

UNA DESCRIPCION DE LA ZONA COMUN DE PESCA ARGENTINO-URUGUAYA MEDIANTE EL ANALISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES DE PARAMETROS AMBIENTALES Y DATOS DE FITOPLANCTON PARA EL INVIERNO DE 1983

Juan Carlos ELGUE*, Martha ALAMON* y Daniel LA BUONORA**

*Instituto Nacional de Pesca
Constituyente 1497, Montevideo, República Oriental del Uruguay

**Universidad de la República
Colonia 2066, Montevideo, República Oriental del Uruguay

RESUMEN

El análisis factorial en componentes principales (PCA), ofrece posibilidades de aplicación en la cartografía y tipificación de poblaciones de fitoplancton.

Se describen los resultados obtenidos de aplicar tal análisis a un colectivo de 63 taxones fitoplanctónicos, al número total de células por litro para cada muestra, a la temperatura, salinidad y densidad del agua de mar, en 59 muestras de superficie obtenidas a lo largo de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguaya, durante el mes de agosto de 1983, a bordo del B/I Lamaña.

Para los resultados obtenidos, un 70.87% de la varianza total se distribuye en los 6 primeros ejes hallados; en este estudio preliminar se analizan los dos primeros ejes (52.36% de la varianza total) y su posible significación ecológica, de acuerdo a la información que se posee.

Igualmente se ofrece una posible ordenación espacial de las estaciones oceanográficas sugeridas por el análisis realizado, discutiéndose su posible significación ecológica.

Palabras clave: Parámetros ambientales, componentes principales, fitoplancton y ecología descriptiva.

SUMMARY. A DESCRIPTION OF THE ARGENTINE-URUGUAYAN COMMON FISHING ZONE BY PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS USING ENVIRONMENTAL PARAMETERS AND PHYTOPLANKTONIC DATA IN WINTER, 1983.

The factor analysis in principal components (PCA) can be applied to the plotting and typification of phytoplankton populations.

This technique was used to study the distribution of 63 phytoplankton taxa, total cell number/l, temperature, salinity and density of 59 surface samples taken in the Argentine-Uruguayan Common Fishing Zone during August 1983 on board the B/I Lamaña.

A 70.87% of the total variance calculated is distributed along the 6 first axes found.

The first two axes (52.36% of the total variance) are discussed here in the light of the available information.

Moreover, a new spatial ordination of the oceanographic stations is suggested and its ecological significance is briefly discussed.

INTRODUCCION

El estudio de los recursos naturales implica en muchos casos, la obtención de inventarios los que a su vez tienden a sugerir la búsqueda de alguna característica que resuma o describa de manera útil, el cúmulo inicial de observaciones.

En el Instituto Nacional de Pesca, esto es aplicable a las pesquerías donde el estudio de parámetros ambientales y de las comunidades de fitoplancton parecen ser de utilidad para comprender mejor una parte de éstas.

Una de nuestras preocupaciones ha sido la de ensayar diversas técnicas que nos permitan resumir grandes cantidades de datos.

En ecología el tema no es nuevo (Margalef y González Bernaldez, 1969; Estrada, 1972; Margalef, 1974; Orloci, 1975; Pielou, 1977 y Legendre y Legendre, 1979) y en trabajos anteriores se han aplicado diversos métodos que recogen estas experiencias (Bayssé et al., 1986).

Con el mismo espíritu intentamos aquí la aplicación

del Análisis factorial en Componentes Principales (PCA), utilizando datos de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay.

El método descrito por Hotelling (1933; en Legendre y Legendre, 1979), consiste en la búsqueda de un factor (primera componente), que explique la mayor parte de la varianza; una vez obtenido éste, se le resta a las variables y sobre la variabilidad restante, se elige el segundo componente con idéntico criterio y así sucesivamente (Cuadras, 1981).

MATERIAL Y METODOS

Las muestras utilizadas corresponden al Crucero 8312 de invierno de 1983, obtenido a bordo del B/I *Amatita* del Instituto Nacional de Pesca.

La finalidad está en simplificar la estructura de los datos, sin seguir un modelo elaborado *a priori* para poder explicar en pocos factores la mayor parte de la información contenida en las variables.

Se trata, entonces, de obtener un mapeado de la distribución de las estaciones oceanográficas (y por lo tanto de la parte de la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay muestreada) de acuerdo a la ordenación propuesta por el PCA.

El área estudiada es la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay y se sitúa entre las latitudes de 34°00' y 39°00'S, y las longitudes 52°30' y 57°20'W, donde se realizan 66 estaciones oceanográficas de las que se retienen 59 (Fig. 1).

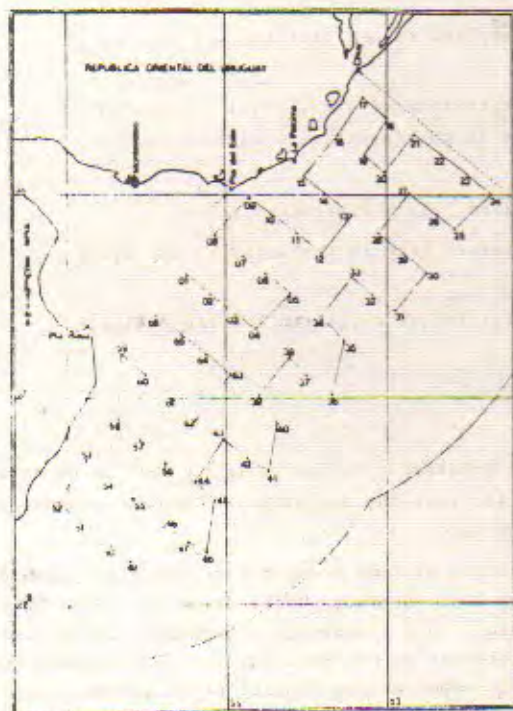


Fig. 1. Ubicación de las estaciones oceanográficas.

Se utilizaron en todos los casos muestras de superficie y la conservación, conteos e identificación se describen en Bayssé et al. (1986).

Se toman para el análisis 64 taxa y el número total de células encontrado para cada estación (estos parámetros se expresan en cél. l-1).

También se tomaron parámetros ambientales como salinidad (‰), temperatura (°C) y densidad del agua de mar (σ_t) de acuerdo a Elgue et al. (1986).

Para el análisis de PCA se utilizó el paquete de subrutinas ACOMP, propuesto por Lebart et al. (1977), el cual está implementado en el computador Burroughs sistema 6900 de la Universidad de la República.

Las técnicas factoriales requieren por lo menos la estabilidad de las varianzas (homocedasticidad) (Ibáñez y Seguin, 1972), por lo cual se eligió el análisis en componentes robustos el cual somete los datos a la transformación z de Fisher y Yates (1949; en Lebart et al., 1977). La Tabla 3 muestra las claves elegidas para la representación gráfica.

Por último el citado paquete de subrutinas ofrece una clasificación de los casos considerados en un gráfico de densidad aplicado a las coordenadas de los factores encontrados (Lebart et al., 1977).

RESULTADOS

La distribución obtenida luego del análisis en componentes principales de las variables y de los casos en conjunto aparece en la Figura 2, en la cual se muestran los dos primeros factores hallados que en conjunto representan el 52.36% de la variabilidad total (Tabla 1).

El agrupamiento de estaciones buscado según los grupos de densidad se detalla en la Tabla 2 y su estructura

Tabla 1. Lista de los diez primeros vectores y valores propios y porcentajes de varianza explicada.

Vector propio	Valor propio	% de varianza explicado	% acumulado
1	25,6548	37,73	37,73
2	9,9522	14,64	52,36
3	4,5065	6,63	58,99
4	3,2929	4,84	63,83
5	2,5204	3,71	67,54
6	2,2678	3,34	70,87
7	2,1832	3,21	74,09
8	1,7765	2,61	76,70
9	1,5087	2,22	78,92
10	1,3056	1,92	80,84

de acuerdo a los componentes I y II se muestra en la Figura 3.

Estos dos factores dan cuenta de algo más del 50% de la variación total y en la interpretación de los resultados nos referimos solamente a ellos.

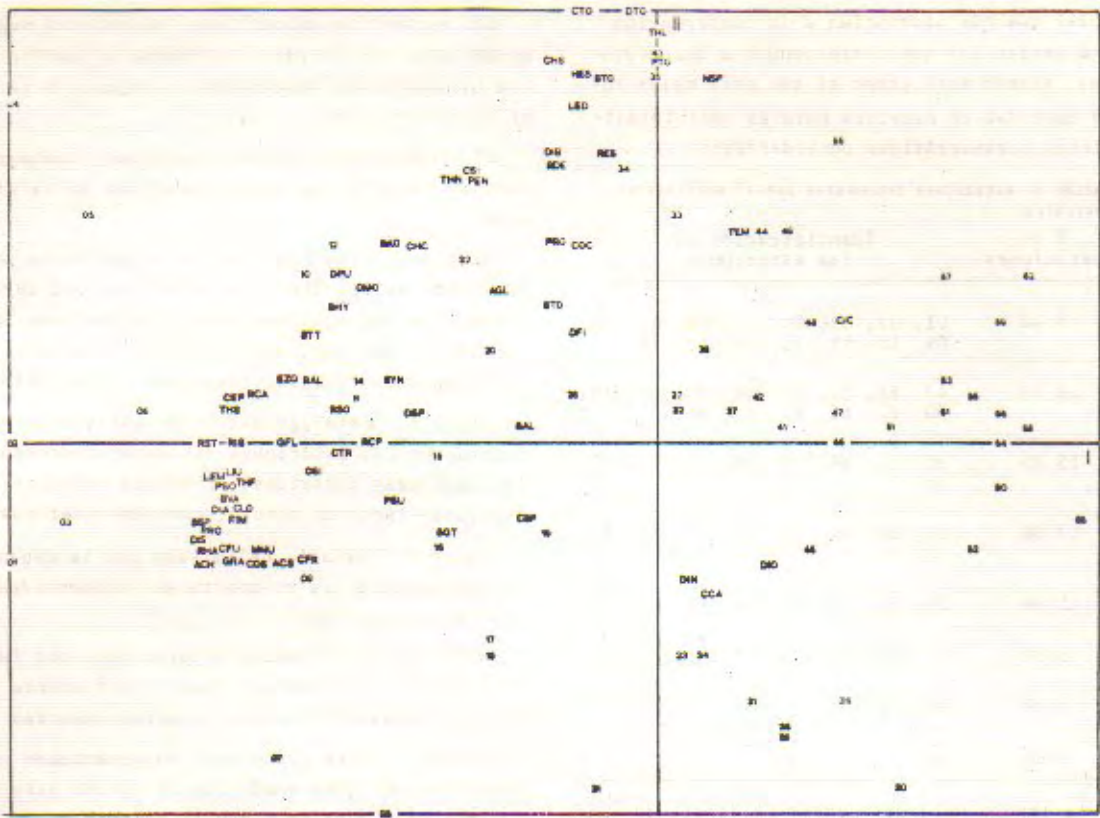


Fig. 2. Representación de las variables (68) y de los casos (59), según la distribución propuesta por la primera y segunda componentes.

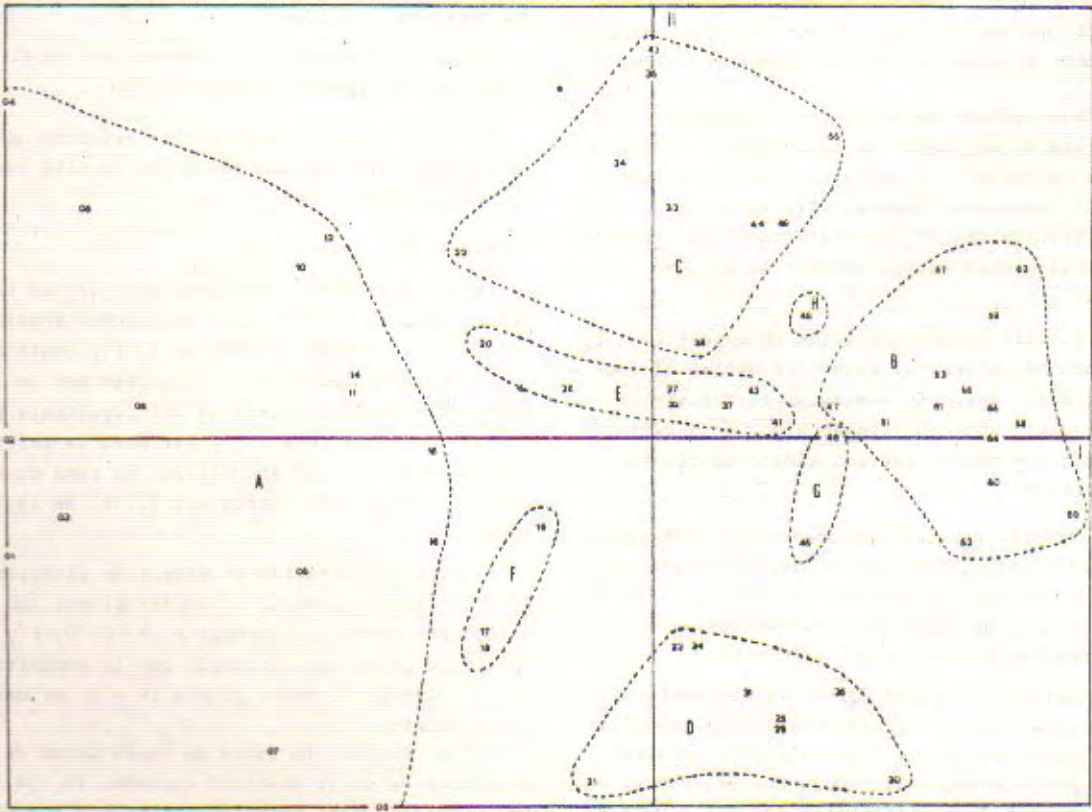


Fig. 3. Ubicación de las estaciones oceanográficas en las componentes I y II, y los grupos de densidad obtenidos.

Las variables que más aportarían a la conformación del primer eje serían las que corresponden a las diatomeas céntricas, siendo este grupo el que está mejor representado en cantidad de especies para la casi totalidad de estaciones oceanográficas consideradas.

Tabla 2. Agrupación de estaciones propuestas por el análisis en componentes principales.

Grupo formado	% de estaciones	Identificación de las estaciones
A	25,42	01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12, 14, 15, 16.
B	23,73	47, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66.
C	15,25	22, 33, 34, 35, 38, 43, 44, 49, 55.
D	13,56	21, 23, 24, 25, 29, 30, 31, 36.
E	11,86	20, 26, 27, 32, 37, 41, 42.
F	5,10	17, 18, 19.
G	3,39	45, 46.
H	1,69	48.

Se destaca la importancia del género *Rhizosolenia*, el cual está representado por un número significativo de especies (*Rhizosolenia styliformis*, *Rhizosolenia imbricata* var. *shrubsolaei*, *Rhizosolenia calcaravis*, *Rhizosolenia stotterfothii*, y de *Leptocylindrus mediterraneus* y *Gaillardia glacida*, que en conjunto forman un grupo uniforme desde el punto de vista ecológico (Margalef, 1974).

El segundo eje, parecería recoger otra característica importante que es el número de individuos. Aquí aparecen aquellas variables que acumulan en niveles taxonómicos más altos (pennadas totales, células totales); y las variables resultantes de la sumatoria de los taxones que definirían al primer factor (céntricas totales, diatomeas totales).

También es notoria la participación en este eje de taxones que siendo más afines al grupo que define al factor I (*Leptocylindrus danicus*, *Hemiaulus sinensis* y *Rhizosolenia setigera*), aportan, sin embargo, a la definición del segundo eje por su elevado número de células por litro presentes.

Participan también de esta componente aquellos géneros que ofrecieron problemas para su determinación específica (*Chaetoceros* spp, *Thalassiosira* spp y *Nitzschia* spp); y por lo cual aparecen sobredimensionados en número al ser comparados con los del primer eje.

El polo opuesto del segundo factor hallado está marcado por la presencia de *Ceratium candelabrum*, dinoflagelados sin identificar y los dinoflagelados totales, que son en su mayoría desnudos y pequeños (Bayssé et al., 1986), y tienen también significación ecológica bastante definida (Margalef, 1974).

Los parámetros ambientales, no parecen seguir ninguna de estas pautas distribuyéndose alrededor del varicentro (la salinidad más próxima al eje I, y la temperatura al segundo factor).

El ordenamiento de las estaciones oceanográficas obtenido (Tabla 3), se podría explicar de la siguiente manera:

Grupo A: este grupo sería el que posee una fuerte correlación de las diatomeas céntricas que caracterizan al primer eje, agregándose otros taxones como *Skeletonema costatum*, *Detonula pumila*, *Eucampia zodiacus*, *Ceratium pelagicum* y *Thalassiothrix* spp entre otras.

Grupo B: esta agrupación de estaciones estaría compuesta por las estaciones con menor representación de las diatomeas céntricas. Presenta muestras con pocos individuos, tanto en número, como en diversidad.

Grupo C: estaría delimitado por la dependencia con la temperatura, la presencia de *Protoperidinium* spp y los *Chaetoceros* spp.

Grupo D: la afinidad estaría dada por la proximidad de *Ceratium candelabrum*, y el relativamente elevado número de células presentes en estas muestras.

Grupo E: este grupo está caracterizado por los valores altos de correlación con *Dityocha fibula*, los silicoflagelados totales y con la salinidad.

Grupo F: la influencia más notoria es de los *Ceratium* spp que alcanzan valores altos en estas estaciones. Por otra parte sería el grupo con influencia más notoria de la corriente del Brasil.

Grupo G: se destaca solamente por la alta correlación con los dinoflagelados totales.

Grupo H: está formado por la estación número 48, y se diferenciaría de las demás por la alta correlación con *Cilyndrotheca closterium*.

CONCLUSIONES

La aplicación del análisis factorial en componentes principales a un inventario de taxones y parámetros ambientales se podría resumir de la siguiente manera:

1) Los ejes analizados recogerían por un lado, la diversidad específica mostrada principalmente por las diatomeas céntricas (eje I), y por otro la influencia del número de individuos encontrados en cada muestra (eje II), los cuales dan cuenta del 52,36% de la variación total.

2) La discriminación en grupos de estaciones para el área de estudio permite reconocer grupos con posible significación ecológica (grupos A, B, C, D, E y F) lo cual en líneas generales concuerda con lo expuesto por Bayssé et al., 1986). Y otros grupos (H y G) de más dudosa interpretación.

3) Se constata la falta de coeficientes de correlación negativos de valor absoluto elevado, lo cual parece ser una constante para este tipo de trabajos y que se podría atribuir al carácter relativamente uniforme de las comu-

nidades, fitoplanctónicas, y estaría relacionado con la presencia de especies poco abundantes, las que presentan coeficientes de correlación elevados entre ellas (Margalef González Bernaldez, 1969).

4) A pesar de no haberse explorado exhaustivamente la matriz de correlación, los dos factores estudiados sugieren desde ya la utilidad de este tipo de ordenación.

5) Se debe hacer notar que en este ensayo se trató de utilizar el máximo de información disponible, lo que llevó a la utilización de una matriz con más variables que casos, lo cual es criticable (Legendre y Legendre, 1979). Se sugiere la depuración de las variables menos representadas y la inclusión de otros parámetros como biomasa, diversidad, etc. que exploren aspectos que no se incluyeron en el presente trabajo.

6) Se plantea la necesidad de efectuar un estudio com-

parado que no solamente implique los cambios anotados más arriba en la matriz de correlación, sino también con otros métodos de ordenación, sobre todo parecen interesantes las perspectivas de la utilización de teoría de la información y la utilización de índices de similitud (*clusters*), u otras variantes que sean aplicables a este tipo de datos (Margalef, 1974; Orloci, 1975; Pielou, 1977; Legendre y Legendre, 1979; Cuadras, 1981).

7) Por último es importante resaltar que el objetivo de tales clasificaciones es el de buscar una estructura que comprenda un marco flexible de ordenación, un patrón de distribución que necesariamente admitirá una componente aleatoria, lo que se traduce en la presencia de áreas que admiten solapamiento con otras adyacentes, es decir con fronteras no muy estrictamente delimitadas, lo que ha llevado a no darle excesiva importancia a los grupos H y G de la Figura 4.

Tabla 3. Lista de las variables utilizadas en el Análisis de Componentes Principales (taxones y parámetros ambientales) y la clave utilizada en las representaciones gráficas.

ACH	<i>Achnantes</i> spp	HES	<i>Hemiaulus sinensis</i>
ACS	<i>Actinopterychus splendens</i>	LED	<i>Leptocylindrus danicus</i>
AGL	<i>Asterionella glacialis</i>	LEM	<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>
BHY	<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	LIU	<i>Lithodesmium undulatum</i>
BSP	<i>Bacteriastrium</i> spp	MNU	<i>Melosira nummuloides</i>
BTO	Células totales	NSP	<i>Nitzschia</i> spp
BVA	<i>Bacteriastrium varians</i>	OMO	<i>Odontella mobiliensis</i>
CCA	<i>Ceratium candelabrum</i>	OSI	<i>Odontella sinensis</i>
CEP	<i>Cerataulina pelagica</i>	PSO	<i>Planktoniella sol</i>
CFR	<i>Ceratium furca</i>	PSU	<i>Paralia sulcata</i>
CFU	<i>Ceratium fusus</i>	PRO	<i>Protoperidinium</i> spp
CHC	<i>Chaetoceros curvisetus</i>	PTO	Pennadas totales
CHS	<i>Chaetoceros splendens</i>	RAL	<i>Rhizosolenia alata</i>
CIC	<i>Cylindrotheca closterium</i>	RCA	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>
CLO	<i>Ceratium longipes</i>	RDE	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
COC	<i>Corethron criophilum</i>	RES	<i>Rhizosolenia setigera</i>
COS	<i>Coscinodiscus</i> spp	RHA	<i>Rhabdonema</i> spp
CSI	Céntricas s/identificar	RIM	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
CSP	<i>Ceratium</i> spp.	RIS	<i>Rhizosolenia imbricata</i> var. <i>shrubsolei</i>
CTO	Céntricas totales	RRO	<i>Rhizosolenia robusta</i>
CTR	<i>Ceratium tripos</i>	RSO	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
DFI	<i>Dictyocha fibula</i>	RSP	<i>Rhizosolenia</i> spp
DIA	<i>Dinophysis caudata</i>	RST	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
DIB	<i>Ditylum brightwellii</i>	SAL	Salinidad
DIN	Dinoflagelados s/identificar	SGT	Sigmat
DIO	Dinoflagelados totales	SKO	<i>Skeletonema costatum</i>
DIS	<i>Dictyocha</i> spp	STO	Silicoflagelados totales
DPU	<i>Detonula pumila</i>	STT	<i>Stephanopyxis turris</i>
DSP	<i>Dictyocha speculum</i>	SYN	<i>Synedra</i> spp
DTO	Diatomeas totales	TEM	Temperatura
EZO	<i>Eucampia rodiaicus</i>	THF	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
GFL	<i>Guinardia flaccida</i>	THL	<i>Thalassiosira</i> spp
GRA	<i>Grammatophora</i> spp	THN	<i>Thalassionema nitroschioides</i>
		THS	Pennadas s/identificar

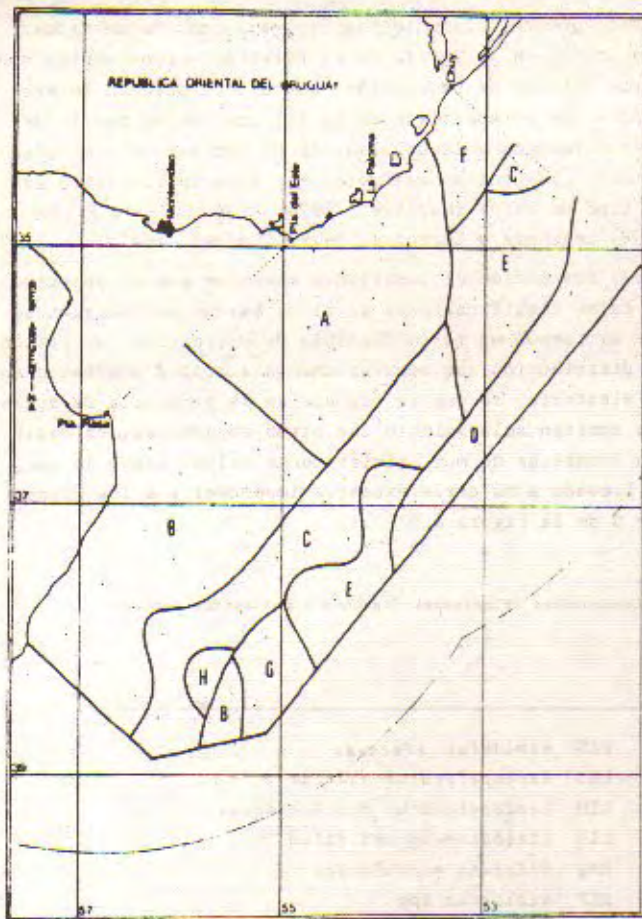


Fig. 4. Distribución espacial de los grupos de estaciones oceanográficas según el PCA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la colaboración de la licenciada C. Bayssé quien realizó las tareas de identificación y conteos celulares y al licenciado M. Parietti por su colaboración en la discusión del presente trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- Bayssé, C., J. C. Elgue, F. Burone y M. Parietti. 1986. Campaña de invierno 1983. Parte II: Fitoplancton. Publ.Com.Téc.Mix.Fr.Mar. 1(1): 218-229.
- Cuadras, C. M. 1981. Métodos de análisis multivariante. Editado por Eunibar. Barcelona: 640 p.
- Elgue, J. C., C. Bayssé, M. Parietti y F. Burone. 1986. Campaña de invierno 1983. Parte I: Oceanografía Física. Publ.Com.Téc.Mix. Fr.Mar. 1(1): 104-117.
- Estrada, M. 1972. Analyse en composantes principales de données de phytoplancton de la Zone Cotière du Sud del Ebre. Inv.Pesq. 36 (1): 109-118.
- Ibáñez, F. y C. Seguin. 1972. Etude du cycle annuel du zooplankton d'Abdijan. Comparaison des plusieurs methodes de analyse multivariante. Inv.Pesq. 33(1): 81-108.
- Lebart, L., A. Morineau y N. Tabard. 1977. Technique de la description statistique. Editado por Dunod, Paris: 349 p.
- Legendre, L. y P. Legendre. 1979. Ecologie numerique. 2 vols. Editado por Masson et Cie: 451 p.
- Margalef, R. 1974. Ecología. Editado por Omega, Barcelona: 951 p.
- Margalef, R. y F. González Bernaldez. 1969. Grupos de especies asociadas en el fitoplancton del Mar Caribe (N/E de Venezuela). Inv. Pesq. 33(1): 287-312.
- Orloci, L. 1975. Multivariate analysis in vegetation research. Editado por Junk, The Hague: 357 p.
- Pielou, E. C. 1977. Mathematical ecology. Editado por J. Wiley & Sons, N.Y.: 384 p.