

DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE TRES ZONAS CON DIFERENTE TIPO DE SUSTRATO, EN LAGUNA OJO DE LIEBRE, B.C.S., MEXICO

Por

José Carlos Sarur Zanatta
Roberto Millán Núñez
Carmen Angelina Gutiérrez Sigala
Carla Anette Small Mattox-Sheahan
Escuela Superior de Ciencias Marinas
Apdo. Postal 453
Ensenada, Baja California

SARUR ZANATTA, J. C., R. Millán Núñez, C. A. Sigala Gutiérrez y C. A. Small Mattox-Sheahan. 1984. Diversidad y similitud de tres zonas con diferente tipo de sustrato, en Laguna Ojo de Liebre, B. C. S., México. *Ciencias Marinas* 10 (2): 169-174

RESUMEN

Este breve trabajo muestra los resultados de un estudio efectuado el 31 de marzo y el primero de abril (1982) en la laguna Ojo de Liebre, B.C., México. Se encontraron diferencias significantes, mediante el método de proyecciones de similitudes cenoclinicas, en la distribución de la fauna bentónica sobre un gradiente de estabilidad en el sedimento. También se incluye un inventario de especies encontradas, como guía útil para futuras investigaciones.

ABSTRACT

This brief work shows the results of a study realized during the last day of March and the first of April (1982) in Laguna Ojo de Liebre (Scammon's Lagoon), B.C., in México. Using a "Cenocline Similarity Projection" method, we found a significant difference in the distribution of benthic fauna on a sediment stability gradient. An inventory of species found is also included, as a useful guide for future works.

INTRODUCCION

Las características biológicas de la zona de transición entre el mar y el continente han atraído el interés de los biólogos marinos. Consecuentemente, los cambios bióticos y abatimiento de la riqueza de especies que ocurren en esteros pueden ser familiares para nosotros (Boesch, 1977).

Las actividades de los organismos producen cambios en las propiedades químicas y físicas de su hábitat. Los cambios asociados acumulativos en el hábitat resultante de estas actividades y cambios asociados en la flora y fauna a través del tiempo, caracterizan a las sucesiones ecológicas (Rhoads *et al.* 1977); éstas pueden desarrollarse de dos maneras diferentes tomando solamente dos parámetros: si tomásemos el espacio como constante y verificamos las variaciones en el tiempo, tendremos una sucesión en el tiempo. Por otro lado, si mantenemos el tiempo relativamente "constante", y verifi-

camos las variaciones en el espacio, nos encontramos ante una sucesión espacial. Nuestro trabajo se concentra en este último tipo de sucesión.

Orth (1977) señala que la diversidad y abundancia de muchas comunidades faunísticas bentónicas parecen estar controladas por las propiedades físicas del sedimento en que viven o por interacciones biológicas. La importancia de la estabilidad en el sedimento como un factor limitante es difícil de entender, sin embargo, es ciertamente importante en la fundación y mantenimiento de las comunidades asociadas (Orth, *op. cit.*)

Boesch (1977) explica los cambios bióticos a lo largo de un gradiente como cenoclina, o gradiente de la comunidad y del ecoclina, o gradiente del ecosistema. El gradiente estudiado por nosotros es a nivel comunidad, y teniendo el tipo de sustrato

DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE TRES ZONAS

como factor de cambio, de acuerdo a la importancia recalcada por Orth (1977).

Nuestra área de estudio se localiza en la laguna Ojo de Liebre, situada entre los 113°50' y 114°20' longitud Oeste, y los 27°35' y 28°00' latitud Norte (Fig. 1). El flujo interior está regido por las mareas, pues el único aporte dulceacuícola es estacional y muy reducido. Presenta características de alta evaporación que han originado las conocidas salinas, actualmente explotadas a nivel comercial. Dentro de la laguna se tienen tres diferentes lugares de estudio (Fig. 1): el primero con sustrato rocoso, el segundo con sustrato arenoso fino y el tercero con sustrato lodoso, en los que el gradiente de energía del oleaje se presenta en forma descendiente. Los muestreos fueron efectuados al 31 de marzo y el 1.º de abril de 1982.

METODOS

En las zonas 2 y 3 (Fig. 1) se muestreó

con un cuadrado de 25 cm de lado (1/16 de metro cuadrado) a lo largo de transectos perpendiculares a la playa.

Los cuadrados se lanzaron al azar dos veces en cada una de las divisiones (supra, meso e infralitoral); en el primer lance se colectaban los organismos superficiales, mientras que en el segundo se colectaba la infauna hasta una profundidad de 15 cm, a diferencia de la estación 1, donde solamente se muestreó en un lugar y con un solo lance. El producto de los muestreos fue colocado en bolsas de plástico con formol a una concentración aproximada del 10 % y sin neutralizar.

En el laboratorio, las muestras se separaron individualmente sobre un tamiz con 2 mm de abertura de malla, se lavaron para quitar todo tipo de sedimento y se agruparon por especies en frascos con alcohol isopropílico al 70 %. La identificación de los organismos se dificultó por la falta de claves apropiadas para la zona, y sólo en al-

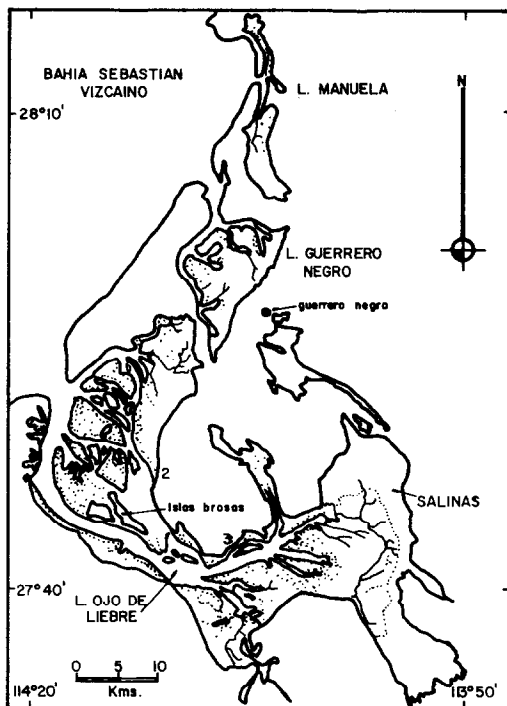
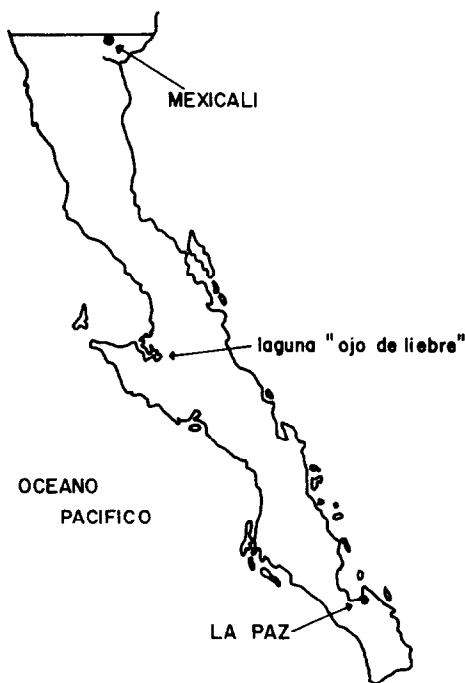


FIGURA 1. Localización del área estudiada:

gunos organismos se llegó hasta especie. Las claves empleadas fueron las de Morris (1966), Miller y Lea (1972), Smith y Carlton (1975), y Brusca (1980).

El principal método de análisis para los cambios bióticos a lo largo del gradiente, utilizado en este trabajo, es el de Proyecciones de Similaridades Cenoclinicas (Boesch, 1977) ligeramente modificado. Boesch (*op. cit.*) mide la similitud cualitativa usando el coeficiente S de Sorensen. Donde a, b y c, son elementos estandar usados en contingencia. Nosotros utilizamos el coeficiente K del mismo Sorensen, el cual es más apropiado en nuestro caso, de acuerdo a las características mencionadas por Looman y Campbell (1960).

$$K_s = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

La similitud cuantitativa fue medida de igual forma que Boesch (1977), usando el coeficiente de Czechanowski o de Bray-Curtis. Además, se analizó la diversidad para cada zona, basándose en el índice de Simpson (1949).

El resultado de la aplicación del índice de diversidad de Simpson para cada una de las zonas estudiadas se observa en la Figura 4. Debemos recalcar que el hecho de presentarlos graficados sobre el gradiente es a fin de darle mayor claridad para el lector, y no por haberse realizado a manera de índices comparativos.

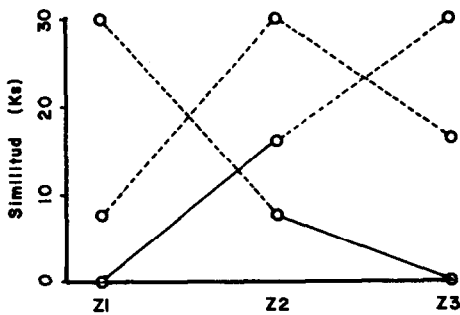


FIGURA 2. Proyección de Similitud Cenoclinica cualitativa (K de Sorensen), para cada zona. Z1, zona rocosa; Z2, zona arenosa; Z3, lodosa.

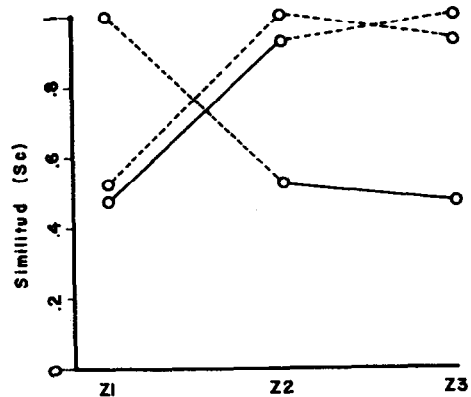


FIGURA 3. Proyección de Similitud Cenoclinica cuantitativa (Czekanowski), para cada zona. Z1, zona rocosa; Z2, zona arenosa; Z3, zona lodosa.

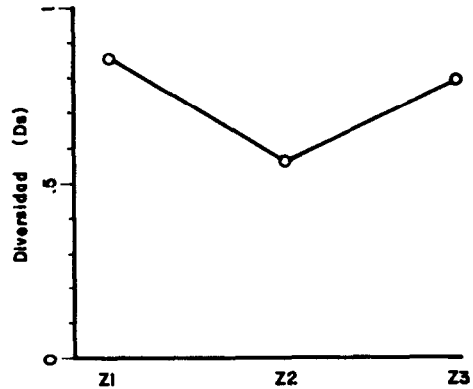


FIGURA 4. Índice de diversidad (Simpson) para cada zona. Z1, zona rocosa; Z2, zona arenosa; Z3, zona lodosa.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos se describen posteriormente por zonas. Aquí se concentran todas las especies encontradas en cada zona, así como su abundancia. También se añadió el hábito alimenticio de las especies de poliquetos encontradas, basándose en el trabajo de Jumars y Fauchald (1977).

ZONA 1

Las especies mencionadas a continua-

DIVERSIDAD Y SIMILITUD DE TRES ZONAS

ción se encontraron asociadas a *Suberites* sp., en un substrato rocoso.

	No.
Crustacea (Amphipoda): (Organismos)	
<i>Ampithoe</i> sp.	3
<i>Elasmopus</i>	5

Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Anachis penicillata</i>	1
<i>Nassarius rhinetes</i>	1

Echinodermata (Ophiuroidea):	
<i>Ophiactis</i> sp.	4

Annelida (Polychaeta):	
<i>Eunice antemata</i>	3
	(carnívoro)

Porifera (Demospongiae):	
<i>Suberites</i> sp	

ZONA 2

Esta muestra se obtuvo en una planicie de marisma en donde se observó la presencia de *Spartina foliosa* en el supralitoral, aunque no muy abundante. En el mesolitoral se vieron parches de *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta). En el infralitoral se observó una abundancia moderada de *Zostera marina*. El sustrato era principalmente arena fina.

Crustacea (Brachyura):	
<i>Goetice americanus</i>	1

Crustacea (Amphipoda):	
<i>Synchelidium</i> sp	4

Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Nassarius tegula</i>	86
<i>Cerithidea californica</i>	1
<i>Turbonilla</i> sp. A.	1
<i>Turbonilla</i> sp. B.	4
<i>Natica chemnitzii</i>	1
<i>Anachis</i> cf <i>varia</i>	8
<i>Nassarius rhinetes</i>	2
<i>Polinices recluzianus</i>	1
<i>Haminoea vesicula</i>	2

Mollusca (Bivalvia):	
<i>Chione californiensis</i>	1
<i>Lyonsia californica</i>	1
<i>Tellina</i> sp.	12

Annelida (Polychaeta):	
<i>Nereis</i>	1
	(carnívoro o carroñero)
<i>Cirriiformia spirabranca</i>	2
	(detritófago)
<i>Nereis latescens</i>	1
	(carnívoro o carroñero)

Echinodermata (Holoturoidea):	
<i>Cucumaria curata</i>	2
¿ <i>Chiridota</i> ?	1
	(ver discusión)

Vertebrata (Pisces - Gobiidae):	
<i>Clevelandia ios</i>	2

ZONA 3

En esta zona, los pastos no sólo eran más abundantes que en la zona 2, sino que la planicie era más extensa. El sedimento era básicamente lodoso.

Crustacea (Brachyura):	
<i>Uca crenulata crenulata</i>	4

Crustacea (Amphipoda):	
<i>Synchelidium</i> sp	8

Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Nassarius tegula</i>	34
<i>Natica chemnitzii</i>	1
<i>Acteocina harpa</i>	2
<i>Odostomia (Menestho) fetella</i>	2

Mollusca (Bivalvia):	
<i>Chione californiensis</i>	3
<i>Tellina</i> sp.	6

Annelida (Polychaeta):	
<i>Nephtys</i> sp.	4
	(carnívoro o excavador)
<i>Glycera</i> sp	11
	(carnívoro o excavador)
<i>Polydora</i> sp	1
	(detritófago)
<i>Orbinia johnsoni</i>	6
	(carnívoro o excavador)

El procesamiento de los datos se presenta en forma directa en las Figuras 2, 3 y 4, en las cuales se muestran los resultados de la aplicación de los métodos descritos.

En la Figura 2, tenemos la proyección

de similitud cenoclinica analizada cualitativamente; es decir, sin tomar la abundancia de las diferentes especies a lo largo de nuestro gradiente, donde Z1 representa el sustrato rocoso, Z2 el arenoso fino y Z3 el lodoso.

En la Figura 3, se presenta la misma proyección de similitud cenoclinica, pero ahora tomando en cuenta la abundancia de las diferentes especies, es decir, cuantitativamente. También se encuentra graficada en el mismo gradiente que en la anterior.

A manera de reporte, debemos denotar la presencia en la zona 3, de *Odostomia fetella*, descrito por Smith y Carlton (1975) como un ectoparásito, succionando los fluidos vitales del hospedador por medio de un sifón y un estilete. También debemos mencionar la posibilidad de una nueva especie de holoturoideo vermiforme aparentemente del género *Chiridota*; el espécimen continua en estudio.

DISCUSION

Al hacer un análisis detenido de las figuras 2 y 3, vemos que existen diferencias. Es decir, la proyección de similitud cenoclinica (CSP de ahora en adelante), cualitativamente, muestra claras diferencias entre los tres tipos de sustrato; sin embargo, cuantitativamente muestra una similitud enorme entre el sustrato arenoso y el lodoso. Nosotros creemos que sí existen diferencias entre las dos zonas, pero debido a que la especie más abundante se encuentra en ambas zonas, la similitud fue "exagerada" (ver valores para *Nassarius tegula* en ambas zonas).

A pesar de todo, nuestras gráficas de CSP coinciden al mostrar un ecotono entre las zonas 1 y 2. Es decir, tenemos comunidades significativamente diferentes. Por otro lado, en la Fig. 2 es clara la existencia de un cambio gradual entre las zonas 2 y 3. Este cambio "amortiguado" sobre gradiente, así como el mayor número de especies localizadas en la zona 2, nos hacen aventurarnos un poco a definir a esta zona, como una área de traslape entre una comunidad ecotípica de sustrato arenoso y una de sustrato lodoso. Esto podemos probarlo de manera hipotética, pues carecemos de datos en

zonas completamente arenosas. Para realizar dicha comprobación tenemos la presencia de *Gracilaria verrucosa*, alga roja típica de sustrato arenoso (gruesos o medianos) (Smith y Carlton, 1975). Además, tenemos a *Cleavelandia ios* que es un pez gobido que habita en las bocas de las galerías excavadas en la arena por algunas especies enterradoras (Smith y Carlton, *op. cit.*). Todo esto nos muestra la cualidad arenosa de nuestra zona.

Por otro lado tenemos la presencia de *Spartina foliosa*, *Zostera marina* y una gran cantidad de consumidores de depósito, que serían nuestra arma para mostrar la cualidad lodosa de la comunidad estudiada. Si a esto aunamos los resultados de similitud cuantitativa (CSP en la Fig. 3), en donde vemos una semejanza entre las zonas 2 y 3, creemos tener bases suficientes para fundamentar nuestra hipótesis. Este efecto de traslape es definido por Margalef (1977), como el efecto de borde en un ecotono.

En la gráfica de índices de diversidad de Simpson (Fig. 4) observamos que las zonas rocosa y lodosa presentan altos valores, mientras que la zona arenosa muestra un valor bajo. Al respecto, Colman (1940) opina que en sustratos rocosos se encuentra gran diversidad debido a la abundancia de refugios (grietas, algas, etc.), que permiten mayor riqueza de nichos y por lo tanto, de especies. Por otro lado, Laporte (1979) recalca la importancia de la firmeza del sustrato en fondos rocosos, para la abundancia y diversidad de especies: un sustrato móvil (ej. grava) tendrá mucha menor diversidad que uno firme.

En el sustrato lodoso, el efecto amortiguador que ejercen los pastos sobre las corrientes, al estabilizar el sedimento (Orth, 1977), provoca una mayor diversificación en la comunidad (Young y Young, 1977). Por otro lado, al existir una mayor energía y escasear los pastos (como por ejemplo, en la zona 2), a pesar de que las características sedimentarias del lugar sean eficientes en el mantenimiento de la comunidad, el mismo oleaje o circulación acuática impedirá la fijación larval o el desarrollo adecuado de la epifauna (Orth, 1977).

Todo esto nos conduce a la hipótesis de diversidad y estabilidad en el tiempo, de Sanders (1969). En resumen, y aplicándolo a nuestras zonas, tendremos una menor diversidad donde los cambios en factores físicos del medio sean los que predominen; mientras que al mantener éstos relativamente constantes, los mismos factores bióticos (competencia, predación, reclutamiento, etc.) se encargarán de diversificar las comunidades.

Para terminar nuestro análisis comparativo de los tres tipos de sustrato, haremos notar la importancia de los poliquetos en este tipo de estudios. En la zona 1 encontramos una especie carnívora y de vida libre, *Eunice antennata*. En la zona 2 empezamos a tener detritófagos (*Cirriiformia spirabrancha*), y no sólo éso, sino que existen carroñeros facultativos (*Neris* sp. y *N. latescens*), los cuales sólo comerán organismos frescos cuando éstos abunden, remarcando la adaptabilidad que requieren en un ambiente controlado por cambios físicos en el medio. En la zona 3, no sólo tenemos una mayor diversidad de poliquetos, sino una mayor abundancia; podemos ver que, en sustrato lodoso, la estrategia de vida es la construcción de galerías o túneles, en el caso de los carnívoros.

Debemos aclarar, por último, que sólo nos interesan las diferencias entre zonas, por lo que decidimos agrupar las subzonas de cada estación (supra, meso e infralitoral); y debido a su mayor significancia estadística (más abundancia y diversidad) se procesaron solamente las especies de invertebrados.

CONCLUSIONES

Las conclusiones se pueden resumir en los siguientes puntos:

- a) Se encontró un ecotono muy marcado entre las comunidades de sustrato rocoso y arenoso.
- b) Entre las comunidades de sustrato arenoso y lodoso no existe un ecotono normal, sino que varía en forma gradual creando de esta manera una zona de traslape o ecotono con efecto de borde.
- c) En los sustratos rocosos (firmes)

y lodosos existen comunidades con alta diversificación y abundancia de especies, debido a que existen factores físicos de cambio en el medio menos adversos. En estas zonas (1 y 3), las comunidades están regidas por factores bióticos (competencia, predación, comensalismo, etc.).

d) Una de las principales causas de la baja diversidad en sustrato arenoso (zona 2) es la energía del oleaje, la cual impide la debida fijación y desarrollo de los organismos, por lo que las únicas especies "exitosas" en estas zonas, serán las más rápidas enterradoras. Cabe señalar que la abundancia de *Nassarius tegula* se debe a la falta de predadores sobre esta especie.

LITERATURA CITADA

- BOESCH, D. F., 1977. A New look at the zonation of benthos along the estuarine gradient. En: Ecology of Marine Benthos, B.C. Coull (ed.) U. of S. Carolina Press. 1(13):245-266.
- BRUSCA, R.C., 1980. Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California. The U. of Ariz. Press, E.U.A., 513 pp.
- JUMARS, P. A. and K. Fauchald, 1977. Between-community contrasts in successful polychaete feeding strategies. En: Ecology of Marine Benthos, B.C. Coull (ed.) U. of S. Carolina Press. 1(1): 1-20.
- LAPORTE, L.F., 1979. Ancient Environments. Prentice-Hall, Inc. 1(3):49-82
- LOOMAN, J. Y J.B. Campbell, 1960. Adaptation of Sorensen's K. Ecology. 41(3):409-416.
- MARGALEF, R., 1977. Ecología. Ed. Omega. L(14): 478-482.
- MILLER, D.J. Y R. N. Lea, 1972. Guide to the Coastal Marine Fishes of California. Fish Bull. 157:249 pp.
- MORRIS, P.A., 1966. A Field Guide to Pacific Coast Shells including Shells of Hawaii and the Gulf of California. The Peterson Field Guide Series (6). 297 pp.
- ORTH, R.J., 1977. The importance of sediment stability in seagrass communities. En: Ecology of Marine Benthos, B.C. Coull (ed.). U. of S. Carolina Press. 1(15):281-300.
- RHOADS, D. C., R. C. Aller and M. B. Goldhaber, 1977. The influence of colonizing benthos on physical properties and chemical diagenesis of the estuarine seafloor. En: Ecology of Marine Benthos, B.C. Coull (ed.). U. of S. Carolina Press. 1(7):113-138.
- SANDERS, H. L., 1969. Benthic marine diversity and the stability time hypothesis. Div. and Stab. in Ecol. Systems (Brookhaven Symposia in Biology) 22:71-81.
- SIMPSON, E.H., 1949. Measurement of diversity. Nature (163):688.
- SMITH, R.I. Y J.T. Carlton, 1975. Lighth's Manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast. U. of California Press. 717 pp.
- YOUNG, D. K. and M.W. Young, 1977. Community structure of the macrobenthos associated with seagrass of the indian rivers estuary, florida. En: Ecology of Marine Benthos, B.C. Coull (ed.). U. of S. Carolina Press. 1(19):359-382.

VARIATION AND SIMILARITY IN THREE ZONES WITH DIFFERENT TYPE OF SUBSTRATE IN LAGUNA OJO DE LIEBRE, B.C.S., MEXICO

By

José Carlos Sarur Zanatta
Roberto Millán Nuñez
Carmen Angelina Gutiérrez Sigala
Carla Anette Small Mattox-Sheahan
Escuela Superior de Ciencias Marinas
Apdo. Postal 453
Ensenada, Baja California

SARUR-ZANATTA, J. C. R. Millán-Nuñez, C. A. Sigala-Gutierrez and C. A. Small-Mattox-Sheahan. 1094. Variation and similarity in three zones with different type of substrate in Laguna Ojo de Liebre, B. C. S., Mexico. *Ciencias Marinas* 10 (2): 175-179

INTRODUCTION

The biological characteristics of the transition zone between the sea and the continent have attracted the attention of marine biologists. Consequently, the biotic changes and the lowering of the species richness that occur in estuaries are well known (Boesch, 1977).

The activity of the organisms changes the chemical and physical properties of their habitat. The accumulative associated changes in the habitat as a result of these activities, and the associated changes in the flora and fauna through time, characterize ecological succession (Rhoads *et al.*, 1977); these can develop in two different ways using two parameters only: if we take space as a constant and verify the variations in time, we would have succession in time. On the other hand, if we keep time relatively constant and verify the variations in space, we have spatial succession. Our work concentrates on this latter type of succession.

Orth (1977) points out that the diversity and abundance of many benthic faunal communities seem to be controlled by the physical properties of the sediment they inhabit or by biological interactions. The importance of the stability in the sediment as a limiting factor is difficult to understand; however, it is certainly important in the foundation and maintenance of the associated communities (Orth, 1977).

Boesch (1977) explains biotic changes along a gradient as cenocline or community gradient, and ecocline or ecosystem gradient.

The gradient we studied is at the community level, having the substrate as a change factor, in agreement with its importance as stressed by Orth (1977).

Our study area was located in Laguna Ojo de Liebre, situated between 113°50' to 114°20' W and 27°35' to 28°00' N (Fig. 1). The interior flow is controlled by tides; the only freshwater contribution is seasonal and very reduced. It presented characteristics of high evaporation that formed the famous salt mines that are being exploited commercially. Inside the lagoon we examined three different study areas (Fig. 1): the first with rocky substrate, the second with fine sand substrate, and the third with muddy substrate. The energy gradient of the waves decreases respectively in each area. The samplings took place on March 31 and April 1, 1982.

METHODS

In zones 2 and 3 (Fig. 1) we sampled with a square of 25 cm per side (1/16m²) along a transect perpendicular to the beach.

The squares were thrown at random twice in every division (supra, meso and infralitoral). In the first sample we collected superficial organisms, and in the second we collected the infauna to a depth of 15 cm, except for station 1, where we only sampled in one place and with one throw. The samples were placed in plastic bags with 10 % formalin and without being neutralized.

VARIATION AND SIMILARITY IN THREE ZONES

In the laboratory, the samples were individually separated with a sieve of 1 mm² mesh; they were washed to separate all types of sediment and were grouped by species in flasks with 70 % isopropyl alcohol. The identification of organisms was difficult because of the lack of appropriate keys for the species of that zone, and only in a few organisms were we able to identify them to species level. The references we used were Morris (1966), Miller and Lea (1972), Smith and Carlton (1975), and Brusca (1980).

The main analytic method used for the biotic changes along the gradient is the slightly modified Cenoclinic Similarity Projection (Boesch, 1977). Boesch measures the qualitative similarity using Sorensen's S coefficient, where a, b, and c are standard elements used in contingency. We use K coefficient of Sorensen which in our case more appropriately agrees with the characteristics mentioned by Looman and Campbell (1960).

$$Ks = \frac{2C}{A + B} \times 100$$

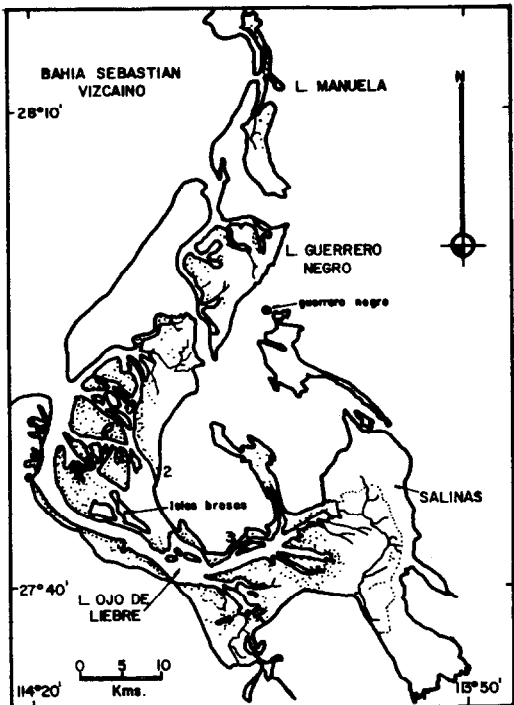
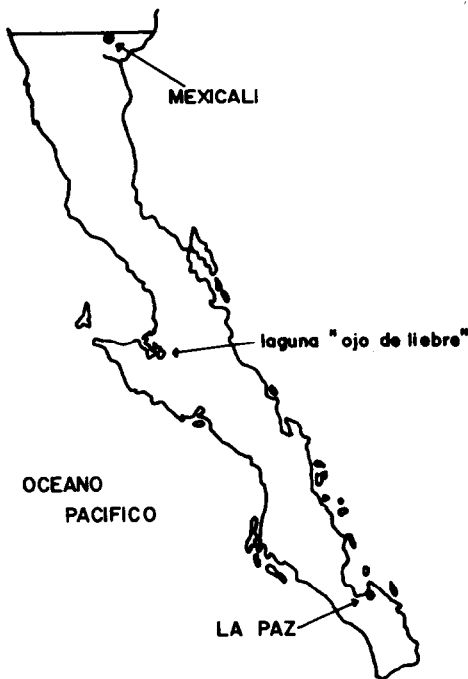


FIGURE 1. Location of the study area

The quantitative similarity was measured following Boesch (1977), using Czechanowski's or Bray-Curtis coefficient. We analyzed the diversity for each zone using Simpson's index (1949).

The result of using Simpson's diversity index for each of the studied areas is shown in Figure 4. We should point out that we plot them on the gradient in order to give more clarity to the reader, and not because we made them as comparative indices.

RESULTS

The results are described by zones. We concentrate here all the species found in every zone with their abundance. We also added the feeding habit of the polychaete species found based on Jumars and Fauchald (1977).

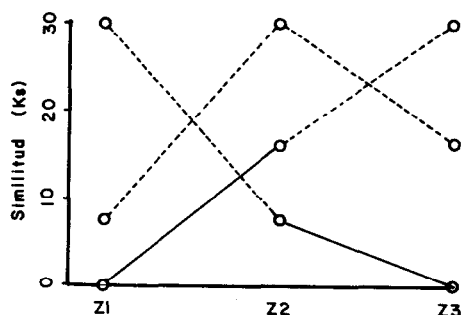


FIGURE 2. Qualitative Cenoclinic Similarity Projections (Sorensen's K) for each zone. Z1, rocky zone; Z2 sandy zone; Z3 muddy zone.

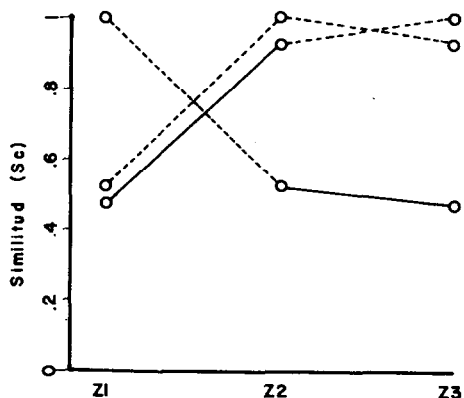


FIGURE 3. Qualitative Cenoclinic Similarity Projection (Czekanowski) for each zone. Z1, rocky zone; Z2, sandy zone; Z3 muddy zone.

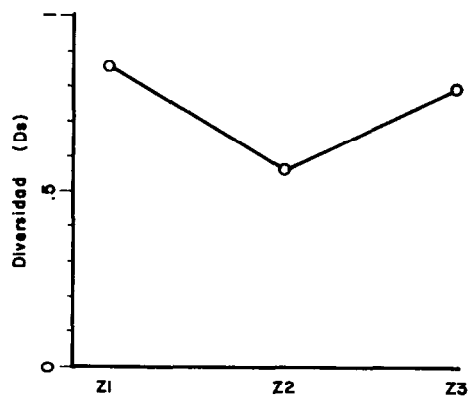


FIGURE 4. Diversity Index (Simpson) for each zone. Z1, rocky zone; Z2, sandy zone; Z3, muddy zone.

ZONE 1

The species mentioned here were found associated with *Suberites* sp. in a rocky substrate.

	Number of organisms
Crustacea (Amphipoda):	
<i>Ampithoe</i> sp.	3
<i>Elasmopus</i>	5
Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Anachis penicillata</i>	1
<i>Nassarius rhinetes</i>	1
Echinodermata (Ophiuroidea):	
<i>Ophiactis</i> sp.	4
Annelida (Polychaeta):	
<i>Eunice antennata</i>	3
	(carnivorous)
Porifera (Demospongiae):	
<i>Suberites</i> sp.	

ZONE 2

This sample was taken in a salt marsh flat where we observed the presence of *Spartina foliosa* in the supralittoral zone, although it was not very abundant. In the mesolittoral zone, we observed patches of *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta). In the infralittoral zone, we observed a moderate abundance of *Zostera marina*. The substrate was mainly fine sand.

Crustacean (Brachyura):	
<i>Goetice americanus</i>	1
Crustacea (Amphipoda):	
<i>Synchelidium</i> sp.	4
Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Nassarius tegula</i>	86
<i>Cerithidea californica</i>	1
<i>Turbonilla</i> sp. A.	1
<i>Turbonilla</i> sp. B.	4
<i>Natica chemnitzii</i>	1
<i>Anachis cf. varia</i>	8
<i>Nassarius rhinetes</i>	2
<i>Polinices reclusianus</i>	1
<i>Haminoea vesicula</i>	2

VARIATION AND SIMILARITY IN THREE ZONES

Mollusca (Bivalvia):	
<i>Chione californiensis</i>	1
<i>Lyonsia californica</i>	1
<i>Tellina</i> sp.	12
Annelida (Polychaeta):	
<i>Nereis</i>	1
(carnivorous or carrion feeder)	
<i>Cirriformia spirabrancha</i>	2
(detritovore)	
<i>Nereis latescens</i>	1
(carnivorous or carrion feeder)	
Echinodermata (Holoturoidea):	
<i>Cucumaria curata</i>	2
<i>Chiridota?</i>	1
(see discussion)	
Vertebrata (Pisces-Gobiidae):	
<i>Clevelandia ios</i>	2

ZONE 3

In this zone the grass was not more abundant than in zone 2 but the flat was more extensive. The sediment was basically muddy.

Crustacea (Brachyura):	
<i>Uca crenulata</i>	4
Crustacea (Amphipoda):	
<i>Synchelidium</i> sp	8
Mollusca (Gasteropoda):	
<i>Nassarius tegula</i>	34
<i>Natica chemnitzii</i>	1
<i>Acteocina harpa</i>	2
<i>Odostomia (Menestho) fetella</i>	2
Mollusca (Bivalvia):	
<i>Chione californiensis</i>	3
<i>Tellina</i> sp.	6
Annelida (Polychaeta):	
<i>Nephtys</i> sp.	4
(carnivorous or burrower)	
<i>Glycera</i> sp	11
(carnivorous or burrower)	
<i>Polydora</i> sp	1
(detritovore)	
<i>Orbinia johnsoni</i>	6
(carnivorous or burrower)	

We present the data in a direct form on figures 2, 3 and 4, in which we show the results of the use of the methods we have described.

In figure 2, we have qualitatively analyzed the Cenoclinic Similarity Projection, that is, without considering the abundance of the different species along our gradient; Z1 represents rocky substrate, Z2 fine sandy substrate, and Z3 muddy substrate.

In figure 3, we present the same Cenoclinic Similarity Projection quantitatively, that is considering the abundance of the different species. It is also plotted in the same gradient as figure 2.

In zone 3 we observed *Odostomia fetella*, described by Smith and Carlton (1975) as an ectoparasite, sucking the vital fluids of its host through a siphon and a stylet. We should also mention the possibility of a new vermiform holothuroid species of the genus *Chiridota*; the specimen is being studied.

DISCUSSION

Making a detailed analysis of figures 2 and 3, we observe some differences. The Cenoclinic Similarity Projection (CSP), qualitatively shows a great similarity among the sandy and muddy substrates. We believe there are differences in both zones, and that the similarity was exaggerated (see values for *Nassarius tegula* in both zones).

Our CSP graphs coincide in showing an ecotone between zones 1 and 2. That is, we have significantly different communities. On the other hand, figure 2 clearly shows the presence of a gradual change between zones 2 and 3. This "softening" change on a gradient, as well as the higher number of species found in zone 2, move us to define this zone as an overlapping area between a community ecologically typical of a sandy substrate and one of a muddy substrate. We can prove this hypothetically, although we lack data from areas typically sandy. One of the arguments we have is the presence of *Gracilaria verrucosa*, a red alga typical of sandy substrate (coarse or medium size)

(Smith and Carlton, 1975). Besides, we have *Clevelandia ios* a goby fish that inhabits the mouths of galleries excavated by some burrowing species (Smith and Carlton, 1975). All this proves the sandy quality of our zone. On the other hand, we have the presence of *Spartina foliosa*, *Zostera marina* and a great amount of deposit feeders that prove the muddy quality of our zone. If we put this together with the results of quantitative similarity (CPS, Fig. 3), where we can see a quantitative likeness between zones 2 and 3, we believe we have enough bases to document our hypothesis. This overlap effect is defined by Margalef (1977) as the border effect in an ecotone.

Figure 4 shows Simpson's diversity index and we can see that the rocky and muddy zones present high values, while the sandy zone presents a low value. Colman (1940) writes that in rocky substrates there is a greater diversity due to the abundance of shelter (crevices, algae, etc.), which allow for a greater richness of niches, and as a result, of species. On the other hand, Laporte (1979) emphasizes the importance of the substrate firmness in rocky bottoms in the abundance and diversity of species; a mobile substrate (e. g. gravel) would have less diversity than a firm one.

In the muddy substrate, the softening effect of the grass on currents stabilizing the sediment (Orth, 1977) provokes a greater diversification of a community (Young and Young, 1977). On the other hand, when there is a greater energy where the grass is scarce (as in zone 2), in spite of the sedimentary characteristics of the place being effective in maintaining the community, the wave action or the water circulation will stop larval settling or the adequate development of the epifauna (Orth, 1977).

All this leads us to the diversity and stability in time hypothesis of Sanders (1969). Summarizing, for our study zones we would have less diversity where the changes in the physical factors of the environment predominate. While keeping these relatively constant, the same biotic factors (competition, predation, recruitment, etc.) will take care of the diversification of the

communities.

To end the comparative analysis of our three types of substrates, we will point out the importance of polychaetes in this type of work. In zone 1 we found a carnivorous and free-living species, *Eunice antennata*. In zone 2 we begin to find detritus feeders (*Cirriformia spirabrancha*) and we also have facultative carrion feeders (*Nereis* sp. and *N. latescens*) which will eat only fresh organisms if they are abundant, stressing the adaptability they require in an environment controlled by physical changes. In zone 3, we have not only a greater polychaete diversity but also a greater abundance; we can see that in a muddy substrate, the life strategy is the construction of galleries or tunnels as in the case with the carnivores.

We must clarify that as we are only interested in the differences between zones, we decided to group the subzones of each station (supra, meso and infralitoral); we processed only the invertebrate species, due to their greater statistical significance (more abundance and diversity).

CONCLUSIONS

We can summarize our work as follows:

- a) We found a very marked ecotone between the rocky and sandy substrate communities.
- b) Between the communities of sandy and muddy substrate there is not a normal ecotone, but one that varies in a gradual way creating an overlap zone or an ecotone with a border effect.
- c) On rocky (firm) and muddy substrates there are communities with a high diversification and abundance of species, due to physical change factors in the less adverse environment. In these zones (1 and 3) the communities are ruled by biotic factors (competition, predation, comensalism, etc.).
- d) One of the main causes of the low diversity in sandy substrate (zone 2) is the wave action, which stops the settling and development of organisms, so the only "successful" species in these zones will be the fastest burrowers. The abundance of *Nassarius tegula* is due to the lack of predation of this species.