig. 1). La Camaronera and Playa Verde are two rocky beaches composed by sand, gravel and some large intermingled blocks (high and

son predominantes (Figura 1). La Camaronera y Playa Verde son dos playas rocosas compuestas por arena, grava y algunos grandes bloques de roca entremezclados (zonas intermareales altas y medias). También se pueden encontrar bloques de roca medianos y charcos intermareales (zona intermareal baja). En contraste, La Ventana es una plataforma rocosa de pendiente suave con grandes bloques de roca (intermareal alto), peñascos (intermareal medio) y charcos intermareales, rocas de tamaños medianos y grava (intermareal bajo).

middle intertidal zones); in addition, boulders, blocks, bare rock and tide pools can also be found (low intertidal zone). In contrast, La Ventana is a gently sloping rocky platform with large blocks (high intertidal), boulders (middle intertidal) and tide pools, bare rock and gravel (low intertidal).

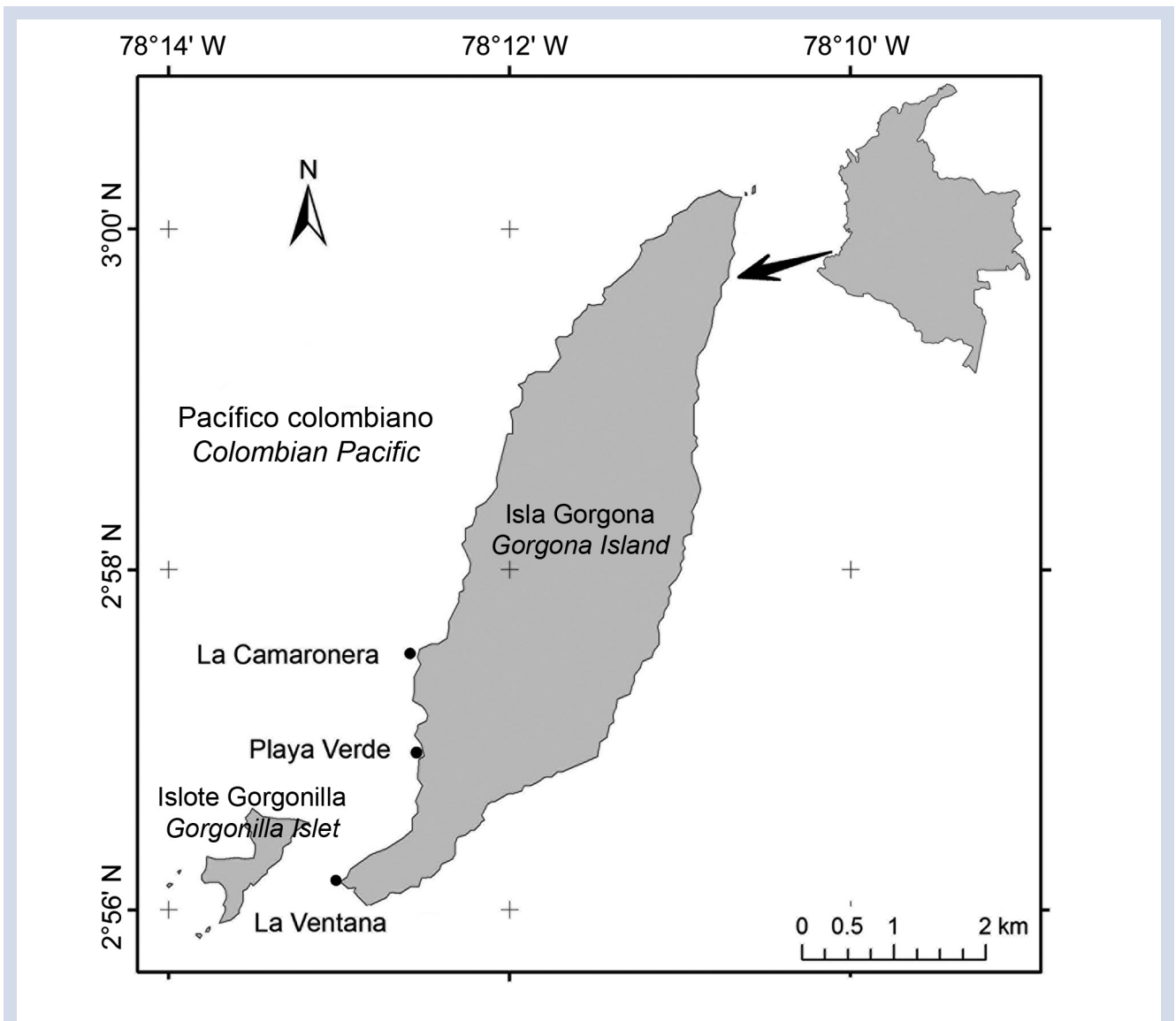


Figura 1. Ubicación de los sitios donde se colectaron los individuos de *I. cf. cretus* y sus colonias. Isla Gorgona: La Camaronera, Playa Verde y La Ventana.

Figure 1. Sample locations where *I. cf. cretus* individuals and colonies were collected. Gorgona Island: La Camaronera, Playa Verde and La Ventana.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Estimación de la densidad

Antes del muestreo, se realizaron observaciones cualitativas en cada zona intermareal dentro de cada sitio de muestreo, para describir las colonias que conformaban los arrecifes de los poliquetos y la biota asociada a ellos (algas, moluscos y cangrejos). Se tomaron fotografías de individuos completos y se colectaron algunos para almacenarlos en el Museo de la Universidad del Valle (Cali, Colombia). En cada sitio de muestreo y zona intermareal (IA, IM y IB), una muestra de 100 cm<sup>2</sup> de la superficie de las colonias de *I. cf. cretus* fue extraída aleatoriamente, utilizando un cincel y un martillo (N=37). Para asegurarnos de que cada colonia fuera completamente muestreada, se cavó hasta encontrar la base de la roca. Por lo tanto, los volúmenes diferían dependiendo del desarrollo colonial. Para el análisis de datos, se utilizó el área en lugar del volumen de la muestra de la colonia. Las colonias fueron cuidadosamente desmenuzadas con el fin de extraer los individuos. Sólo las cabezas de los poliquetos encontrados se contaron para evitar sobreestimación.

### Estimación de cobertura

Se realizaron siete transectos aleatorios a lo largo de la costa, en cada zona intermareal (20 m de longitud × 1 m de ancho). Como resultado, se obtuvieron 21 transectos en cada sitio de muestreo, quedando así un total de 63 transectos en todo el estudio. Cada transecto consistió de una cuadrícula de 100 puntos separados cada 5 cm en un cuadrante de 50 cm. Utilizamos esta cuadrícula a ambos lados del transecto para obtener 1 m de ancho (200 puntos), resultando en 4000 puntos bajo los cuales se registraron los datos de presencia/ausencia de colonias (200 puntos x 20 m).

### Análisis de los datos

El análisis de densidad (número de individuos por 100 cm<sup>2</sup>) sólo consideró los sitios de muestreo. Se excluyeron las zonas intermareales por las siguientes razones: 1) no se encontraron colonias lo suficientemente grandes para muestrear en las zonas de IA e IB en Playa Verde y La Camaronera; y 2) al comparar las zonas intermareales para La Ventana, no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, la densidad se consideró homogénea en las tres zonas intermareales de este sitio de muestreo. Se utilizó un modelo lineal generalizado con una distribución de probabilidad cuasi-Poisson para evaluar los efectos de los sitios de muestreo sobre la densidad de poliquetos. Este modelo considera la sobre dispersión de los datos (Bilder y Loughin, 2014).

## MATERIALS AND METHODS

### Density estimation

Before sampling, qualitative observations were made at each intertidal zone within each locality in order to describe colonies conforming to polychaete reefs, and the associated biota (e.g. algae, mollusks and crabs). Pictures were taken to better document and describe the study area, and some samples were collected to be stored at Universidad del Valle Museum (Cali, Colombia). At each area and intertidal zone (HI, MI and LI), a sample of 100 cm<sup>2</sup> in the surface area of *I. cf. cretus* colonies were randomly sampled (N=37) by chisel and hammer. To make sure each colony was fully sampled we dig until the rock base was found; hence, volumes differed depending on colony development. For data analysis, area instead of volume was used. Colonies were carefully moldered in order to remove individuals, and only polychaete heads were counted to prevent over-estimation.

### Coverage estimation

Seven random transects (20 m length × 1 m width) per area of study and intertidal zone were set along the coastline. 21 transects in total for each locality, resulting in a total of 63 study transects. Each transect consisted of a grid of 100 points separated every 5 cm in a quadrant of 50 cm. We used this grid on both sides of the transect to get 1 m of width (200 points), resulting in 4,000 points under which data on colony presence/absence was recorded (200 points×20 m).

### Data Analysis

Density analyses (numbers of individuals per 100 cm<sup>2</sup>) considered only areas. Intertidal zones were excluded for the following reasons: 1) no colonies large enough to sample were found at HI and LI zones in Playa Verde and La Camaronera, and 2) when comparing intertidal zones for La Ventana, no significant differences were found; therefore, density is considered to be homogeneous in the three zones of this studied area. A generalized linear model with a quasi-Poisson probability distribution was used to assess the effects of locality on polychaete density, including the over-dispersion of data (Bilder and Loughin, 2014).

Coverage (absence/presence data) was assessed using a generalized linear model with a quasi-binomial probability distribution. The adjusted model included study area and intertidal zone as factors. It was necessary to remove the interaction

La cobertura (presencia/ausencia de datos) se evaluó utilizando un modelo lineal generalizado con una distribución de probabilidad cuasi-binomial. El modelo ajustado incluyó el sitio de muestreo y la zona intermareal como factores. Fue necesario eliminar la interacción entre factores debido a la presencia de ceros. Por lo tanto, los factores se analizaron independientemente. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa R versión 3.2.2 (R Core Team, 2015)

## RESULTADOS

Un total de 1904 individuos de *Idanthyrsus cf. cretus* (Fig. 2a-b) fueron colectados de las colonias encontradas en las zonas intermareales (Fig. 2c-e).

between factors due to the presence of zeroes; therefore, factors were analyzed independently. All statistical analyses were conducted in R version 3.2.2 (R Core Team, 2015).

## RESULTS

A total of 1,904 *Idanthyrsus cf. cretus* individuals (Fig. 2a-b) were collected from colonies found in the studied areas of Gorgona Island (Fig. 2c-e). These individuals were present in all intertidal zones in La Ventana. In Playa Verde, *I. cf. cretus* was present only in the MI and LI zones, and in La Camaronera only in the MI zone. The general lowest abundance was observed at HI and the highest at MI

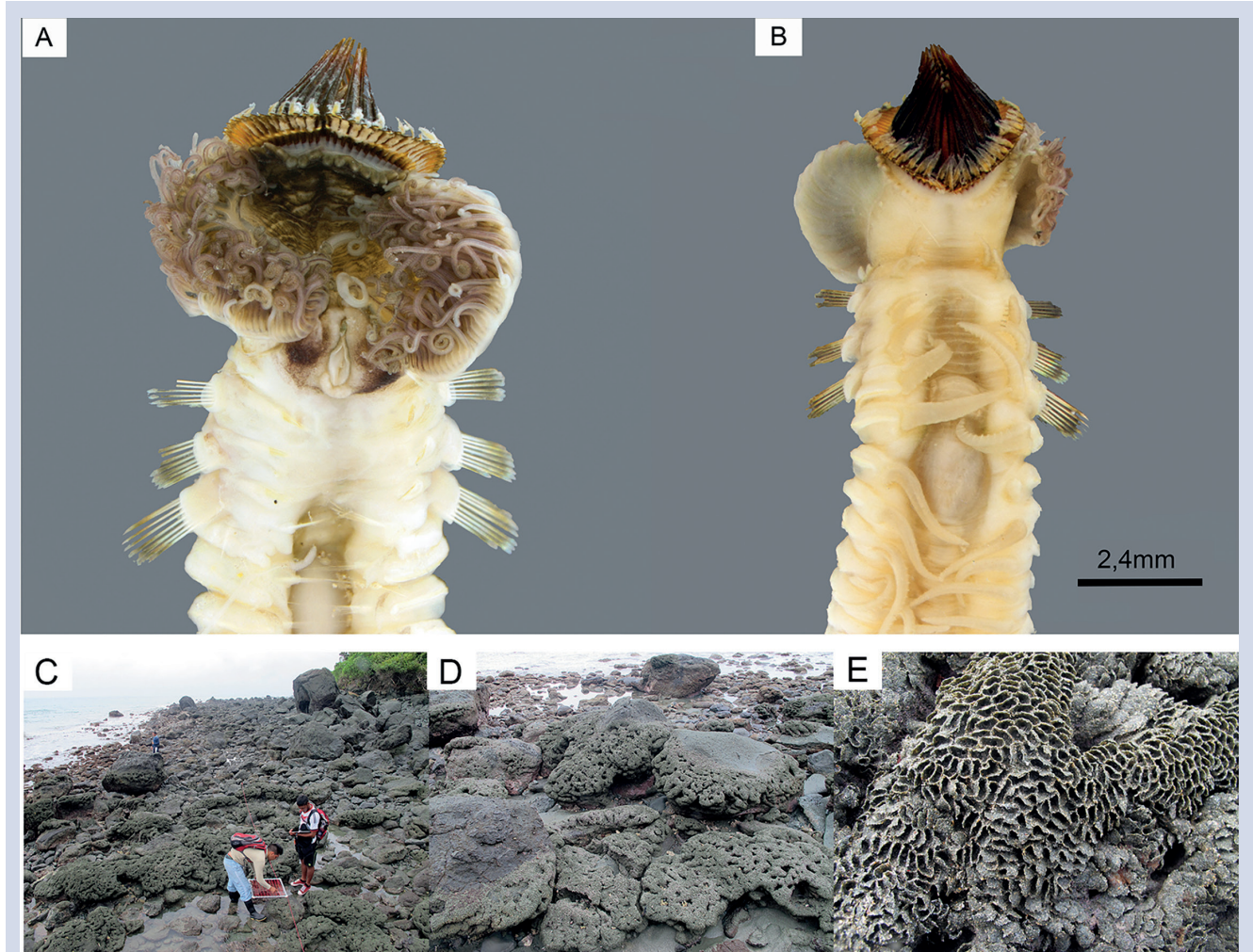


Figura 2. Vista ventral (A), vista dorsal (B), vista general del paisaje (C), morfología de la colonia (D) y vista de la colonia en primer plano (E) del poliqueto *Idanthyrsus cf. cretus* colectado en la isla Gorgona.

Figure 2. Ventral (A), dorsal (B), landscape general view (C), colony morphology (D) and colony close-up (E) of *Idanthyrsus cf. cretus* sampled at Gorgona Island.

Estos individuos estaban presentes en todas las zonas intermareales de La Ventana. En Playa Verde, se encontraron individuos de *I. cf. cretus* en el IM e IB, y en La Camaronera sólo en el IM. La menor abundancia se observó en la zona del IA y la más alta en el IM (Tabla 1). El IM en La Camaronera solo representó 22.3% (424 individuos) del total de individuos. La media ponderada del número total de individuos por sitio de muestreo mostró el valor más alto en La Camaronera y el más bajo en La Ventana. Sin embargo, utilizando el índice de dispersión (*I*), el número de individuos colectados en La Ventana y Playa Verde fue casi similar y mayor que en La Camaronera. Además, se encontró que La Ventana muestra un patrón de distribución aleatorio, mientras que Playa Verde y La Camaronera se observa una distribución irregular en parches ( $p < 0.001$ ).

Tabla 1. Número total de individuos de *Idanthyrsus cf. cretus* por sitio de muestreo y nivel intermareal en la Isla Gorgona.

Zona / Zone	Localidad / Locality			Suma / Sum
	La Ventana	Playa Verde	La Camaronera	
IA	237	-	-	237
IM	228	378	424	1030
IB	268	369	-	637
Media ponderada / Weighted mean	244,3	373,5	424,0	
Suma / Sum	733,0	747,0	424,0	1904

**Análisis estadísticos**

La cobertura en Playa Verde y La Camaronera fue mayor en las zonas del IM, lo cual refleja el patrón general de cobertura observado (Tabla 2). Además, la cobertura en Playa Verde fue la más alta, en comparación con cualquier otro sitio de muestreo. De hecho, correspondió a 1,6 y 2,0 veces más que en La Camaronera

Tabla 2. Cobertura de la colonia (%) de *Idanthyrsus cf. cretus* por sitio de muestreo y nivel intermareal en la Isla Gorgona.

Zona / Zone	Localidad / Locality			Media / Sum
	La Ventana	Playa Verde	La Camaronera	
IA	0,6	0,1	0,0	0,2
IM	2,5	18,9	11,7	11,0
IB	6,6	0,0	0,0	2,2
Suma / Sum	3,2	6,3	3,9	

y La Ventana, respectivamente (ver tabla 1, figura 3). Por otra parte, el efecto de la zona intermareal en la cobertura fue aún más notable dado que la cobertura en el IM fue

(Table 1). The MI at La Camaronera alone accounted for 22.3% (424 individuals) of the total number of individuals. The weighted mean of the total number of individuals per studied area showed the highest value at La Camaronera and the lowest at La Ventana. However, using the dispersion index (*I*), the number of individuals collected at La Ventana and Playa Verde were almost similar and higher than La Camaronera. Furthermore, it was found that La Ventana shows a random distribution pattern, ( $p=0.165$ ) while in Playa Verde and La Camaronera a patchy distribution was observed ( $p < 0.001$ ).

Coverage at Playa Verde and La Camaronera was higher at MI zones, which reflected the general observed coverage pattern (Table 2). In addition, coverage at Playa Verde was the highest, compared

Table 1. Total number of *Idanthyrsus cf. cretus* individuals per area of study and intertidal level at Gorgona Island.

to any other locality. Indeed, it was 1.6 and 2.0 times higher than La Camaronera and La Ventana, respectively (See table 1, Fig. 3). Moreover, the effect of intertidal zone on coverage was even more remarkable because coverage at MI was as much as 47.5 and 5.0 times higher than La Ventana and La Camaronera, respectively (See table 1, Fig. 4).

Table 2. Colony coverage (%) of *Idanthyrsus cf. cretus* per area of study and intertidal level at Gorgona Island.

Studied areas had no significant effect on coverage (Fig. 3a). However, Playa Verde was the locality with the highest mean coverage,



hasta 47,5 y 5,0 veces más alto que en La Ventana y La Camaronera, respectivamente (ver tabla 1, Fig. 4).

followed by La Camaronera and La Ventana (Fig. 3a). Statistical differences between intertidal zones

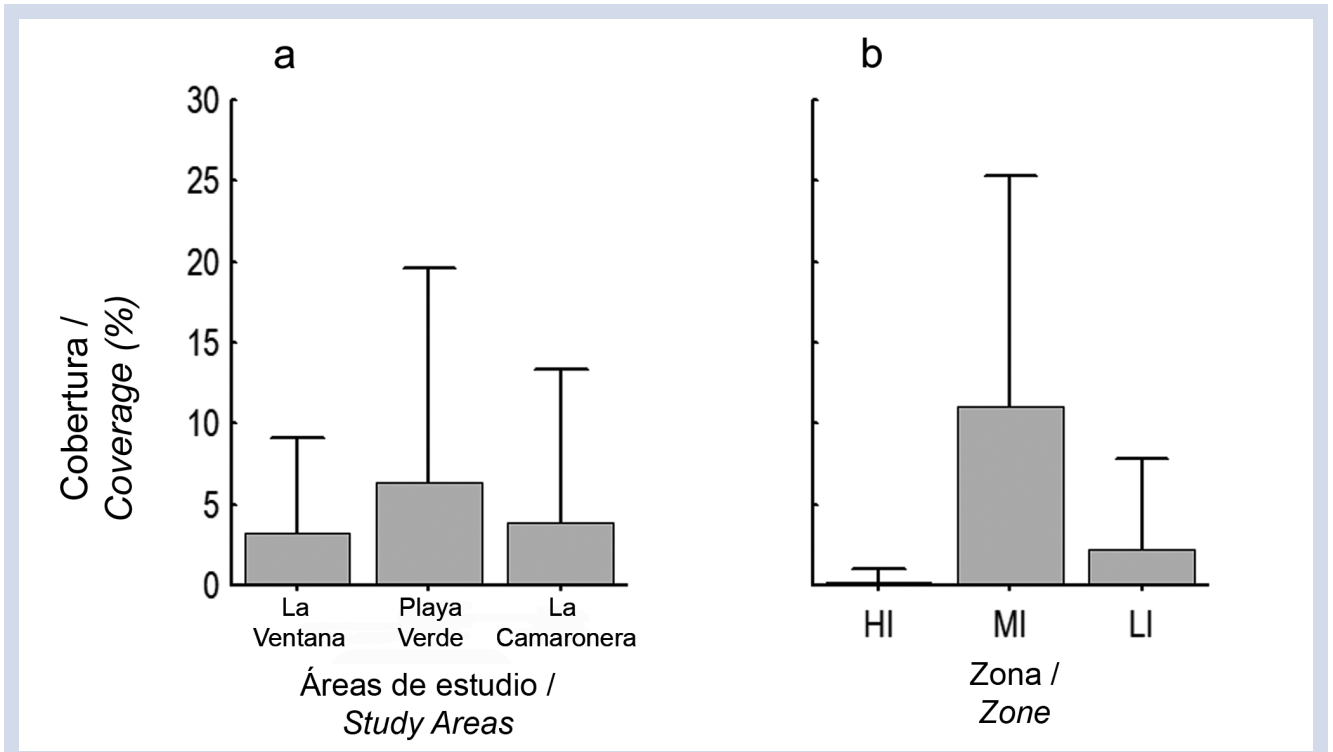


Figura 3. Cobertura media total (+DE) de las colonias de *I. cf. cretus* (a) en cada área de estudio, y zona intermareal (b) en la isla de Gorgona.

Figure 3. Total mean coverage (+SD) of *I. cf. cretus* colonies in (a) each study area, and (b) intertidal zone at Gorgona Island.

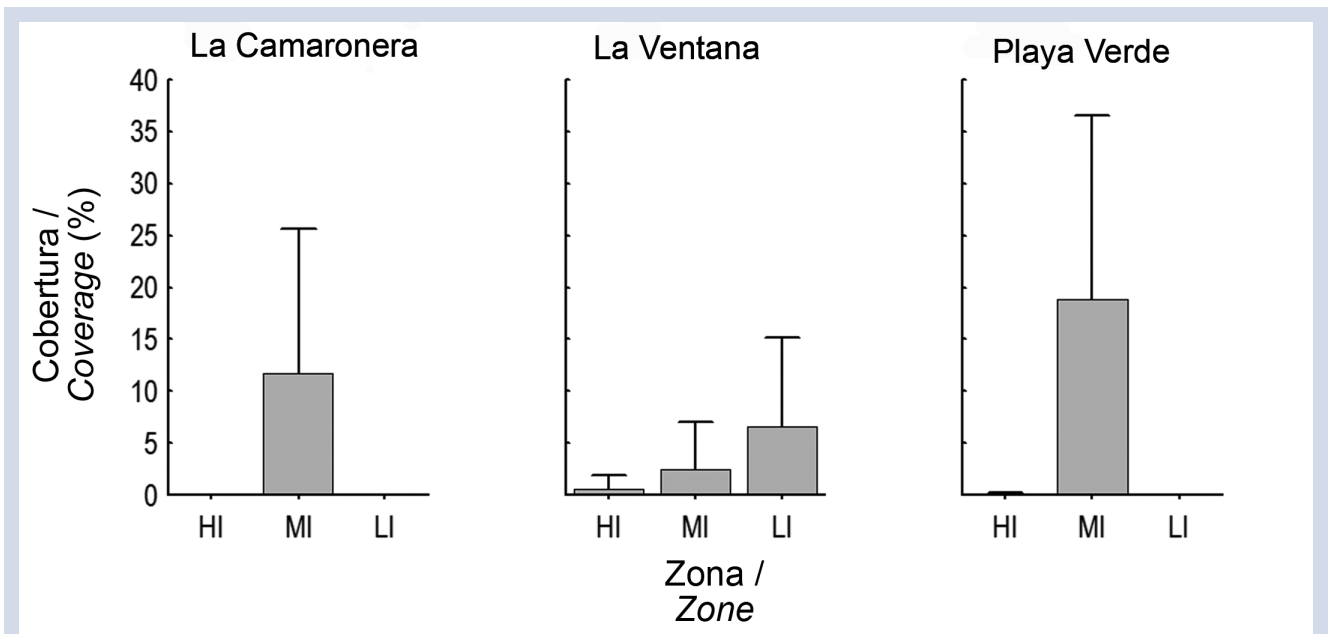


Figura 4. Cobertura media (+DE) de las colonias de *I. cf. cretus* para cada sitio de muestreo en cada zona intermareal en la isla de Gorgona.

Figure 4. Mean coverage (+SD) of *I. cf. cretus* colonies for each study area in every intertidal level at Gorgona Island.

Por otro lado, los sitios de muestreo no tuvieron un efecto significativo en la cobertura (Fig. 3a). Sin embargo, Playa Verde fue la localidad con mayor cobertura media, seguida por La Camaronera y La Ventana (Fig. 3a). Se encontraron diferencias estadísticas entre las zonas intermareales. La alta cobertura del IM fue significativamente diferente al IB (y al IA, mientras que el IB y el IA no fueron estadísticamente diferentes entre ellos (Fig. 3b). Aunque la interacción (localidad  $\times$  zona intermareal) no se incluyó en el modelo, la agregación de *I. cf. cretus* en el IM de Playa Verde y La Camaronera fue evidente. Por el contrario, La Ventana mostró una tendencia creciente en la cobertura, registrando la más baja en la zona del IA hasta la más alta en la zona del IB (Figura 4).

La densidad media (ind./100cm<sup>2</sup>  $\pm$  DE) fue similar entre los sitios de muestreo. Sin embargo, el sitio de muestreo con menor densidad media fue La Ventana, mientras que Playa Verde y La Camaronera tuvieron densidades similares y más altas (Fig. 5). Estas dos últimas también mostraron una dispersión de datos más amplia (véase el índice de dispersión), lo que podría haber afectado los resultados estadísticos. Además, la densidad entre los niveles intermareales fue evaluada por separado y sólo en La Ventana y Playa Verde. No hubo efectos estadísticos en la densidad de *I. cf. cretus* entre las zonas intermareales ni en La Ventana ni en Playa Verde.

were found. The high coverage at MI levels were significantly different to LI (and HI levels while LI and HI were not statistically different between them) (Fig. 3b). Although the interaction (locality  $\times$  intertidal zone) was not included in the model, the aggregation of *I. cf. cretus* in the MI of Playa Verde and La Camaronera was evident. On the other hand, La Ventana showed an increasing tendency in coverage, from the lowest in the HI to the highest in the LI level (Fig. 4).

Mean density (ind./100cm<sup>2</sup>  $\pm$ SD) between studied areas was similar. However, the locality with the lowest mean density was La Ventana, while Playa Verde and La Camaronera had higher and similar densities (Fig. 5). These two localities also showed wider data dispersion (see also dispersion index above), which could have affected statistical results. In addition, density between intertidal levels was evaluated separately and only at La Ventana and Playa Verde. There were no statistical effects on *I. cf. cretus* density between levels neither at La Ventana nor at Playa Verde.

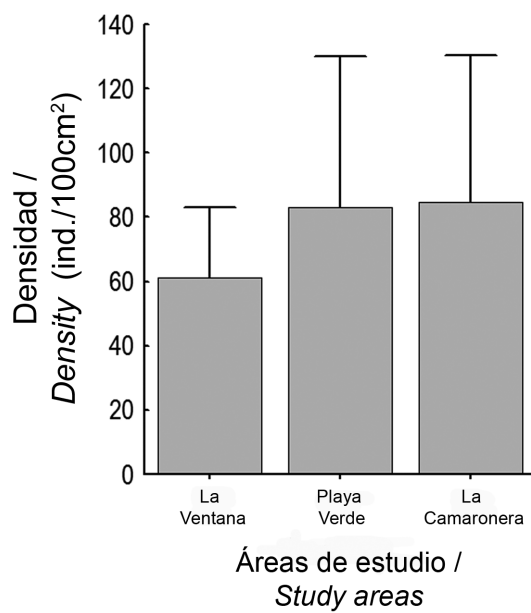


Figura 4. Cobertura media (+ DE) de las colonias de *I. cf. cretus* para cada sitio de muestreo en cada zona intermareal en la isla de Gorgona.

Figure 4. Mean coverage (+SD) of *I. cf. cretus* colonies for each study area in every intertidal level at Gorgona Island.

## DISCUSIÓN

Los registros de *I. cf. cretus* en la Isla Gorgona son raros. Hasta donde se sabe, sólo hay informes de algunos individuos hechos por Monro (*I. pennatus* e *I. armatus*, 1933). Sin embargo, Hartman (1940), Fauchald (1977) y Prahl (1979) citaron estos registros en sus estudios, y Kirtley (1994) describió posteriormente a *I. pennatus* como *I. cretus*. Por lo tanto, no hay más registros publicados de esta especie además de los estudios mencionados aquí. Adicionalmente, durante viajes constantes a la isla (al menos dos veces al año), no se pudo observar ningún signo de presencia de individuos ni colonias. Por consiguiente, fue evidente que estas colonias aparecieron repentinamente a lo largo de las costas de La Ventana, La Camaronera y Playa Verde. Dado el razonamiento anterior, se reporta con certeza que no hubo informes publicados de colonias anteriores a 2013. Por lo tanto, nuestros resultados de alta cobertura y densidad de *I. cf. cretus*, sugieren que ha habido una repentina explosión demográfica de esta especie en la isla al menos desde 2014.

Dado la escasez de estudios sobre densidad y cobertura de *Idanthyrsus cf. cretus* (Sabellaridae), fue difícil comparar nuestros resultados con estudios similares. Sin embargo, los arrecifes de *I. cf. cretus* estudiados en Gorgona son similares en estructura y características generales a los registrados en áreas cercanas. Por ejemplo, Barrios *et al.* (2009) registró una densidad en el archipiélago de Las Perlas, en Panamá, de 72 ind./100cm<sup>2</sup> (aunque en los resultados registran densidades por 10 cm<sup>2</sup>, creemos firmemente que se refieren a 100 cm<sup>2</sup> ya que en su metodología se indica el uso de cuadrantes de 10 × 10 cm), una densidad casi igual a nuestros resultados (73 ind./100 cm<sup>2</sup>). Además, Gómez *et al.* (1997) también encontraron esta especie en dos de las cinco bahías muestreadas en Oaxaca, México (La Entrega y Puerto Ángel), pero su densidad fue muy baja comparada con otros sabelláridos registrados en este estudio (seis individuos en 40 transectos de 5 m×1 m). Informes de la abundancia de *I. cf. cretus* en el Pacífico colombiano incluyen muy poca información sobre las estimaciones de densidad (sólo presencia de especies). En particular, Salazar-Vallejo y Londoño-Mesa, (2004) mencionan que los registros de los poliquetos en la costa del Pacífico colombiano están incompletos o no tienen detalles específicos sobre su morfología.

## DISCUSSION

Reports of *I. cf. cretus* at Gorgona Island are rare. To the best of our knowledge, there are only reports of a few individuals made by Monro (*I. pennatus* and *I. armatus*, 1933). However, Hartman (1940), Fauchald (1977) and Prahl (1979) cited these reports in their studies, while Kirtley (1994) described *I. pennatus* as *I. cretus*. So, there are no more published reports of this species besides the studies mentioned here, or reported colonies prior to ca. 2013. During our constant trips to the island (at least twice a year), we were unable to observe any signs of presence neither individuals nor colonies. Hence, it was evident that these colonies suddenly appeared along the coasts of La Ventana, La Camaronera and Playa Verde. Given the previous reasoning, we are confident to inform that there were no published reports of colonies prior to ca. 2013 (or even before). Therefore, our results showed high coverage and density of *I. cf. cretus*, suggesting that there has been a sudden outbreak in the demography of this species in the island at least since 2014.

As studies about density and coverage of *Idanthyrsus cf. cretus* (Sabellaridae) are scarce, it was difficult to compare our results with other geographic areas. However, *I. cf. cretus* reefs surveyed at Gorgona are similar in structure and general characteristics to those reported in areas nearby. For instance, Barrios *et al.* (2009) reported a density in Las Perlas, Panama of 72 ind./100cm<sup>2</sup> (although in the results they report densities per 10 cm<sup>2</sup>, we firmly believe they are referring to 100 cm<sup>2</sup> since in their methodology they state the use of 10×10 cm quadrats), a density almost equal to our results (73 ind./100cm<sup>2</sup>). In addition, Gómez *et al.* (1997) also found this species in two of five sampled bays of Oaxaca, Mexico (La Entrega and Puerto Angel), but its density was very low compared to other sabellarids reported in this study (six individuals in 40 transects of 5 m×1 m). Reports of the abundance of *I. cf. cretus* in the Colombian Pacific include few or no information about density estimations (only presence of species). In general, polychaete reports for the Colombian Pacific coast are incomplete or do not have specific details about morphology (Salazar-Vallejo and Londoño-Mesa,

Además, Londoño-Mesa (2017), también explica que en general, los poliquetos en esta región siguen siendo poco estudiados. Con respecto al Pacífico colombiano, nuestros resultados proporcionan detalles importantes sobre los posibles cambios en la ecología poblacional de este poliqueto en isla Gorgona que demandan más investigación.

Durante el muestreo, también se observaron varios organismos asociados a este poliqueto (*e.g.* algas, moluscos, crustáceos y otros poliquetos), los cuales ya se habían reportado habitando arrecifes creados por poliquetos constructores (Luppi y Bas, 2002; Cuddington y Hastings, 2004; Barrios *et al.*, 2009; Bruschetti *et al.*, 2009). Los arrecifes proporcionan una gran variedad de microhábitats (Hunter y Sayer, 2009), que son utilizados por diferentes organismos. Este es el caso de las colonias formadas por *I. cf. cretus*. Mientras que esto es cierto, modificadores ecosistémicos (*ej.* poliquetos constructores de arrecifes; ver Jones *et al.*, 1994) tienden a modificar rápidamente su hábitat alterando el funcionamiento de su ecosistema (Schwindt *et al.*, 2001; Bruschetti *et al.*, 2009). Como consecuencia, esto podría ocasionar graves efectos negativos o positivos sobre los componentes de la comunidad (*ej.* riqueza y diversidad de especies). Gribben *et al.*, 2013, explica que los modificadores ecosistémicos pueden reducir el crecimiento de la población y la dispersión de otros organismos, especialmente los invertebrados. A pesar de que nuestro conocimiento sobre este poliqueto constructor de arrecifes es muy pobre, y no se obtuvieron datos formales de otros invertebrados, nuestros resultados sugieren que esta dominancia aparente en la mayoría de las zonas intermareales de la isla (tabla 1 y figura 3), podría cambiar las tasas de desarrollo de otros organismos a medida que las colonias se dispersan y crecen. Además, los constructores de ecosistemas también pueden afectar negativamente los componentes de la comunidad infaunal disminuyendo el número de individuos y taxones (Gribben *et al.*, 2013).

La presencia y cobertura de las colonias de *I. cf. cretus* fueron diferentes entre localidades y zonas intermareales. Se hipotetiza que esto se debe a las características físicas en las que estas colonias están siendo construidas (pendiente de la costa, tipo y heterogeneidad del sustrato, energía de las olas y transporte de sedimentos, Pawlik *et al.*, 1991; Voulgaris *et al.*, 1998; Barrios *et al.*, 2009). En Playa Verde y La Camaronera, el IM está formado por grandes peñascos y bloques de roca que

2004). Moreover, Londoño-Mesa (2017) also said that, in general, polychaetes in the Colombian Pacific remain little studied. Concerning the Colombian Pacific, our results provide important details about possible changes in the population ecology of this polychaete in Gorgona Island that demand further investigation.

Various organisms associated to this polychaete (*e.g.* algae, mollusks, crustaceans and other polychaetes) were also observed during our sampling expeditions. These organisms have already been reported to inhabit other reef-building polychaetes (Luppi and Bas, 2002; Cuddington and Hastings, 2004; Barrios *et al.*, 2009; Bruschetti *et al.*, 2009). Reefs provide an array of microhabitats (Hunter and Sayer, 2009) that are used by different organisms, this is the case of the colonies formed by *I. cf. cretus*; while this is true, ecosystem engineers (*e.g.* reef-building polychaetes; see Jones *et al.*, 1994) tend to, rapidly, modify their habitat altering ecosystem functioning (Schwindt *et al.*, 2001; Bruschetti *et al.*, 2009). As a consequence, this might have severe negative or positive effects on community components (*e. g.* richness and diversity). Gribben *et al.*, 2013, explains that ecosystem engineers can reduce population growth and dispersion of other organisms, especially invertebrates. Even though our knowledge about this reef-building polychaete is very poor, and we did not take any formal data of other invertebrates (*e.g.* mollusk, crabs), our results suggested that this apparent dominance in most mid to low intertidal levels of the Island (table 1 and figure 3), could change the development rates of other organisms as the colonies disperse and grow. In addition, ecosystem engineers can negatively affect the infaunal community components decreasing their number of individuals and taxa as well (Gribben *et al.*, 2013).

The presence and coverage of *Idanthyrsus cf. cretus* colonies were different between localities and tidal zones. We hypothesize that this is due to physical characteristics where the colonies are constructed, including the slope, type and heterogeneity of substrate, wave energy, and sediment transport (Pawlik *et al.*, 1991; Voulgaris *et al.*, 1998; Barrios *et al.*, 2009). The bottom portion

proporcionan lugares adecuados donde los poliquetos pueden establecerse y crecer con seguridad (grietas, hoyos y partes inferiores de las rocas). Además, hay un suministro constante de material de construcción (arena, conchas agrietadas y corales) producido por las fuertes olas que pone en movimiento los sedimentos de las playas, permitiendo que las colonias aumenten su grosor. La ausencia de sustratos adecuados en la zona del IA de Playa Verde y La Camaronera dificultó la formación de colonias. Por otro lado, se observó un patrón diferente en La Ventana donde se encontraron colonias en todos los niveles intermareales (Fig. 4). Sin embargo, estas colonias fueron delgadas y menos abundantes. Esto podría deberse a que este sitio de muestreo se caracteriza por presentar una plataforma de pendiente suave y donde el sustrato está formado por pequeñas rocas y grava. Aunque la playa de arena más grande de la isla se encuentra junto a esta zona, esta plataforma podría restringir el suministro de arena para la formación de colonias. Además, la presencia de una isla más pequeña (islot de Gorgonilla) situada frente a esta localidad y separada sólo por un canal estrecho, podría servir de barrera para el movimiento del agua que impacta la orilla y recircula los sedimentos. En general, aunque las condiciones en La Ventana pueden ser poco aptas para la formación adecuada de colonias, estas condiciones (*ej.* humedad, suministro de arena) en el IB son ligeramente más adecuadas que en el IA e IM. Como consecuencia, la densidad y cobertura fueron mayores en este nivel intermareal (IB) en La Ventana.

Otra posible explicación para la diferencia en la abundancia y tamaño de las colonias y el hecho de que la densidad de poliquetos no mostró ninguna diferencia estadística entre los niveles intermareales, podría ser el patrón de dispersión de *I. cf. cretus* en La Camaronera y Playa Verde. Este patrón podría estar sugiriendo que la explosión demográfica comenzó en estos sitios porque nuestros resultados mostraron que la densidad y la cobertura de las colonias fue más altas en ellos, además tenían un patrón de distribución aleatorio. Por otro lado, La Ventana tenía un patrón de distribución irregular o en parches, y las colonias y los valores de densidad fueron pobres en comparación con los otros sitios. Por ende, estos resultados sugieren que la colonización y la explosión demográfica comenzaron en estas dos localidades (Playa Verde y La Camaronera) y va en camino hacia La Ventana. Se sabe que los sabelláridos constructores de arrecifes como *I. cf. cretus*, se expanden por hábitats

of the MI in Playa Verde and La Camaronera is formed by large boulders and blocks that provide suitable places where worms can safely settle and grow (cracks, pits and the undersides of rocks). Also, there is a constant supply of construction material (sand and cracked shells and corals) produced by the strong surf that puts in motion sediments from beaches at the high intertidal, allowing colonies to grow thicker. The absence of suitable substrates at the high intertidal range of Playa Verde and La Camaronera hindered the presence of colonies. Even though we observed a different pattern in La Ventana where colonies were found at all intertidal levels (Fig. 4), those colonies were thin and less abundant. This could be due to the gently sloping platform of the substrate with only small rocks and gravel present. As the largest sand beach of the island is located next to this area, this might restrict the sand supply for the formation of colonies. In addition, the presence of a smaller island (Gorgonilla Islet) located in front of this locality and separated only for a narrow channel, might serve as a barrier to water motion impacting the shore and recirculating the sediments. In general, although conditions at La Ventana can be severe for the proper formation of colonies, these conditions (*e.g.* humidity, sand supply) in LI are slightly more suitable than in HI and MI. As a consequence, density and coverage were higher at this intertidal level (LI) at La Ventana.

Another possible explanation for the difference in abundance and colony sizes and the fact that density of polychaetes did not display any statistical differences between intertidal levels could be the dispersion pattern of *I. cf. cretus* in La Camaronera and Playa Verde. The demographic explosion seemed to begin at these sites because density and coverage of colonies were higher in these localities and had a random distribution pattern. On the other hand, La Ventana had a patchy distribution pattern, and colonies and density values were poor compared to the other sites. Therefore, these results may be suggesting that the colonization and population explosion began at these two localities (Playa Verde and La Camaronera) and is underway to La Ventana. It is known that reef-building sabellarids like *I. cf. cretus* expand through marine habitats depending on suitable conditions

marinos dependiendo de las condiciones adecuadas y las corrientes marinas, pero este proceso toma tiempo (*ej.* Cuddington y Hastings, 2004). Cuddington y Hastings (2004) describieron que las invasiones de modificadores ecológicos (*ecosystem engineers*) se producen en dos fases: 1) cuando la especie recién se asienta y su crecimiento es muy lento (como ocurre en La Ventana); y 2) cuando la expansión se convierte en una explosión demográfica (como ya ha ocurrido en La Camaronera y en Playa Verde).

## CONCLUSIONES

Se registra por primera vez una notable explosión demográfica de *I. cf. cretus* (Sabellariidae) en la Isla Gorgona. Los resultados concuerdan con los registros de *I. cf. cretus* en otros lugares (Barrios *et al.*, 2009), donde estos poliquetos han colonizado ambientes bentónicos con altos niveles de movimiento de agua y rocas. *Idanthyrus cf. cretus* podría estar modificando las zonas intermareales, debido a su rápida propagación y alta cobertura, monopolizando el espacio y, por lo tanto, afectando a la biodiversidad. Los modificadores ecológicos, como los poliquetos, pueden servir de anfitrión a otras especies de zonas intermareales (Gutiérrez *et al.*, 2003; Bruschetti *et al.*, 2009). Aunque sólo se midió la abundancia y cobertura de este poliqueto, individuos de otras especies se observaron ampliamente dentro o fuera de las colonias (*ej.* cangrejos pequeños, moluscos y otros crustáceos). Por lo tanto, el efecto de esta invasión repentina sobre la biodiversidad local es incierto y necesita ser más estudiado. Además, es importante reconocer que este poliqueto se ha encontrado previamente en los arrecifes de coral, incluso en isla Gorgona (Monro, 1933); Gorgona parece ser un lugar único y apropiado para que los poliquetos se establezcan dadas las condiciones de la temperatura del agua (Monro, 1933). Por lo tanto, ya que los arrecifes de coral están bajo condiciones marginales en esta Isla, es importante vigilar esta especie invasora nativa, ya que podría ser una posible amenaza debido a su rápida propagación y dominancia (Barrios *et al.*, 2009). Debido a que no hay otros estudios que informen el repentino crecimiento y propagación de *I. cf. cretus*, es importante y necesario investigar más a fondo esta especie en las costas del Pacífico colombiano para obtener resultados concluyentes sobre

and marine currents, but this process takes time (*e.g.* Cuddington and Hastings, 2004). Cuddington and Hastings (2004) also described that biological engineer's invasions occur in two phases: 1) when the species just settles and its growth is very slow (as it is happening at La Ventana), and 2) when the expansion becomes explosive (as it has already happened at La Camaronera-Playa Verde).

## CONCLUSIONS

We are reporting for the first time a notable demographic expansion of *I. cf. cretus* (Sabellariidae) for Gorgona Island. Our results are in concordance with reports of *I. cf. cretus* elsewhere (Barrios *et al.*, 2009), where these polychaetes have colonized benthic environments with high levels of water motion and bare rocks. *Idanthyrus cf. cretus* might be modifying intertidal zones, due to its rapid spreading and high coverage, monopolizing space, therefore, affecting biodiversity. Ecosystem engineers, like polychaetes, can serve as host for other intertidal species (Gutiérrez *et al.*, 2003; Bruschetti *et al.*, 2009). Even though we only measured abundance and coverage for this polychaete, several individuals of other species (*e.g.* small crabs, mollusks and other crustaceans) were widely observed either inside or outside of colonies. So, the effect of this quick invasion on the local biodiversity is uncertain and need to be further tested. In addition, it is important to acknowledge that this polychaete has been previously found inhabiting coral reefs, even in Gorgona Island (Monro, 1933); Gorgona seems to be a unique and proper place for polychaetes to settle given its water temperature conditions (Monro, 1933). So, since coral reefs are under marginal conditions at this Island, it is important to keep monitoring this native invading species, which could be a possible threat due to its dominance and rapid spreading (Barrios *et al.*, 2009). Most importantly, as there are no other studies reporting the sudden growth and spreading of *I. cf. cretus*, it is necessary to further investigate this specie in the Colombian Pacific coasts in order to get conclusive remarks on this hypothesis. Specifically, it is needed to also study water motion and currents, sediment content, temperature, etc. as these factors are essential for the development and growth of

esta hipótesis. Específicamente, es necesario estudiar el movimiento del agua y las corrientes, el contenido de sedimentos, la temperatura, etc., ya que estos factores son esenciales para el desarrollo y crecimiento de las especies de *Idanthyrsus* (Barrios *et al.*, 2009). Así, esto podría ayudar a esclarecer qué cambios ocurrieron desde el último reporte de Monro (1933) y qué pudo causar esta invasión repentina para desarrollar colonias de estos tamaños 80 años después.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a la Universidad del Valle por el apoyo en las actividades de campo durante el curso de Ecología de las Poblaciones Marinas, lo cual nos permitió llevar a cabo el trabajo de campo y coleccionar los datos necesarios para este estudio. Queremos agradecer a J. Cupitra por su ayuda durante el trabajo de campo, al Dr. J. Tavera por la revisión de un borrador previo y al Dr. G. Toro-Farmer por la corrección y mejora de la gramática del idioma inglés en la versión final. Finalmente, también queremos agradecer al personal del Parque Natural Nacional Gorgona por permitir esta investigación, especialmente a M.X. Zorrilla y a L. Payan. Esta investigación no fue apoyada por ninguna subvención específica de los organismos de financiamiento del sector público, comercial, ni por los sectores sin ánimo de lucro. Por lo tanto, los autores declaran que no existen conflictos de interés.

*Idanthyrsus* species (Barrios *et al.*, 2009). Thus, this might help explain what changes occurred since the last report from Monro (1933) and what could cause the sudden invasion of this native species to develop colonies of these sizes 80 years after.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank the Universidad del Valle for supporting our field activities during the Marine Population Ecology course, which allowed us to conduct field work and collect the necessary data for this study. We want to thank J. Cupitra for his assistance during field work, to Dr. J. Tavera for the revision of a previous draft and to Dr. G. Toro-Farmer for the correction and improvement of English grammar in the final version. We would also like to thank the personnel at National Natural Park of Gorgona for allowing this research, especially M.X. Zorrilla and L. Payan. This research was not supported by any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors; hence, the authors declare that they have no conflict of interest.

## BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Alalykina, I. 2013. Preliminary data on the composition and distribution of polychaetes in the deep-water areas of the north-western part of the Sea of Japan. Deep-Sea Res. Part II: Top. Stud. Oceanogr., 86–87: 164–171.
- Appeltans, W., S.T. Ah Yong, G. Anderson, M.V. Angel, T. Artois, N. Bailly, R. Bambe, A. Barber, I. Bartsch, P. Bock, G. Boxshall, C.B. Boyko, N.L. Bruce, S.D. Cairns, T. Chan, M. Curini-Galletti, F. Dahdouh-Guebas, W. Decock, S. De Grave, N.J. De Voogd, A. Gittenberger, S. Gofas, L. Go, D.P. Gordon, M.D. Guiry, F. Hernandez, B.W. Hoeksema, R.M. Kristensen, A. Kroh, M. Longshaw, J. Lowry and E. Macpherson. 2012. The magnitude of global marine species diversity. Curr. Biol., 22: 1–14.
- Barrios, L.S., N. Chambers, H. Ismail, J.M. Guzman and J.M. Mair. 2009. Distribution of *Idanthyrsus cretus* (Polychaeta: Sabelliidae) in the Tropical Eastern Pacific and application of PCR-RAPD for population analysis. Zoosymposia, 2(May): 487–503.
- Bastida-Zavala, R. and S. García-Madrigal. 2012. First record in the Tropical Eastern Pacific of the exotic species *Ficopomatus uschakovi* (Polychaeta, Serpulidae). ZooKeys, 238: 45–55.
- Bazterrica, M.C., F. Botto and O. Iribarne. 2012. Effects of an invasive reef-building polychaete on the biomass and composition of estuarine macroalgal assemblages. Biol. Inv., 14(4): 765–777.
- Bazterrica, M.C., C.M. Bruschetti, M.F. Alvarez, O. Iribarne and F. Botto. 2014. Effects of macroalgae on the recruitment, growth, and body condition of an invasive reef forming polychaete in a south-western Atlantic coastal lagoon. J. Sea Res., 88: 121–129.
- Bilder, C.R. and T.M. Loughin. 2014. Analysis of categorical data with R. CRC Press Taylor & Francis Group.

- Bouchet, P. 2006. The magnitude of Marine biodiversity. In: C.M. Duarte (Ed.). The exploration of marine biodiversity scientific and technological challenges. Fundación BBVA. París, 64 p.
- Bruschetti, M., C. Bazterrica, T. Luppi and O. Iribarne. 2009. An invasive intertidal reef-forming polychaete affect habitat use and feeding behavior of migratory and locals birds in a SW Atlantic coastal lagoon. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 375(1–2): 76–83.
- Buczowski, G. 2010. Extreme life history plasticity and the evolution of invasive characteristics in a native ant. *Biol. Invasions*, 12(9): 3343–3349.
- Cantera, J.R. 1995. Biodiversidad en el ecosistema de acantilados rocosos en el Pacífico colombiano: 195–208. En: Cantera J.R. y J.D. Restrepo (Eds.). *Delta del Río San Juan, Bahías de Málaga y Buenaventura, Pacífico colombiano*. Colciencias, Univ. EAFIT, Univ. Valle, Cali.
- Cantera, J., R. Neira y C. Ricaurte. 1998. Bioerosión en la costa Pacífica colombiana: un estudio de la biodiversidad, la ecología y el impacto de los animales destructores de acantilados rocosos sobre el hombre. Fondo Fen Colombia, Bogotá. 89 p.
- Carey, M.P., B.L. Sanderson, K.A. Barnas and J.D. Olden. 2012. Native invaders - Challenges for science, management, policy, and society. *Front. Ecol. Environ.*, 10(7): 373–381.
- Chamberlin, R.V. 1919. The Annelida Polychaeta of the Albatross Tropical Pacific Expedition, 1891-1905. *Mem. Mus. Comp. Zool.*, 48: 1–514.
- Cuddington, K. and A. Hastings. 2004. Invasive engineers. *Ecol. Modell.*, 178(3): 335–347.
- Díaz, J.M. and A. Acero P. 2003. Marine biodiversity in Colombia: Achievements, status of knowledge, and challenges. *Gayana (Concepción)*, 67(2): 261–274.
- Fauchald, K. 1977. Polychaetes from intertidal areas in Panama, with a review of previous shallow-water records. *Smithson. Contrib. Zool.*, 221 p.
- Gómez, P., J.A. Mercado, L.M. Mitchel y S. Salazar-Vallejo. 1997. Poliquetos de fondos duros (Polychaeta) de bahías de Huatulco Puerto Ángel, Oaxaca, México. *Rev. Biol. Trop.*, 45(3): 1067-1074.
- Gribben, P.E., J.E. Byers, J.T. Wright and T.M. Glasby. 2013. Positive versus negative effects of an invasive ecosystem engineer on different components of a marine ecosystem. *Oikos*, 122: 816-824.
- Gutierrez, J.L., C.G. Jones, D.L. Strayer and O.O. Iribarne. 2003. Mollusks as ecosystem engineers: the role of shell production in aquatic habitats. *Oikos*, 101(1): 79–90.
- Hartman, O. 1940. The polychaetous annelids collected by the Presidential Cruise of 1938. *Smithson. Misc.*, 98: 1-22.
- Hawley, H. 1982. *Ecology*. International encyclopedia of population. New York, N.Y. Free Press.
- Hunter, W.R. and M.D.J. Sayer. 2009. The comparative effects of habitat complexity on faunal assemblages of northern temperate artificial and natural reefs. *ICES J. Mar. Sci.*, 66 (4): 691-698.
- Jaubet, M.L., G.V. Garaffo, E.A. Vallarino and R. Elias. 2015. Invasive polychaete *Boccardia proboscidea* Hartman, 1940 (Polychaeta: Spionidae) in sewage-impacted areas of the SW Atlantic coasts: Morphological and reproductive patterns. *Mar. Ecol.*, 36(3): 611–622.
- Jones, C.G., J.H. Lawton and M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69(3): 373–386.
- Kirtley, D. 1994. A review and taxonomic revision of the family Sabellariidae Johnston, 1865 (Annelida: Polychaeta). Sabecon Press, Science Series, Florida. 223 p.
- Lambrinos, J.G. and K.J. Bando. 2008. Habitat modification inhibits conspecific seedling recruitment in populations of an invasive ecosystem engineer. *Biol. Inv.*, 10(5): 729–741.
- Laverde-Castillo, J.J. 1986. Lista anotada de los poliquetos (Annelida) registrados para el Pacífico colombiano, con notas preliminares sobre su zoogeografía. *Actual. Biol.*, 15(58): 13–22.
- Londoño-Mesa, M.H. 2017. Poliquetos de Colombia: un reto para la megadiversidad. *Poliquetos de Sudamérica*. 71-88 p.
- Luppi, T.A. and C.C. Bas. 2002. The role of the invasive polychaete *Ficopomatus enigmaticus* Fauvel 1923 (Polychaeta : Serpulidae) reefs in the recruitment of *Cyrtograpsus angulatus* Dana 1851 (Brachyura : Grapsidae), in the Mar Chiquita coastal lagoon, Argentina. *Cienc. Mar.*, 28(4): 319–330.
- Monro, C.C.A. 1933. The Polychaeta Sedentaria collected by Dr. C. Crossland at Colón, in the Panama Region, and the Galapagos Islands during the Expedition of the S.Y. 'St. George'. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 2: 1039–1092.
- Morelle, K., J. Fattebert, C. Mengal and P. Lejeune. 2016. Invading or recolonizing? Patterns and drivers of wild boar population expansion into Belgian agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 222: 267–275.
- Olden, J.D. 2006. Biotic homogenization: A new research agenda for conservation biogeography. *J. Biogeogr.*, 33(12): 2027–2039.
- Parsons, T.R. and C.M. Lalli. 2002. Jellyfish population explosions: Revisiting a hypothesis of possible causes. *La Mer*, 40(3): 111–121.
- Pawlik, J.R. 1988. Larval settlement and metamorphosis of Sabellariid Polychaetes, with special reference to *Phragmatopoma lapidosa*, a reef-building species, and *Sabellaria floridensis*, a non-gregarious species. *Bull. Mar. Sci.*, 43(1): 41–60.
- Pawlik, J.R., C.A. Bumani, V.R. Starczak, C.A. Butman and V.R. Starczak. 1991. Hydrodynamic facilitation of gregarious settlement of a reef-building tube worm. *Science*, 251(4992): 421–424.
- Prahl, H.v., F. Guhl y M. Grögl. 1979. Poliquetos de Gorgona: 131-140. En: H. V. Pral., F. Guhl y M. Grögl (Eds.). *Gorgona. Futura*, Bogotá.
- Quintana, C.O., E. Kristensen and T. Valdemarsen. 2013. Impact of the invasive polychaete *Marenzelleria viridis* on the biogeochemistry of sandy marine sediments. *Biogeochemistry*, 115(1–3): 95–109.





- R Development Core Team. 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. <http://www.R-project.org>. 16/06/2015.
- Ramirez-Martínez, G.A., G.A. Castellanos-Galindo and U. Krumme. 2016. Tidal and diel patterns in abundance and feeding of a marine-estuarine-dependent fish from macrotidal mangrove creeks in the Tropical Eastern Pacific (Colombia). *Estuaries Coast*, 39(4): 1249–1261.
- Rilov, G., R. Mant, D. Lyons, F. Bulleri, L. Benedetti-Cecchi, J. Kotta, A.M. Queirós, E. Chatzinikolaou, T. Crowe and T. Guy-Haim. 2012. How strong is the effect of invasive ecosystem engineers on the distribution patterns of local species, the local and regional biodiversity and ecosystem functions? *Environ. Evid.*, 1–8.
- Ruesink, J.L., B.E. Feist, J.S. Hong, A.C. Trimble and L.M. Wisheart. 2006. Changes in productivity associated with four introduced species: ecosystems transformation of a “pristine” estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 311: 203–215.
- Salazar-Vallejo, S.I. y M.H. Londoño-Mesa. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *An. Inst. Biol., Univ. Nal Aut. México, Ser. Zool.*, 75(1):9-97.
- Schwindt, E., A. Bortolus and O.O. Iribarne. 2001. Invasion of a reef-builder polychaete: Direct and indirect impacts on the native benthic community structure. *Biol. Inv.*, 3(2): 137–149.
- Shumka, S., L. Kashta and A. Cake. 2014. Occurrence of the nonindigenous tubeworm *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) (Polychaeta: Serpulidae) on the Albanian coast of the Adriatic Sea. *Turk. Zool. Derg.*, 38: 519–521.
- Simberloff, D., J.L. Martin, P. Genovesi, V. Maris, D.A. Wardle, J. Aronson, F. Courchamp, B. Galil, E. García-Berthou, M. Pascal, P. Pyšek, R. Sousa, E. Tabacchi and M. Vilà. 2013. Impacts of biological invasions: What’s what and the way forward. *Trends Ecol. Evol.*, 28(1): 58–66.
- Urban-Malinga, B., J. Warzocha and M. Zalewski. 2013. Effects of the invasive polychaete *Marenzelleria spp.* On benthic processes and meiobenthos of a species-poor brackish system. *J. Sea Res.*, 80: 25–34.
- Valencia, B., L. Herrera y A. Giraldo. 2014. Estructura de la comunidad y distribución vertical de la macrofauna de fondos blandos en isla Gorgona, Pacífico Colombiano. *Rev. Biol. Trop.*, 62: 169–188.
- Valéry, L., H. Fritz, J.C. Lefeuvre and D. Simberloff. 2008. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biol. Inv.*, 10(8): 1345–1351.
- Valéry, L., H. Fritz, J.C. Lefeuvre and D. Simberloff. 2009a. Ecosystem-level consequences of invasions by native species as a way to investigate relationships between evenness and ecosystem function. *Biol. Inv.*, 11(3): 609–617.
- Valéry, L., H. Fritz, J.C. Lefeuvre and D. Simberloff. 2009b. Invasive species can also be native. *Trends Ecol. Evol.*, 24(11): 584–585.
- Voulgaris, A.G., D. Simmonds, D. Michel, H. Howa, M.B. Collins, D.A. Huntley and F. Winter. 1998. Measuring and modelling sediment transport on a macrotidal ridge and runnel beach: an intercomparison. *J. Coast. Res.*, 14(1): 315–330.
- Wallentinus, I. and C.D. Nyberg. 2007. Introduced marine organisms as habitat modifiers. *Mar. Pollut. Bull.*, 55(7–9): 323–32.

RECIBIDO/ RECEIVED: 02/05/2017

ACEPTADO/ ACCEPTED: 29/08/2017

