

PATRONES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE INVERTEBRADOS MARINOS ASOCIADOS A LOS
INTERMAREALES ROCOSOS DEL PACÍFICO COLOMBIANO

LIZETH CRISTINA LÓPEZ MOLINA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

BUCARAMANGA

2015

PATRONES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE INVERTEBRADOS MARINOS ASOCIADOS A LOS
INTERMAREALES ROCOSOS DEL PACÍFICO COLOMBIANO

LIZETH CRISTINA LÓPEZ MOLINA

Trabajo de Grado presentado como requisito
Para optar al título de Bióloga

Director

Edgardo Londoño Cruz

Dr. Sc.

Grupo de investigación en ecosistemas rocosos intermareales y submareales
someros (LITHOS)- Universidad del Valle

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

ESCUELA DE BIOLOGÍA

BUCARAMANGA

2015

DEDICATORIA

A mi madre, quien dejo todo de lado por sacar a delante su hogar, incluso sus sueños.

A mi padre que trabajo como nadie, sin pensar en sí mismo para darles a sus hijos lo mejor y protegerlos siempre.

A mis hermanos, ya que sin ellos nada habría sido igual.

AGRADECIMIENTOS

A mi director de Edgardo Londoño Cruz, por recibirme con los brazos abiertos y compartir su conocimiento y por todo el acompañamiento durante mi intercambio académico.

Al grupo de investigación en ecosistemas rocosos intermareales y submareales someros (LITHOS)- Universidad del Valle, por recibirme y ayudarme a adaptarme en ese nuevo mundo que fue para mí, la biología marina.

A mis amigos Sindy y Jhonner por creer en mí y apoyarme aun cuando yo no tenía confianza, por conocer mis errores y aceptarme como soy.

A todos las personas que hicieron que esto fuera posible.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
1 OBJETIVOS	16
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	16
2 MATERIALES Y METODOS.....	17
2.1 Fase de Campo.....	17
2.2 Área de Estudio.....	17
2.3 Análisis Estadísticos.	20
3 RESULTADOS.....	22
3.1 Diversidad de invertebrados marinos a lo largo de la costa Pacífica Colombiana.....	22
3.2 Diversidad α	26
3.3 Diversidad β	27
3.4 Diversidad γ	28
3.5 Abundancias relativas de las especies comunes del Pacífico Colombiano	29
4 DISCUSIÓN	35
5 CONCLUSIONES	37
BIBLIOGRAFÍA.....	39

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de especies de invertebrados marinos de la costa Pacífica Colombiana.....	31
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la costa Pacífica colombiana indicando las localidades estudiadas de Sur a Norte: Gorgona, Bahía Málaga, Nuqui, Piñas, Cabo Marzo y Punta Ardita.	19
Figura 2. Abundancia de las especies comunes: <i>Echinolittorina conspersa</i> , <i>Nerita funiculata</i> , <i>Nerita scabricosta</i> , <i>Echinolittorina dubiosa</i> , <i>Vasula melones</i> , <i>Fissurella virescens</i> y <i>Lottia mesoleuca</i> en las tres regiones Cauca (Blanco), Chocó (Gris) y Valle del Cauca (Negro).	22
Figura 3. Abundancia de individuos en las tres zonas intermareales para cada sitio muestreado: zona alta (blanco), zona media (gris), zona baja (negro).	23
Figura 4. Riqueza relativa de los taxa más abundantes en las regiones censadas: Moluscos (Blanco), Crustáceos (Líneas diagonal), Equinodermos (Líneas horizontales), Porífera (Gris claro), Cnidarios (Gris oscuro) y otros (negro).	24
Figura 5. Diversidad alfa representada en número de especies efectivas con el índice de Shannon (números de Hill) para cada región	26
Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) basado en el Índice de similitud de Bray-Curtis de la composición del ensamblaje.	27
Figura 7. Diagrama de Venn indicando una aproximación de la diversidad gama.	28
Figura 8. Abundancia relativa para las especies comunes en Chocó, Valle del Cauca y Cauca: <i>N. funiculata</i> (Blanco), <i>N. scabricosta</i> (Blanco con puntos negros), <i>E. conspersa</i> (Gris) y <i>E. dubiosa</i> (Negro).	30

RESUMEN

TITULO:

PATRONES DE RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE INVERTEBRADOS MARINO ASOCIADOS A LOS INTERMAREALES ROCOSOS DEL PACÍFICO COLOMBIANO*.

AUTOR:

LÓPEZ MOLINA, Lizeth**

PALABRAS CLAVES:

Pacífico Colombiano, invertebrados marinos, ecosistemas rocoso.

Descripción

Los ecosistemas rocosos han mostrado ser de alta importancia ecológica y económica, debido a la diversidad de organismos que allí se encuentran en especial invertebrados marinos, sin embargo la investigación de estos ha sido sectorizada. Con el fin de conocer los patrones de riqueza y abundancia en tres regiones (Cauca, Chocó y Valle del Cauca), se realizaron muestreos con la metodología propuesta por la iniciativa SARCE (South American Research Group on Coastal Ecosystems) durante noviembre y agosto del 2013. El número de individuos promedio por muestreo, considerando las tres regiones fue 4047 agrupados en 74 especies de las cuales 38 se reportaron para el Cauca, 53 para el Valle del Cauca y 52 para Chocó. Entre las especies muestreadas se encuentran organismos reportados como bioerosionadores: *Echinometra vanbrunti*, *Pachygrapsus transversus* y *Nerita funiculata* en Valle del Cauca. Las especies más abundantes fueron los gasterópodos *Nerita scabricosta*, *N. funiculata*, *Lottia mesoleuca* a diferencia de *Bursa Corrugata*, *Calcinus albidigitus* que solo se encontraron en Bahía Málaga. La región con mayor abundancia y riqueza fue Valle del Cauca seguida de Chocó y Cauca, para estas dos últimos se encontraron similitudes entre las especies a diferencia de Valle del Cauca. Este estudio fue el primer en Chocó usando una metodología estandarizada para invertebrados marinos, mostrando riqueza alta comparada con las dos localidades que han sido ampliamente estudiadas.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Pregrado en Biología. Director: Dr. Sc. Edgardo Londoño Cruz

ABSTRACT

TITLE:

PATTERNS OF RICHNESS AND ABUNDANCE OF MARINE INVERTEBRATES
ROCKY INTERTIDAL ASSOCIATED COLOMBIAN PACIFIC *.

AUTHORS:

LÓPEZ MOLINA, Lizeth**

Key Words:

Colombian Pacific, marine invertebrates, rocky shores.

Descripción

The rocky ecosystems has shown to be of high ecological and economic importance, because of the diversity of organisms that are especially marine invertebrates, but the investigation of these has been sectioned. In order to know the patterns of wealth and abundance in three regions (Cauca, Choco and Valle del Cauca), sampling with the methodology proposed by the (South American Research Group on Coastal Ecosystems) SARCE initiative during November and August 2013 were made. The average number of individuals per sampling, considering the three regions were 4047 grouped in 74 species of which 38 were reported to Cauca, 53 for Valle del Cauca and 52 for Choco. Among the sampled species are reported as bioeroders: *Echinometra vanbrunti*, *Pachygrapsus transversus* and *Nerita funiculata* in Valle del Cauca. The most abundant species were *Nerita scabricosta* gastropods, *N. funiculata*, *Lottia mesoleuca* unlike, *Calcinus albidigitus* found only in Bahia Malaga. The region with the greatest abundance and richness was followed by Valle del Cauca and Cauca, Chocó, for these last two similarities between species are found unlike Valle del Cauca. This study was the first in Choco using a standardized methodology for marine invertebrates, showing high wealth compared to the two locations that have been widely studied.

*Internship of Investigation

** Science faculty. Department of Biology. Degree of Biology. Director: Edgardo Londoño Cruz Dr.Sc.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas rocosos poseen características muy importantes (*e.g.* alta heterogeneidad) que favorecen el desarrollo de comunidades de organismos que se enfrentan a condiciones adversas (*e.g.* largos períodos de exposición aérea y la concomitante desecación y grandes cambios en salinidad y temperatura entre otros) durante los períodos de emersión a los cuales se ven expuestos durante las mareas bajas (Little y Kitching, 1996). Según Londoño *et al.*, 2014, dependiendo de los rangos de marea, se pueden encontrar tres zonas en el intermareal: zona baja (descubierta por el mar solo durante mareas bajas), zona media (regularmente inundado por el mar) y zona alta (cubierta por el mar solo durante marea alta). Las comunidades que viven en la zona intermareal tiene fuertes patrones de zonación representados por bandas de diferentes organismos que ocurren progresivamente a través de gradientes ambientales de la costa (Stephenson y Stephenson, 1949,1972). Esta zonación vertical y distribución a través del hábitat son ampliamente dirigidas por la interacción entre la capacidad de soportar el estrés ambiental y las interacciones entre especies (Lombardo *et al.*, 2013).

El ecosistema rocoso resguarda numerosas especies que no se pueden encontrar en otros lugares y que tienen un papel esencial en el funcionamiento del ecosistema (Londoño-Cruz, 2007). A su vez, es considerado estratégico por la gran diversidad biológica que posee. En adición, debido a sus características intrínsecas conlleva un gran desafío científico por su amplitud y poca accesibilidad en el territorio Colombiano (García-Suarez *et al.*, 2011).

Debido a la heterogeneidad del intermareal rocoso, se encuentran gran número de especies marinas entre plantas y animales; de los cuales los macroinvertebrados (> 0,5 cm) son el grupo más abundante y diverso en estas costas (Little y Kitching, 1996). Para el territorio colombiano la extensión del litoral rocoso se ha calculado aproximadamente en 1642 km, tanto en la línea costera discontinua como en el sistema insular, de los cuales 636 km (58%) pertenecen al Pacífico Colombiano (Díaz *et al.*, 2005). Este importante hábitat de la costa

pacífica colombiana está constituido tanto por rocas de origen volcánico como sedimentario. Las mayores extensiones de rocas ígneas se encuentran principalmente en la costa norte (Chocó) y en las islas Gorgona y Malpelo; las rocas sedimentarias se encuentran en Bahía Málaga, el istmo de Pichidó, el golfo de Tortugas y la Isla del Gallo en Tumaco (Cantera y Contreras, 1993).

En las costas rocosas del Pacífico Colombiano se han realizado diversos estudios entre ellos: listados de especies (Moluscos, crustáceos, macroinvertebrados) en Bahía Málaga (Lazarus-Agudelo y Cantera, 2007; López de Mesa y Cantera, 2015; Lozano-Cortés y Londoño-Cruz, 2013), bioerosión realizada por erizos en Bahía Málaga (Lozano-Cortés *et al.*, 2011), peces demersales en Isla Gorgona (Rojas y Zapata, 2006) comportamiento circadiano de *Nerita* (Flórez-Jaramillo y Cuéllar, 2013), distribución de macroinvertebrados en Isla Gorgona (Londoño-Cruz *et al.*, 2014) distribución de macroinvertebrados en el Parque Nacional Natural Utría (P.N.N Utría) (Herrera-Paz *et al.*, 2013) y biodiversidad en acantilados rocosos (Cantera, 1995).

A pesar de la importancia de este ecosistema, sin embargo los censos realizados anteriormente no están estandarizados, por lo cual es necesario establecer una metodología estándar que permita monitorear los organismos del intermareal rocoso para comprender el comportamiento de las comunidades. La iniciativa SARCE (South American Research Group on Coastal Ecosystems) propone un protocolo para el muestreo de la biodiversidad marina, esta se implementó en este estudio y es explicada más adelante. Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo principal de este estudio es evaluar los patrones de distribución y riqueza de organismos marinos sésiles y de lento movimiento asociados a los ecosistemas rocosos intermareales del Pacífico colombiano.

INICIATIVA SARCE

Desde el inicio del Censo de la Vida Marina (Census of Marine Life – CoML) (2000), uno de los principales proyectos: NaGISA (Natural Geography in Shore Areas), buscó inventariar

la biodiversidad marina costera a nivel global. Este proyecto se consideró como uno de los proyectos embajadores del CoML. Como resultado aparece SARCE, una iniciativa Suramericana para el estudio de los ecosistemas rocosos en todo el continente suramericano, utilizando una metodología sencilla pero efectiva y estandarizada en todos los países con costa en el continente. La iniciativa SARCE, la cual se encuentra activa, incluye más de 30 investigadores que han realizado muestreos desde 2010 en 129 sitios en 9 países de Suramérica (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay, y Venezuela). Como resultado se cuenta con una base de datos en la cual se incluye: a) Abundancia de organismos móviles, b) Cobertura de organismos sésiles, c) Presencia/Ausencia de especies y d) Características de los sitios de muestreo.

COMPETENCIAS DE LA PASANTIA DE INVESTIGACIÓN

1. Adquiere habilidad para realizar análisis ecológicos sobre datos de biodiversidad en invertebrados marinos.
2. Adquiere habilidad para extraer conclusiones científicas con base en pruebas cualitativas y cuantitativas.
3. Desarrollará informes concretos y de tipo publicación científica.
4. Obtiene la capacidad para generar ideas novedosas con relación al trabajo que desarrollará, con el objetivo de buscar nuevas propuestas de investigación.
5. Desarrollará un pensamiento crítico en relación a la información disponible y que será analizada por la estudiante.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los patrones de distribución y riqueza de organismos marinos sésiles y de lento movimiento asociados a los ecosistemas rocosos intermareales del Pacífico Colombiano

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Comparar y contrastar las diferentes especies de invertebrados marinos asociados a los ecosistemas rocosos a lo largo de la costa Pacífica colombiana.
2. Calcular la diversidad α (para cada sitio), β (recambio entre sitios) y γ (regional) de los invertebrados marinos asociados a los ecosistemas rocosos a lo largo de la costa Pacífica colombiana.
3. Calcular las abundancias relativas de las principales especies de invertebrados marinos asociados a los ecosistemas rocosos.
4. Determinar si existen especies de distribución restringida a lo largo de los sitios muestreados en la costa Pacífica Colombiana.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Fase de Campo

En el proyecto se estudiaron seis localidades en tres de los cuatro departamentos costeros del Pacífico colombiano: Isla Gorgona (Cauca), Bahía Málaga (Valle del Cauca), Punta Arditá, Cabo Marzo, Piñas y Nuquí (Chocó). El censo se llevó a cabo por el grupo de investigación en Ecosistemas Rocosos Intermareales y Submareales Someros (LITHOS) durante Mayo, Junio y Agosto del 2013, siguiendo el protocolo de la iniciativa SARCE, el cual consiste en la utilización de cuadrantes de 0.25 m^2 ($n = 10$), con una grilla (subcuadrantes) de 100 puntos, con los que se cuentan los macroinvertebrados (mayores a 5 mm) presentes y se calcula la cobertura de especies sésiles. Además se utilizaron cuadrantes sin grilla ($n = 10$) para hacer revisiones más detalladas con el objetivo de incrementar la probabilidad de avistar especies crípticas (cuadrantes de presencia-ausencia), sin embargo en la región del Cauca no fue posible realizar los cuadrantes de presencia-ausencia. En el protocolo se incluye 10 mediciones de la inclinación y la rugosidad del sustrato de forma perpendicular a la costa, sin embargo no fue posible realizar estas mediciones de forma homogénea en todas las localidades y en Isla Gorgona no fue posible realizar estas mediciones. Todo el proceso se realizó en cada una de las tres zonas intermareales, es decir en cada sitio en total se hicieron 30 cuadrantes.

2.2 Área de Estudio

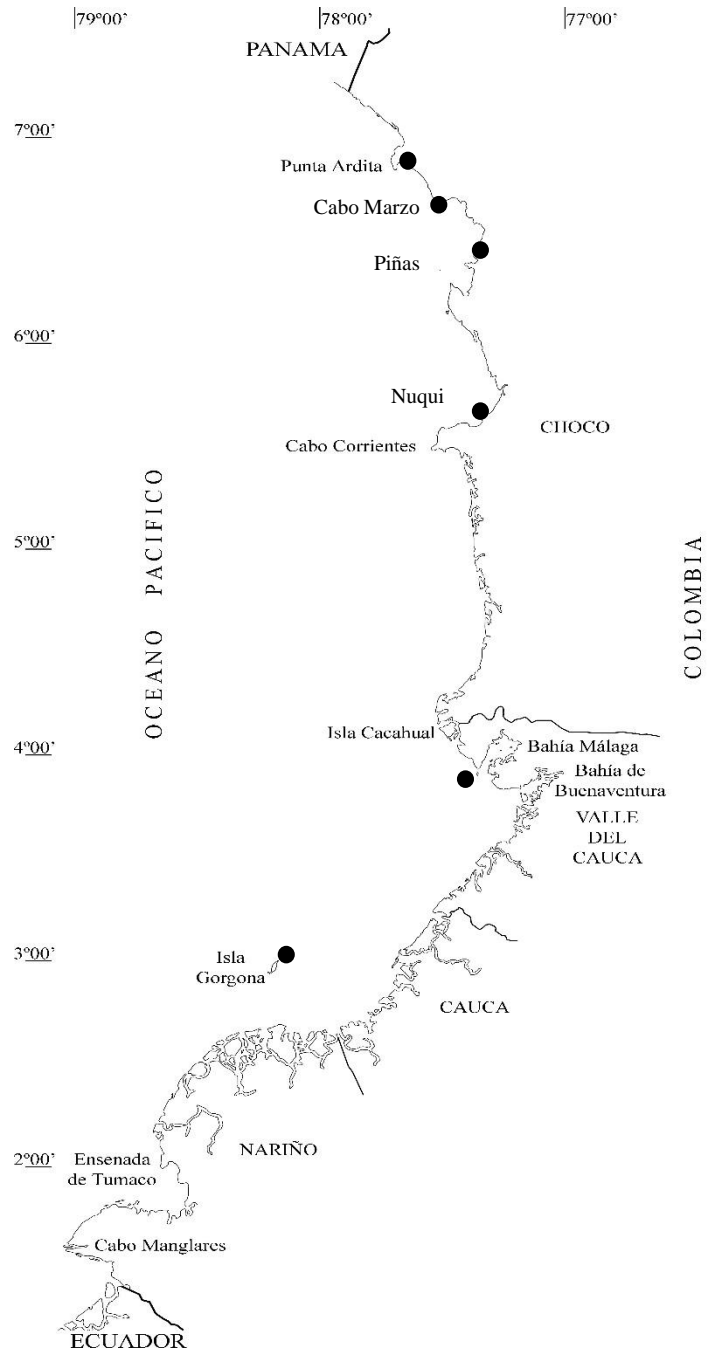
Gorgona ($2^{\circ}58'03'' \text{ N} - 78^{\circ}10'49'' \text{ W}$) es la isla más grande del Pacífico colombiano con cerca de 13.3 km^2 . Esta isla presenta altas precipitaciones que oscilan entre 4164 y 8176 mm anualmente, el promedio de humedad excede el 90% y la temperatura media mensual de la superficie del agua oscila entre los 26 y los 28°C (Barrios y López-Victoria, 2001). Allí se encuentran importantes ecosistemas marinos: arrecifes coralinos, playas arenosas y costas rocosas las cuales son el ecosistema más representativo de la Isla (Londoño *et al.*, 2014). Cuatro sitios fueron muestreados Ventana 1 (Ven1) ($2^{\circ}56'13'' \text{ N} - 78^{\circ}12'22'' \text{ W}$), Ventana 2

(Ven 2) ($2^{\circ}56'12''$ N - $78^{\circ}12'20''$ W) los cuales hacen parte de una plataforma rocosa con una suave pendiente, grandes bloques y cantos rodados (Londoño-Cruz *et al.*, 2014), La Camaronera (Cam) ($2^{\circ}57'26''$ N - $78^{\circ}11'54''$ W) y Piedra Redonda (PieR) ($2^{\circ}56'03''$ N - $78^{\circ}12'07''$ W).

Bahía Málaga tiene características muy especiales, ya que la bahía es un accidente costero bordeado al norte y al sur por colinas terciarias de 200 a 300 m de altura, que pueden formar acantilados de cerca de 20 m de altura en erosión (Cantera *et al.*, 1995). A su vez, posee una alta variedad de hábitats tales como playas arenosas, planos de lodos, playas rocosas intermareales, manglares y las zonas permanentemente sumergidas y pelágicas (Lazarus-Agudelo y Cantera, 2007). Los sitios muestreados fueron Negritos (Neg) ($3^{\circ}53'47''$ N - $77^{\circ}24'11''$ W) e Isla Palma (IsP) ($3^{\circ}54'10''$ N - $77^{\circ}21'33''$ W). Los Negritos es un arrecife rocoso localizado al sureste de Isla Palma y está formado por rocas volcánicas en contraste con Isla Palma la cual está formada mayormente por rocas sedimentarias (Lozano-Cortes *et al.*, 2011). En este sitio solo se muestrearon los estratos bajo y medio pues al ser un arrecife intermareal, no presenta el estrato alto.

En Chocó el clima es muy húmedo, la precipitación varía alrededor de los 4000 mm/año, alcanzando en algunos lugares 8000 mm/año, la temperatura en el área oscila alrededor de los 24°C durante la época lluviosa intensa y los 36°C en la época seca intensa, con una media anual de 28°C (Quiceno *et al.*, 2008). En esta región se incluyeron cuatro localidades (de norte a sur): Punta Ardita con dos sitios Punta Ardita 1 (Pua1) ($7^{\circ}09'10''$ N - $77^{\circ}48'25''$ W) y Punta Ardita 2 (Pua2) ($7^{\circ}07'42''$ N - $77^{\circ}46'56''$ W); Cabo Marzo con el sitio del mismo nombre (CbM) ($6^{\circ}49'56''$ N - $77^{\circ}41'40''$ W), Piñas con el sitio Cambura (Cab) ($6^{\circ}39'19''$ N - $77^{\circ}31'44''$ W), y Nuqui con el sitio Terquitos (Ter) ($5^{\circ}37'42''$ N - $77^{\circ}24'52''$ W). Todas las localidades se muestran en la figura 1.

Figura 1. Mapa de la costa Pacífica colombiana indicando las localidades estudiadas de Sur a Norte: Gorgona, Bahía Málaga, Nuqui, Piñas, Cabo Marzo y Punta Ardita.



2.3 Análisis Estadísticos.

Los datos se exploraron por medio de análisis descriptivos para comparar y contrastar las diferentes especies a lo largo de la costa Pacífica colombiana, el listado de especies fue organizado taxonómicamente según la clasificación de la página World Register of Marine Species (WoRMS), <http://www.marinespecies.org/index.php>. Cuando se realizan muestreos ecológicos, en los datos de conteo el cero aparece como un valor más de la variable dependiente (abundancia), esto crea una tendencia a la heteroscedasticidad y datos no normales (Cayuela, 2009). La normalidad de los datos se estudió con el test de Shapiro-Wilk, sin embargo estos se comportaron de forma no-normal ($P < 0.05$) y la varianza no es constante; los análisis se realizaron por medio del software Past (Hammer *et al.*, 2001). Los datos se ajustan al modelo poisson, sin embargo este modelo no hace la comparación entre todos los niveles de los factores que estas evaluando. Debido a lo anterior se usaron los modelos lineales generalizados (GLM) ya que permiten utilizar distribuciones no normales de los errores y varianzas no constantes (Cayuela, 2009); tomando las variables independientes (Sitios y Zonas) para compararlas con la variable dependiente (Abundancia). Posteriormente se realizó la prueba post anova Tukey para hallar los sitios y zonas específicas donde existían diferencias significativas. Los análisis de GLM se hicieron con el paquete multcomp (Hothorn *et al.*, 2008) en el software R (R Development Core Team, 2008).

Se realizaron los cálculos de los índices convencionales de diversidad α , la cual se define como el número de especies que tiene una comunidad en un punto determinado, (Halffter y Moreno, 2005). Basado en esta definición se calculó el índice de diversidad Shannon-Weaver y se realizó la transformación a Números de Hill para expresar los resultados en números efectivos de especies; este análisis se realizó para cada localidad, usando el software R con el paquete vegan (Oksanen *et al.*, 2015).

Asimismo se hizo el cálculo de la diversidad β , utilizando la versión de Anderson *et al.*, 2011 quienes la define como la variación en la estructura de la comunidad en un conjunto de muestras dentro de una extensión espacial. Para el cálculo, se transformaron los datos con

raíz cuarta y se calculó un nMDS utilizando el índice de Bray-Curtis como medida de similitud. Los análisis se realizaron con el software Primer 6.

Según Forman y Godron (1986), la diversidad gama es el número de especies del conjunto de sitios o comunidades que integran un paisaje. Sin embargo al definir paisaje se asocia a una extensión espacial y con una historia geomorfológica y evolutiva común, no en una área de gran extensión que abarque muchos sitios (Halffter y Moreno, 2005). Teniendo en cuenta esta definición de diversidad gama, los datos hallados en este trabajo no son los indicados, a pesar de esto se realizó una aproximación de la diversidad gama mediante un diagrama de Venn, mostrando las especies comunes, compartidas y “restringidas” este término se asume como las especies que solo se hallaron en una región.

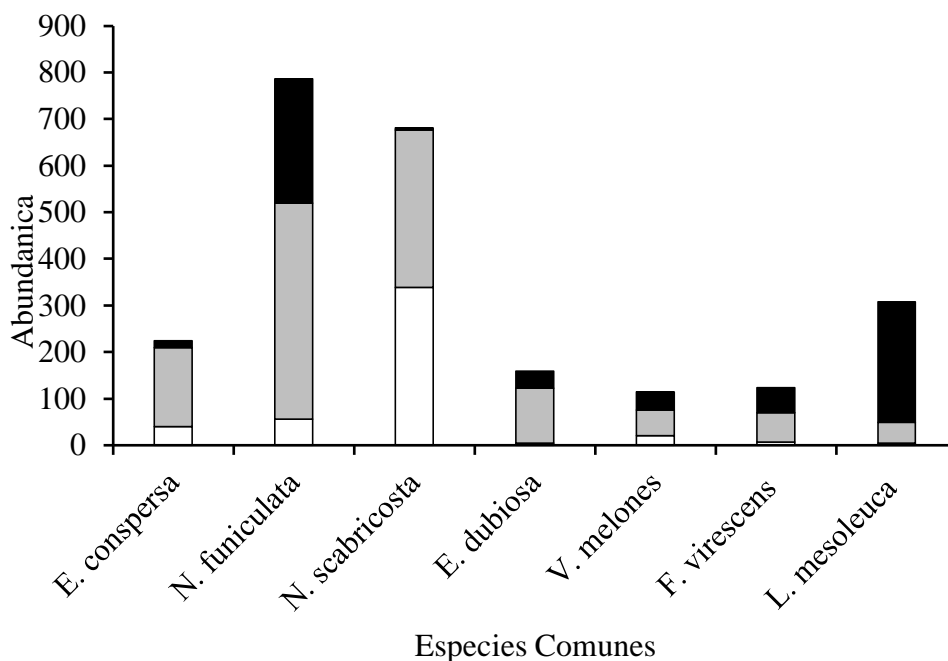
Basados en la distribución de las especies más comunes, se buscó indicar como los organismos se solapan en las regiones estudiadas, para analizar esto se realizó un acercamiento de la abundancia relativa, tomada como la división del número de individuos de las especies comunes en cada región, entre el número total de individuos por región multiplicado por 100 para obtener valores porcentuales, para finalmente graficar estas distribuciones en el Pacífico colombiano. .

3 RESULTADOS

3.1 Diversidad de invertebrados marinos a lo largo de la costa Pacífica Colombiana.

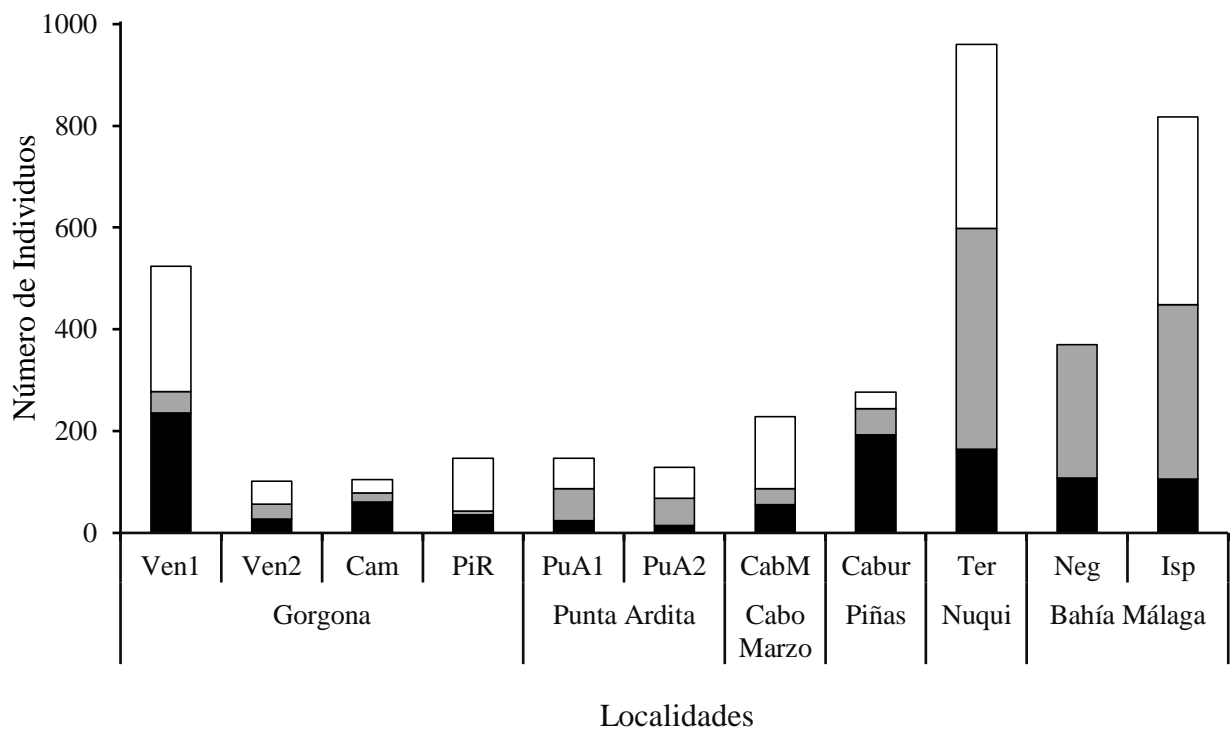
El número total de individuos, incluyendo las tres zonas intermareales contabilizadas durante los monitoreos a lo largo de la costa Pacífica Colombiana fue 4047, agrupados en 74 especies (Tabla 1). Se registraron 38, 52 y 53 especies en Cauca, Chocó y Valle del Cauca respectivamente, esto sugiere que las dos últimas presentan mayor riqueza específica que la primera. Aunque hay presencia de especies de crustáceos, equinodermos, cnidarios, poliquetos, esponjas, algas y otros tipos de organismos, en general se observa una clara dominancia por moluscos. Del total de especies, el 60,6% son moluscos, el 12,3% Crustáceos, el 8,9% equinodermos, el 4,4% cnidarios y el 13,8% restante lo conformaron esponjas, algas y poliquetos. En la figura 2 se muestran las especies comunes de las tres regiones.

Figura 2. Abundancia de las especies comunes: *Echinolittorina conspersa*, *Nerita funiculata*, *Nerita scabricosta*, *Echinolittorina dubiosa*, *Vasula melones*, *Fissurella virescens* y *Lottia mesoleuca* en las tres regiones Cauca (Blanco), Chocó (Gris) y Valle del Cauca (Negro).



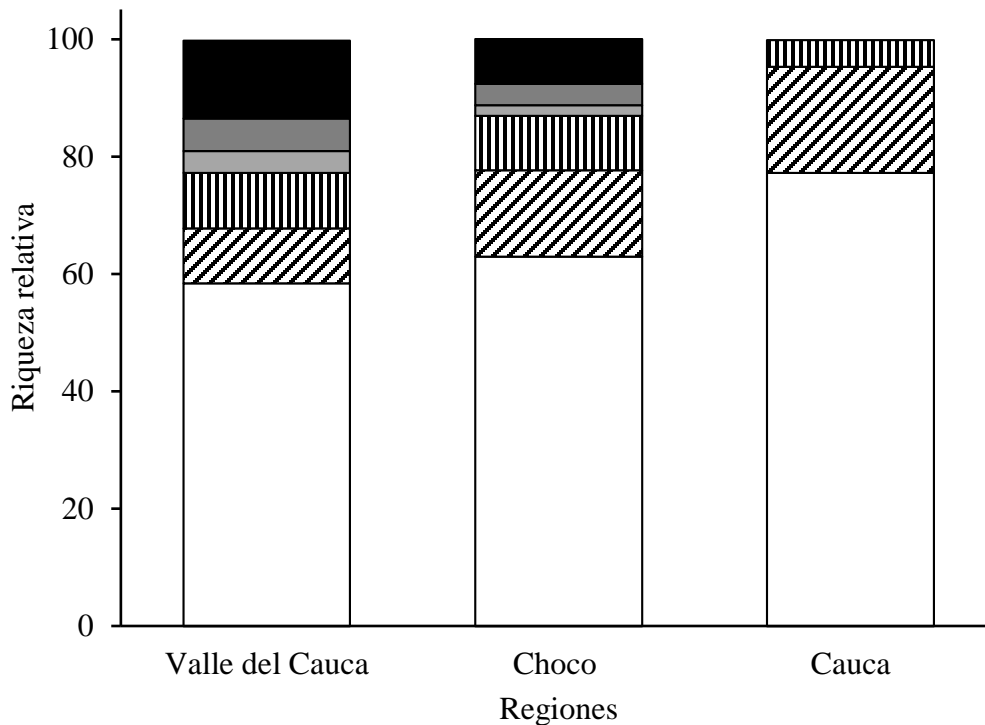
Entre las especies más abundantes, se destacan las dos especies de *Nerita* (gastropodos ramoneadores), una litorina (*E. conspersa*) y la lapa *Lottia mesoleuca*. A pesar de que estas especies fueron las más abundantes, no se encontraron de forma homogénea en las regiones, pues se puede observar un patrón: *N. scabricosta*, *E. dubiosa*, *E. conspersa* y *Lottia mesoleuca* tuvieron mayor abundancia en la zona alta y no se encontraron en zona baja; a diferencia de *N. funiculata* y *Fissurella virescens* que se encontraron principalmente en zona media y baja. *Vasula melones* se registró principalmente en zona baja. Aunque *N. scabricosta* solo se reportó para zona alta, el número de individuos hallados en Cauca (339) y Chocó (337) fue muy similar a diferencia de Valle del Cauca (5). Entre las especies de equinodermos muestreadas se encuentran organismos reportados como bioerosionadores: *Echinometra vanbrunti* y *Hesperocidaris asteriscus* en Bahía Málaga (Lozano-Cortés *et al.*, 2011). Las especies *N. funiculata*, *Pachygrapsus transversus* también han sido reportadas como bioerosionadores en Bahía Málaga (Cobo-Viveros y Cantera-Kintz, 2015).

Figura 3. Abundancia de individuos en las tres zonas intermareales para cada sitio muestreado: zona alta (blanco), zona media (gris), zona baja (negro).



La zona intermareal (Fig. 3) con mayor abundancia fue la zona alta seguida de media y baja. La Isla Gorgona tiene poca abundancia en todos los sitios, a excepción de Ven1 que tiene abundancias altas en zona alta (247) y baja (235) esta abundancia es influenciada por las agrupaciones de *N. scabricosta* en zona alta y en la zona baja la presencia del cangrejo ermitaño *Calcinus obscurus* estas congregaciones son comunes en esta localidad. La zona con mayor abundancia entre los sitios fue en la zona media en Ter (434) seguida por la zona alta en el mismo sitio con 362 y la zona baja con 164 individuos; esta abundancia se observada por una agrupación de 277 individuos de *N. funiculata* en zona media, en contraste de PiR que en la misma zona solo se censaron 10 individuos.

Figura 4. Riqueza relativa de los taxa más abundantes en las regiones censadas: Moluscos (Blanco), Crustáceos (Líneas diagonal), Equinodermos (Líneas horizontales), Porífera (Gris claro), Cnidarios (Gris oscuro) y otros (negro).

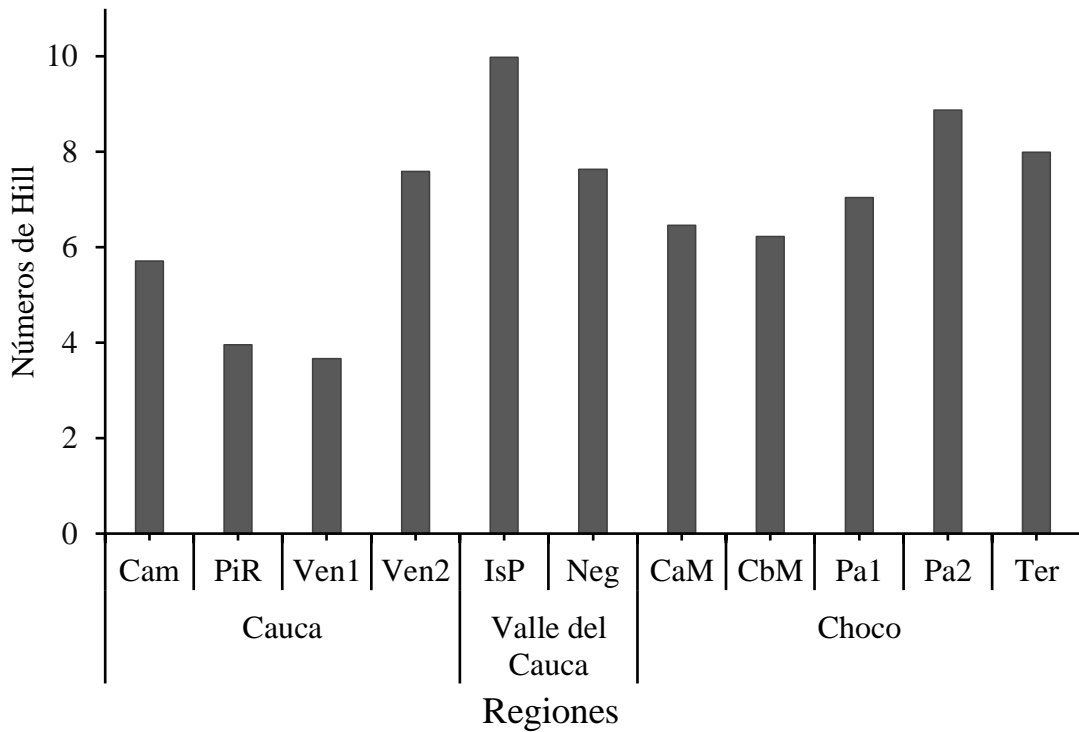


En las tres regiones se observa una clara dominancia de Moluscos (Fig. 4), en especial en Cauca donde el 77% de las 22 especies pertenecen a este taxa, a diferencia de Valle del Cauca que posee mayor variedad de taxa, entre el grupo de otros se encuentran especies de platelmintos, anélidos, sipunculidos.

3.2 Diversidad α

En la figura 5 se muestra que el sitio IsP (Valle del Cauca) tiene una diversidad igual a la que tendría una comunidad de casi 10 especies efectivas, a diferencia de Ven1 (Cauca) con 3,66 especies efectivas siendo la más baja. La localidad de Chocó más diversa fue Punta Ardita y la menor fue Piñas. A pesar de que en Neg solo se muestreo zona media y baja, el número de especies efectivas es alto (7,6), comparado con otros sitios como Cam (5,71) o CaM (6,46). En promedio la región con más especies efectivas fue Valle del Cauca con 8,8, seguida de Chocó que tendría 7,3 especies efectivas por último esta Cauca con 5,2 especies efectivas a pesar de ser la región la menor cantidad de sitios muestreados.

Figura 5. Diversidad alfa representada en número de especies efectivas con el índice de Shannon (números de Hill) para cada región

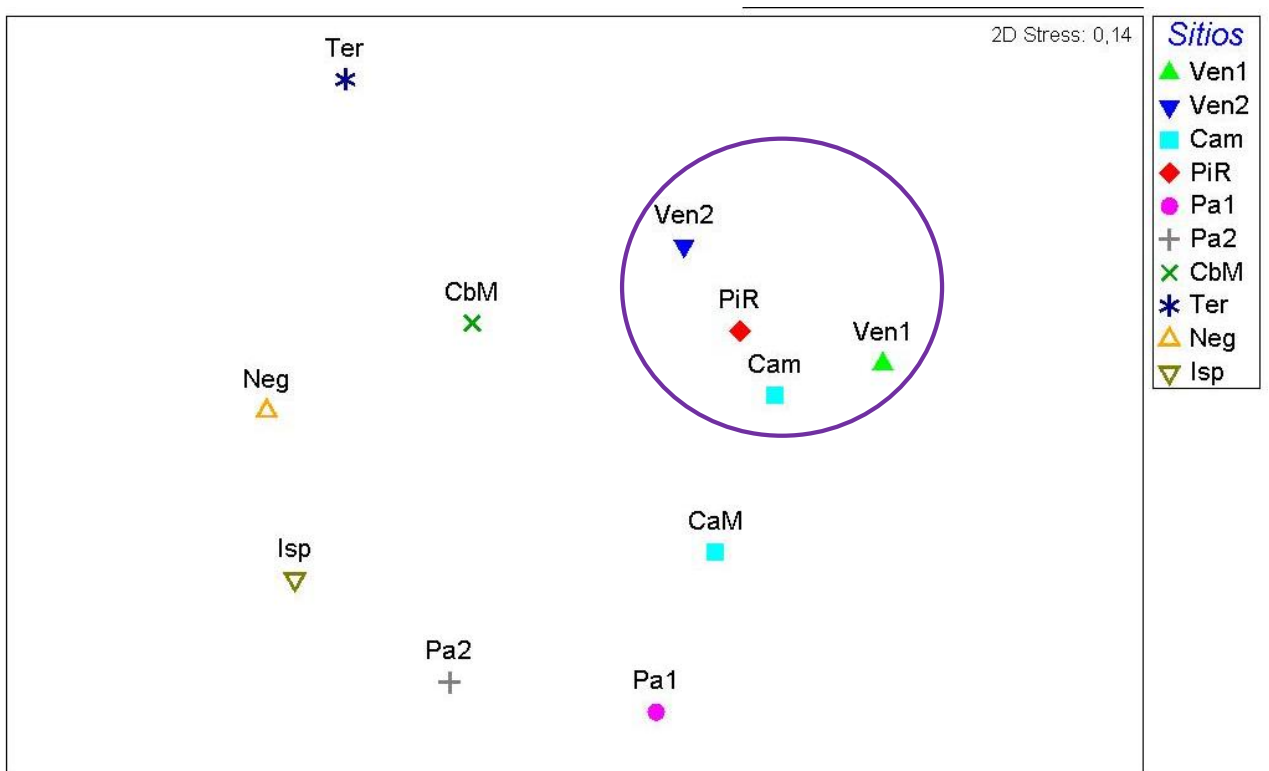


3.3 Diversidad β

El análisis de nMDS (Fig. 6) basado en el porcentaje de similitud de Bray-Curtis, mostro un nivel de estrés 0,14. Es claro cómo se agrupan todos los sitios de la región Cauca (burbuja morada) y la separación de Ter (Nuqui) de los demás sitios; los sitios de las regiones del Valle del Cauca y Chocó no se agrupan.

Los resultados del análisis de GLM los sitios no tiene diferencias significativas, a excepción de Ven1*Ven2 ($P=0,020$), lo cual podría respaldan la agrupación de los sitios de Cauca. Al igual que la separación de Ter (Nuqui) se respalda con diferencias significativas para la mayoría de los sitios restantes.

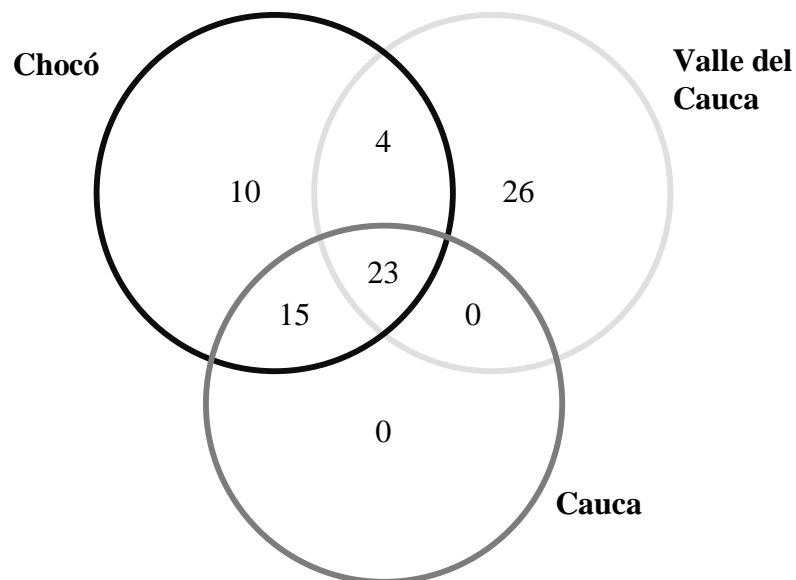
Figura 6. Análisis de escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) basado en el Índice de similitud de Bray-Curtis de la composición del ensamblaje.



3.4 Diversidad γ

En Valle del Cauca se realizó la menor cantidad de sitios en las tres regiones, a pesar de esto, es la región con mayor número de especies restringidas, a diferencia de Cauca (Isla Gorgona) con seis localidades no presentaron especies restringidas y todas las especies encontradas se encuentran también en Chocó. Valle del Cauca posee la mayoría de esponjas (*Haliclona*, *Amorphinopsis*) y de plantas (*Bostrychia radicans*, *Cladophoropsis adhaerens*) al igual que las tres especies de equinodermos del genero *Ophiocoma aethiops*, *O. teres*, *O. alexandrii*, y el sipunculido *Phascolosoma sp*; esta región ostenta 26 especies restringidas (Fig. 7) en total llegando a ser la región con el mayor número de especies. Chocó tiene 10 especies restringidas (solo se muestrearon en Chocó) entre ellas se encuentran tres especies de crustáceos (*Eriphia squamata*, *Petrolisthes edwardsii*, *Squilla sp.*).

Figura 7. Diagrama de Venn indicando una aproximación de la diversidad gama.



3.5 Abundancias relativas de las especies comunes del Pacífico Colombiano

En la figura 8 se muestran las regiones y localidades censadas en el estudio, Chocó se dividió en dos partes la parte norte: Punta Ardita, Cabo Marzo y Piñas y la parte sur: Nuqui, incluyendo cuatro especies (*N. funiculata*, *N. scabricosta*, *E. conspersa*, *E. dubiosa*) estos organismos se observaron con abundancias diferentes, en cada región. La región del Valle del Cauca muestra un contraste con las regiones restantes, específicamente con la abundancia de *N. scabriscosta* que se distribuye principalmente en zona alta, esto se debe a la falta de muestro en la zona alta por características propias del sitio (arrecife rocoso).

Figura 8. Abundancia relativa para las especies comunes en Chocó, Valle del Cauca y Cauca: *N. funiculata* (Blanco), *N. scabricosta* (Blanco con puntos negros), *E. conspersa* (Gris) y *E. dubiosa* (Negro).

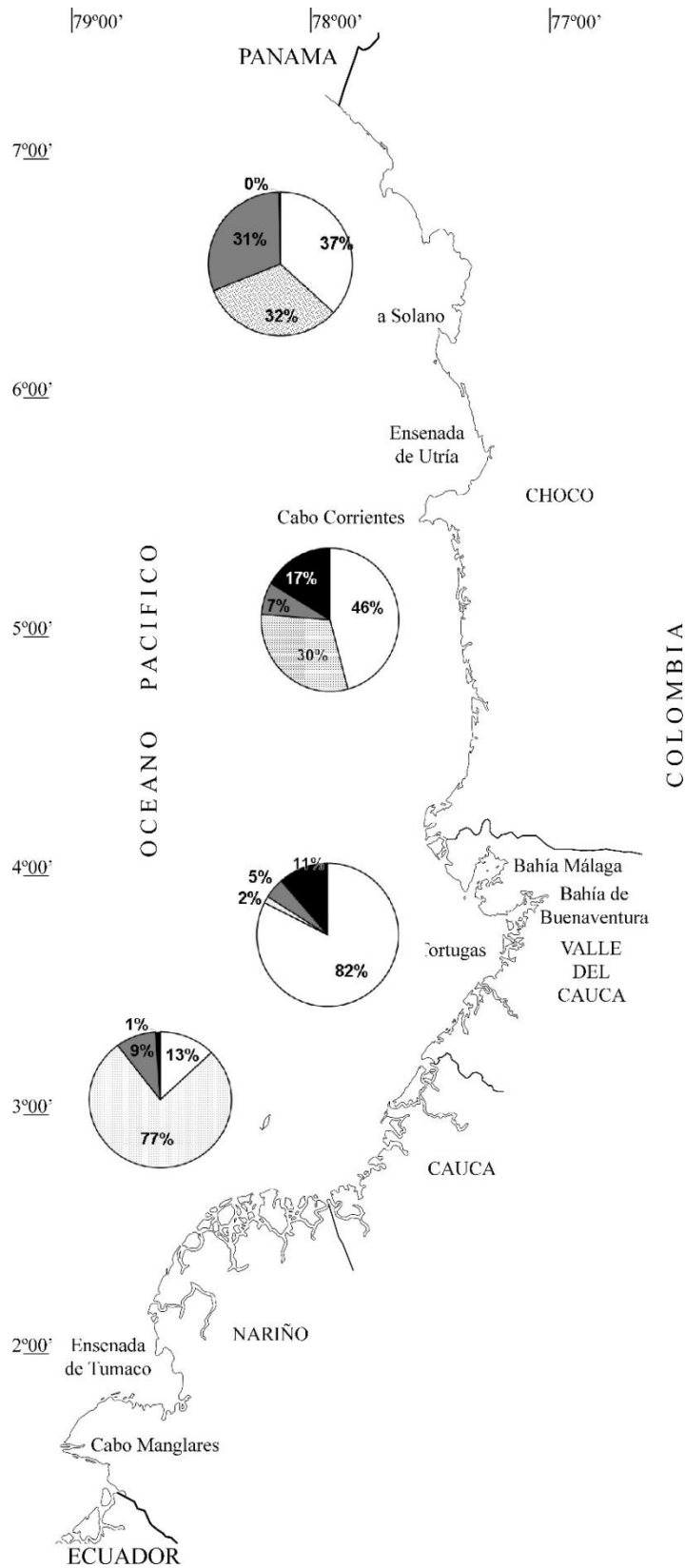


Tabla 1. Listado de especies de invertebrados marinos de la costa Pacífica Colombiana.

División	Clase	Orden	Familia	Especies
<i>Porifera</i>	Demospongiae	Halichondrida	Halichondriidae	<i>Amorphinopsis</i> sp. (Carter, 1887)
		Haplosclerida	Chalinidae	<i>Haliclona</i> sp. (Grant, 1836)
<i>Cnidaria</i>	Anthozoa	Actiniaria	Isophelliidae	<i>Telmatactis</i> sp. (Gravier, 1916)
		Alcyonacea	Gorgoniidae	<i>Leptogorgia</i> sp. (Milne Edwards, 1857)
		Actiniaria	Actiniidae	<i>Anthopleura</i> sp. (Duchassaing de Fonbressin y Michelotti, 1860)
	Hydrozoa	Leptothecata	Aglaopheniidae	<i>Macrorhynchia philippina</i> (Kirchenpauer, 1872)
<i>Mollusca</i>	Polyplacophora	Chitonida	Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona hirudiniformis</i> (Sowerby I, 1832)
		Chitonida	Acanthochitonidae	<i>Acanthochitona</i> sp. (Gray, 1821)
		Chitonida	Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton</i> sp. (Gray, 1847)
		Chitonida	Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton</i> cf. <i>Tenuisculptus</i> (Carpenter, 1828)
		Chitonida	Chitonidae	<i>Chiton stokesii</i> (Broderip, 1832)
	Gastropoda	Caenogastropoda	Planaxinae	<i>Planaxis planicostatus</i> (G. B. Sowerby I, 1825)
		Anaspidea	Aplysiidae	<i>Dolabrifera dolabrifera</i> (H. Adams y A. Adams, 1854)
	Nudibranchia	Buccinidae	<i>Gemophos ringens</i> (Olsson y Harbison, 1953)	
	Neogastropoda	Columbellidae	<i>Anachis</i> sp. (H. Adams y A. Adams, 1853)	
	Neogastropoda	Columbellidae	<i>Columbella major</i> (G.B. Sowerby I, 1832)	
	Neogastropoda	Conidae	<i>Conus nux</i> (Broderip, 1833)	

Neogastropoda	Conidae	<i>Conus purpurascens</i> (G: B: Sowerby I, 1833)
Neogastropoda	Facelinidae	<i>Phidiana lasrucencis</i> (Bertsch y Ferreira, 1974)
Neogastropoda	Fascioliariidae	<i>Leucozonina cerata</i> (Wood, 1828)
Neogastropoda	Fascioliariidae	<i>Opeatostoma pseudodon</i> (Burrow, 1815)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Acanthis brevidentata</i> (Wood, 1828)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Vasula melones</i> (Duclos, 1832)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Plicopurpura pansa</i> (Gould, 1853)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Stramonita biserialis</i> (Blainville, 1832)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Thais triangularis</i> (Blainville, 1832)
Neogastropoda	Muricidae	<i>Muricodrupa sp</i> (Iredale, 1918).
Neogastropoda	Muricidae	<i>Vasula speciosa</i> (Valenciennes, 1832)
Littorinimorpha	Bursidae	<i>Bursa corrugata</i> (Perry, 1811)
Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Macrocypraea cervinetta</i> (Kiener, 1843)
Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Pseudozonaria robertsi</i> (Hidalgo, 1906)
Littorinimorpha	Cypraeidae	<i>Cypraea sp.</i> (Linnaeus, 1758)
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Echinolittorina tenuistriata</i> (Reid, 2002)
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Echinolittorina apicina</i> (menke, 1851)
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Echinolittorina conspersa</i> (Philippi, 1847)
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Echinolittorina dubiosa</i> (C. B. Adams, 1852)
Littorinimorpha	Littorinidae	<i>Echinolittorina paytensis</i> (Philippi, 1847)
Cycloneritimorpha	Neritidae	<i>Nerita funiculata</i> (Menke, 1851)
Cycloneritimorpha	Neritidae	<i>Nerita scabricosta</i> (Lamarck, 1822)

	indefinido	Fissurellidae	<i>Fissurella microtrema</i> (G. B. Sowerby, 1835)	
	indefinido	Fissurellidae	<i>Fissurella virescens</i> (G. B. Sowerby, 1835)	
	indefinido	Lottiidae	<i>Lottia mesoleuca</i> (Menke, 1851)	
	indefinido	Siphonariidae	<i>Siphonaria gigas</i> (G. B. Sowerby I, 1825)	
	indefinido	Siphonariidae	<i>Siphonaria maura</i> (G. B. Sowerby I, 1835)	
	indefinido	Tegulidae	<i>Tegula pellisserpentis</i> (Wood, 1828)	
	indefinido	Turbinidae	<i>Turbo saxosus</i> (W. Wood, 1828)	
	Systellommatophora	Onchidiidae	<i>Onchidella binneyi</i> (Stearns, 1894)	
Echinodermata	Bivalvia	Carditoida	Carditidae	<i>Cardita</i> sp. (Bruguère, 1792)
		Myoida	Pholadidae	<i>Pholas</i> sp. (Linnaeus, 1758)
		Mytiloida	Mytilidae	<i>Mytilus</i> sp. (Linnaeus, 1758)
		Mytiloida	Mytilidae	<i>Brachidontes</i> sp. (Swainson, 1840)
		Ostreoida	Ostreidae	<i>Saccostrea palmula</i> (Carpenter, 1857)
		Ostreoida	Ostreidae	<i>Striostrea prismática</i> (Gray, 1825)
		Pterioida	Pteriidae	<i>Isognomon janus</i> (Carpenter, 1857)
		Pterioida	Pteriidae	<i>Pinctada mazatlanica</i> (Hanley, 1856)
		Veneroida	Chamidae	<i>Chama frondosa</i> (Broderip, 1835)
		Valvatida	Ophidiasteridae	<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)
	Asteroidea	Valvatida	Ophidiasteridae	<i>Phataria unifascialis</i> (Gray, 1840)
	Echinoidea	Camarodonta	Echinometridae	<i>Echinometra vanbrunti</i> Agassiz, 1863)
	Echinoidea	Cidaroida	Cidaridae	<i>Hesperocidaris asteriscus</i> (H.L. Clark, 1948)
	Holothuroidea	Aspidochirotida	Holothuriidae	<i>Holothuria portovallartensis</i> (Caso, 1954)

	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma aethiops</i> (Lütken, 1859)
	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	<i>Ophiocoma alexandrii</i> (Lyman, 1860)
	Ophiuroidea	Ophiurida	Ophiocomidae	<i>Ophioderma teres</i> (Lyman, 1860)
<i>Annelida</i>	Polychaeta	Sabellida	Serpulidae	<i>Serpulidae.</i>
<i>Platyhelminthes</i>	Rhabditophora	Polycladida	Planoceridae	<i>Paraplanocera sp.</i> (Laidlaw, 1903)
<i>Arthropoda</i>	Malacostraca	Decapoda	Coenobitidae	<i>Coenobita compressus</i> (H. Milne Edwards, 1836)
		Decapoda	Diogenidae	<i>Calcinus obscurus</i> (Stimpson, 1859)
		Decapoda	Diogenidae	<i>Clibanarius albidigitus</i> (Nobili, 1901)
		Decapoda	Eriphiidae	<i>Eriphia squamata</i> (Stimpson, 1860)
		Decapoda	Porcellanidae	<i>Petrolisthes edwardsii</i> (de Saussure, 1853)
		Decapoda	Grapsidae	<i>Pachygrapsus transversus</i> (Gibbes, 1850)
		Decapoda	Percnidae	<i>Percnon gibbesi</i> (H. Milne Edwards, 1853)
		Stomatopoda	Squillidae	<i>Squilla sp.</i> (Fabricius, 1787)
		Sessilia	Balanidae	<i>Balanus sp.</i> (Costa, 1778)
	Maxillopoda	Sessilia	Chthamalidae	<i>Chthamalus panamensis</i> (Pilsbry, 1916)
		Sessilia	Tetraclitidae	<i>Tetraclita squamosa panamensis</i> (Pilsbry, 1916)
<i>Sipuncula</i>	Phascolosomatidea	Phascolosomatida	Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma sp</i> (Montagu, 1804).

4 DISCUSIÓN

Es común que a lo largo de la zona intermareal de los ecosistemas rocosos se encuentre un patrón de distribución (Fernández *et al.*, 2014); aunque en este estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las zonas intermareales en términos de abundancia, algunas especies (*e.g.* *N. funiculata* y *N. scabricosta*) se destacaron por su abundancia variable en las diferentes zonas. Este mismo patrón ya se había registrado por Herrera-Paz *et al.*, (2013) en el Parque Nacional Natural Ensenada de Utría (P.N.N Utría), Chocó. Algo similar encontraron Arzola-González *et al.*, (2013), quienes detectaron la preferencia de *N. funiculata* por la zona media. Entre las especies restringidas para Chocó, los crustáceos *E. squamata* y *P. edwardsii* se han reportado con anterioridad en lugares como Isla Gorgona (Londoño-Cruz *et al.*, 2014) y Bahía Málaga (Lazarus-Agudelo y Cantera, 2007). Este caso (entre otros), permite establecer la similitud en la riqueza de especies entre las dos regiones (Cauca-Chocó). Contrariamente, la región del Valle del Cauca y el Cauca no comparten especies entre sí. Una posible explicación a la similitud entre Cauca y Choco se puede deberse al tipo de sustrato (rocas ígneas), a diferencia del Valle del Cauca que (excepción de negritos) poseen un sustrato origen diferente (rocas sedimentarias) .La baja riqueza en Cauca puede darse por la falta de los censos de presencia-ausencia, los cuales no se realizaron debido a problemas logísticos, lo que podría reducir la posibilidad de encontrar especies cripticas.

Aunque la diversidad en Bahía Málaga fue la más alta en este estudio, es sin embargo baja en comparación con otros estudios en la misma área (Lozano-Cortes *et al.*, 2013), esta diferencia puede tratar de explicarse por el tipo de muestreo ya que en el anterior estudio se realizó un escrutinio buscando todas las especies posibles. A pesar de lo anterior, esta región presento la diversidad alfa más alta y es la región que más aporta al total de especies presentes en las tres regiones estudiadas, lo que la convierte en la más diversa, lo cual indica que el tipo de muestreo estándar es totalmente comparable, lo cual trae beneficios para futuras comparaciones y monitoreo a corto y largo plazo.

Por otro lado, en el departamento del Chocó se han realizado estudios en los sitios muestreados que se han enfocados en grupos muy diferentes a los incluidos aquí (*e.g.* amphipodos: Valencia y Giraldo, 2009), y otros han sido desarrollados a nivel de informe técnico (Londoño-Cruz et al, 2008), por lo cual vale la pena resaltar que este es el primer estudio que se realiza en la región con un protocolo estandarizado que permite una comparación insesgada de la riqueza de especies entre diferentes lugares.

Para finalizar, se demostró que el tipo de muestreo es estándar y permite comparar entre regiones que utilicen la misma metodología, así como el desarrollo de futuros monitoreos a corto y mediano plazo. De igual forma, es notoria la zonación en el ecosistema rocoso a lo largo de las regiones muestreadas del Pacífico Colombiano. También, vale la pena resaltar que aunque en los muestreos de cobertura se encontraron diversas especies de esponjas, la falta de conocimiento de este taxón impide hacer un adecuado análisis de la cobertura específica y de la riqueza del grupo como tal. Igual es el caso para grupos como algas y anemonas; lo cual evidencia la necesidad de un mayor esfuerzo en generar un conocimiento cabal de la biodiversidad de la región Pacífica colombiana.

5 CONCLUSIONES

1. La zonación en el ecosistema rocoso a lo largo de las regiones muestreadas del Pacífico Colombiano fue notoria.
2. En los muestreos de cobertura se encontraron diversas especies de esponjas, pero debido a la falta de conocimiento de este taxón impide hacer un adecuado análisis de la cobertura específica y de la riqueza del grupo como tal.
3. Se demostró que el tipo de muestreo es estándar y permite comparar entre regiones que utilicen la misma metodología, así como el desarrollo de futuros monitoreos a corto y mediano plazo

BIBLIOGRAFÍA

ARZOLA-GONZALES, J., VOLTOLINA, D., GUTIÉRREZ-RUBIO, Y., y FLORES-CAMPAÑA, L Abundancia y estructura de las tallas de *Nerita funiculata* (Mollusca: Gastropoda: Neritidae) en la zona intermareal de las islas de la Bahía de Navachiste, Sinaloa, Mexico. *Universidad y Ciencia*. 2013, vol 29, no 2, p. 209-213.

BARRIOS, L., y LÓPEZ-VICTORIA, M Gorgona marina: contribución al conocimiento de una isla única. Santa Marta: 7 ed. Santa Marta. Serie de publicaciones especiales: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (INVEMAR), 2001. 160 p. ISBN 9589697224, 9789589697221.

CANTERA, J., y CONTRERAS, R Ecosistemas costeros. En: Leyva, P. Colombia Pacífico, Tomo I. Bogotá: Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”.

CANTERA, J. Biodiversidad en el ecosistema de acantilados rocosos en el Pacífico colombiano. Cali, Colombia: Universidad del Valle, 1995. ISBN: 9586700488.

CAYUELA, L. (2009). Modelos lineales generalizados (GLM). Granada, Universidad de Granada: Ecolab, Centro de Medio Ambiente.

COBO-VIVEROS, A., y CANTERA-KINTZ, J Main factors determining bioerosion patterns on rocky cliffs in a drowned valley estuary in the Colombian Pacific (Eastern Tropical Pacific). *Geomorphology*, 246, p. 220-231.

DÍAZ, J., MEJÍA, L., y BOHÓRQUEZ. Colombia. En Miloslavich, P., y Klein, E. Caribbean Marine Biodiversity The known and the unknown. Census of Marine Life. Destech Publications.2005.

FERNÁNDEZ, F., JIMÉNEZ, M., y THAYS, A Diversidad, abundancia y distribución de la macrofauna bentónica de las cosas rocosas al norte del Estado Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*. (2014), vol. 62, no.3, p. 947-956.

FLÓREZ-JARAMILLO, L., y CUÉLLAR, J. Comportamiento circadiano del gasterópodo *Nerita scabricosta* en el intermareal rocoso de isla la palma, Pacífico colombiano. *Boletín De Investigaciones Marinas Y Costeras – INVEMAR*. Agosto, 2013, vol.1, no.173.

FORMAN, R., y GODRON, M. (1986). *Landscape Ecology*, New York, Jhon Wiley & Sons.

GARCÍA-SUÁREZ, S., ACOSTA, A., LONDOÑO-CRUZ, E., y CANTERA, J. Organismos móviles y sésiles de litoral rocoso del Pacífico colombiano: Una guía visual para su identificación. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana: Fundación Malpelo y otros Ecosistemas Marinos: Conservación Internacional Colombia: Cali: Universidad del Valle, 2011. ISBN: 978-958-716-516-6

HALFFTER, G., y MORENO, C. Significado biológico de las Diversidad Alfa, Beta y Gamma. En Halffter, G., Soberón, J., Koleff, P. y Melic, A. *Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gama*. 2005, Aragoza: m3m: Monografías Tercer Milenio. ISBN: 84-932807-7-1

HAMMER, Ø., HARPER, D., y RYAN, P. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*, 2001, vol. 4, no. 1, 9pp.

Herrera-Paz, D., Londoño-Cruz, E., y Blanco, J. Distribución espacial del ensamblaje de macroinvertebrados asociados al litoral rocoso el PNN Ensenada de Utría, Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*, 2013, vol. 17, no.2, p. 137-149.

Hothorn, T., Bretz, F., y Westfall, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal*, 2008, vol. 50, no.3, p. 346-363.

LAZARUS-AGUDELO, J., Y CANTERA, J. Crustáceos (Crustacea: Sessilia, Stomatopoda, Isopoda, Amphipoda, Decapoda) de Bahía Málaga, Valle del Cauca (Pacífico colombiano). *Biota Colombiana*, 2007, vol.8 no.2, p. 190-221.

LITTLE, C., Y KITCHING, J. *The Biology of Rocky Shores*. 1996, Oxford University Press. ISBN: 0198549350, 9780198549352.

LOMBARDO, R., CHRISTY, J., & CIPRIANI, R. *Siphonaria gigas*, a simultaneous hermaphrodite, lives in pairs in rock fissures the Pacific coast of Panama. *Marine Biology*, 2013, vol.160, p. 729-735.

LONDOÑO-CRUZ, E. Patterns of spatio-temporal dynamics in a mobile molluscan assemblage on a subtropical boulder shore (Doctoral dissertation). Kyushu University, Kyushu, Japan. 2007.

LONDOÑO-CRUZ, E., CUELLAR, L., Y CASTELLANO-GALINDO, G. (2008). Fauna asociada a la zona rocosa intermareal en las localidades de Cambura (Punta Cruces) y El Acuario (Cabo Marzo). En Giraldo, A y Valencia B., Chocó. Paraíso por naturaleza. Punta Cruces y Cabo Marzo. Colombia: Centro Editorial Universidad Del Valle, 2008. ISBN: 9586706520.

LONDOÑO-CRUZ, E., LÓPEZ DE MESA-AGUDELO, L., ARIAS-GALVEZ, F., HERRERA-PAZ, D., PRADO, A., CUELLAR, L., Y CANTERA, J. Distribution of macroinvertebrates on intertidal rocky shores in Gorgona Island, Colombia (Tropical Eastern Pacific). *Revista de Biología Tropical*, 2014, vol. 62, p.189-198.

LÓPEZ DE MESA, L., Y CANTERA-KINTZ, J. Marine Mollusks of Bahía Málaga, Colombia (Tropical Eastern Pacific). *Checklist*, 2015, vol.11, no.1, p. 1-18.

LOZANO-CORTÉS, D., Y LONDOÑO-CRUZ, E. Checklist of barnacles (Crustacea; Cirripedia: Thoracica) from the Colombian Pacific. *Marine Biodiversity*, 2013, vol. 43, no.4.

Lozano-Cortés, D., Londoño-Cruz, E., y Zapata, F. Bioerosión de sustrato rocoso por erizos en Bahía Málaga (Colombia), Pacífico Tropical. *Revista de Ciencias*, 2010, vol.15, p. 9-22.

Oksanen, J., Gullaume-Balnchet, F., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P., O' Hara, R., Simpson, L., Soylmos, P., Stevens, H., y Wagner, H *Community Ecology Package: Ordination, Diversity and Dissimilarities*. 2015. URL: <http://vegan.r-forge.r-project.org>

Quinceno, P., Castaño, R., y Cañas, A. Estado del arte de los ecosistemas de manglar, arrecifes de coral y litoral rocoso del Parque Nacional Natural Utría. Universidad de Antioquia. Medellín, 2008.

R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2008, ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

STEPHENSON, T., Y STEPHENSON, A. Life between tide-marks on rocky shores. W.H. Freeman, USA, 1972, 425 pp.

STEPHENSON, T., Y STEPHENSON. A. The universal features of zonation on rocky shores. *Journal of Ecology*, 1949, vol.37, p .289-305.

VALENCIA, B., Y GIRALDO, A. Hipéridos (Crustacea: Amphipoda) en el sector norte del Pacífico oriental tropical colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 2009, vol.37, no.2, p. 265-273.

ANEXOS

Anexo A Resultados de la prueba de Tukey del análisis de GLM para todos los sitios incluidos en el estudio

Regiones	Sitios	P
Cauca	Ven1-Cam	0.011130
Chocó	Ter-CabM	0.011130
	Terq - Cabur	0.000166
	Terq - PuA1	0.000532
Valle del Cauca	Neg - IsPa	2.56e-05
Cauca-Chocó	Ven1 - Cabur	0.013497
	Terq - Cam	0.000127
	Terq - PieR	0.003098
	Ven1 - PuA1	0.030561
Cauca-Valle del Cauca	Ven1 - Neg	0.004605
	IsPa - Cam	3.976 8.80e-05
	PieR - IsPa	0.002303
	Ven2 - IsPa	0.000207
	Ven1 - Neg	0.004605
Valle del Cauca- Chocó	Terq - Neg	3.77e-05
	PuA2 - IsPa	0.000413
	PuA1 - IsPa	0.000380
	IsPa - CabM	0.008553
	IsPa - Cabur	0.000116