

Algunos ejemplos de la aplicación del análisis de correspondencias en arqueología

Mercedes Guinea Bueno
César M. Heras Martínez

Departamento de Historia de América II (Antropología de América). Universidad Complutense. 28040 Madrid.

1. Introducción.

En este trabajo se pretende mostrar la utilidad del análisis de correspondencias en la solución de algunos problemas suscitados dentro de las labores del análisis de los datos obtenidos dentro del «Proyecto Arqueológico Esmeraldas», en la costa norte del Ecuador (ALCINA, 1979).

El medio ambiente físico que enmarca este Proyecto comprende fundamentalmente un paisaje de costas levantadas, con colinas que se acercan al mar, alternando con playas arenosas interrumpidas por los cortados de los ríos litorales y los esteros, con un clima de bosque tropical lluvioso.

En esta línea de la costa y en las riberas de los ríos que se adentran hacia el interior es donde se encuentra la mayor parte de los yacimientos localizados (GUINEA, 1984) por los trabajos del citado Proyecto Arqueológico, con una cronología que abarca tres periodos que a su vez se subdividen en varias fases.

El total de yacimientos en los que se han realizado trabajos arqueológicos, con distinta intensidad, alcanza el número de 167 (fig. 1).

Los materiales recuperados abarcan una amplia variedad, siendo los más numerosos y por este orden: cerámica, industria lítica, concha y hueso.

Los tres ejemplos que presentamos se refieren al análisis de los materiales cerámicos, que por su volumen representan algo más del 80% del total de restos recuperados, con una variedad de piezas que abarca vasijas, figurillas, objetos y útiles, que se presentan en la mayor parte de los yacimientos como acumulaciones basurales de «tiestos».

Resumidos brevemente, los problemas suscitados al Proyecto General, alguno de los cuales se intentan solventar mediante la aplicación de técnicas de análisis multivariante, son:

- a) Carencia de una tipología general para el área. La realización de estudios cerámicos por distintos investigadores, con distintas bases metodológicas y en diferentes etapas del Proyecto ha llevado a una situación en la que resulta difícil alcanzar un modelo normalizado de aceptación generalizada.
- b) Dificultad de la prospección superficial. Las condiciones climáticas y ambientales arriba citadas combinadas con una mala red vial y una escasa información cartográfica, dificultan enormemente la exploración sistemática del territorio.
- c) La destrucción de yacimientos. Los cambios fisionómicos, la fuerte erosión de los terrenos y la ocupación actual de la zona han provocado la desaparición total o parcial de gran parte de la información de estos sitios.
- d) Mala conservación del material. La acción erosiva

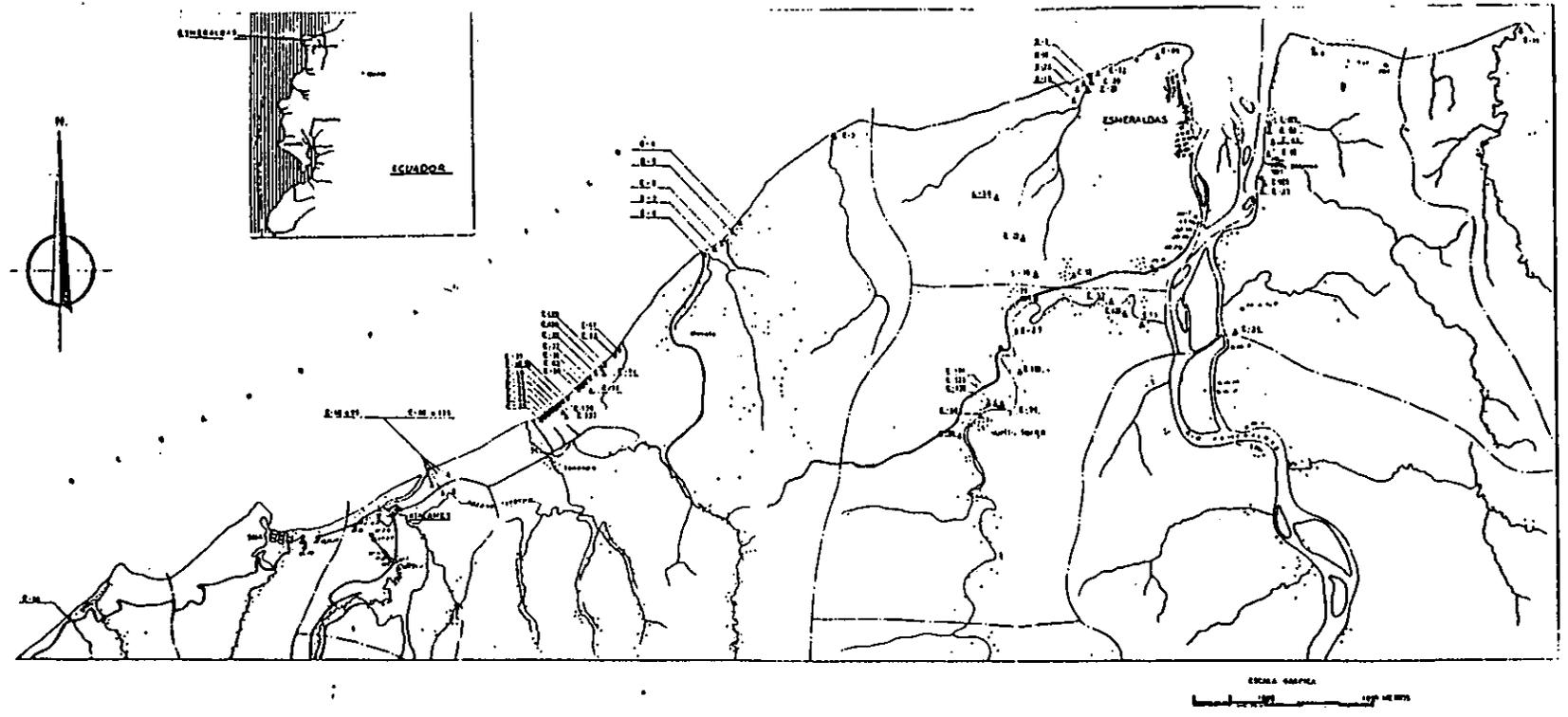


Fig. 1.—Proyecto Esmeraldas. Localización de yacimientos.

del mar y la selva, los suelos excesivamente ácidos y la excesiva insolación tienen como consecuencia la pérdida de superficies y la mala conservación general de los materiales.

- e) Excavación por estratos artificiales. Dentro de las tendencias en boga en la arqueología americana de fines de los años 60, fecha de redacción del Proyecto, y motivado en parte por las características propias de los hallazgos (basureros, en su mayor parte *aestratigráficos*), las excavaciones fueron realizadas mediante niveles artificiales.
- f) Utilización de técnicas de análisis no compatibles con los datos (método tipo-variedad o método Ford).

2. El análisis de correspondencias

Para solucionar alguno de estos problemas se seleccionó el análisis de correspondencias (GREENACRE, 1984), el cual es básicamente una técnica multidimensional para la exploración de datos. Este método nos permite, bien investigar un patrón explicativo que sospechamos que existe, o bien buscar un armazón o sistema exploratorio en donde los patrones, si existen, se revelen a sí mismos.

El marco interpretativo de esta técnica es intencionalmente geométrico más que analítico, aunque comparte con otras técnicas multivariantes (componentes principales, análisis de los factores, MDPREF), procedimientos numéricos o algebraicos como la *Singular Value Decomposition*.

El método trabaja con tablas rectangulares de contingencia en las que cada conjunto (filas y columnas) es un perfil, y ofrece como respuesta un plano en el que cada perfil se encuentra condensado de algún modo en un punto, entendiéndose que la distancia entre esos puntos es una medida de su similaridad.

Todos los puntos están situados en la representación gráfica reflejando sus posiciones relativas de una manera tan correcta como sea posible. Como el gráfico es generalmente bidimensional no es posible transferir toda la información contenida en los perfiles, tratándose de lograr un equilibrio entre lo que se pierde en información y lo que se gana en claridad de la estructura.

En los ejemplos de aplicación que se van a presentar se ha utilizado el paquete de programas *AL* escrito por Steve Borgatti de la *School of Social Sciences* de la *Universidad de California Irvine* y es de uso frecuente por los investigadores (antropólogos, psicólogos, economistas, sociólogos, ...) de dicho centro, a cuyas necesidades trata de acoplarse. *AL* está escrito en *Borland's Turbo Pascal* y consta de unas

14.000 líneas. El procedimiento seleccionado ha sido el *Optimal Correspondence Analysis*.

3. Ejemplo 1: seriación automática

En este caso los datos utilizados son de 90 de las 135 colecciones cerámicas de superficie y 4 niveles estratigráficos referenciales, cuyos principales problemas son el mal estado de conservación de los materiales y el hecho de que cubren lapsos temporales diferentes.

La hipótesis de trabajo fue la sospecha de la existencia de un cambio tecnológico y funcional en las vasijas cerámicas a través del tiempo y la posibilidad de que éste quedara reflejado de una manera global en el grosor de sus paredes.

De esta manera, el método de análisis propuesto fue la búsqueda de este patrón de cambio supuesto y de su estructura mediante el análisis de correspondencias. Se elaboró una matriz de datos consistente en una tabla de frecuencias (94 x 18) en la cual las filas eran los yacimientos, representados por sus colecciones cerámicas, y las columnas los porcentajes que corresponden a las diferentes medidas (tomadas en mm.) del espesor de las paredes de los tiestos en cada una de estas colecciones.

La configuración final de nuestros datos presenta una forma de curva parabólica (figura 2), tanto en el patrón de las filas como en el de las columnas. Este efecto, llamado de herradura (*horse-hoe*), se observa a menudo en las gráficas resultantes de análisis multidimensional y es indicativo de la existencia de un solo gradiente, o uno mucho más fuerte que los demás, que ordena de esta forma las filas y las columnas simultáneamente. Esto es frecuente en los casos de seriación cronológica y nos permite interpretar la configuración como una curva temporal seriada y, por lo tanto, leer el orden cronológico relativo de los yacimientos a lo largo de ella.

La representación bidimensional curvada enriquece la descripción de los datos ya que permite la detección de los yacimientos con «problemas», muestras de cerámica mezcladas o que cubren un lapso temporal mucho mayor que las demás, los cuales se sitúan en la parte cóncava de la curva, ya que los perfiles de estos yacimientos son más altos que la media en los grosores de las paredes característicos, tanto de las posiciones tempranas como de las tardías. La interpretación completa de la curva se ha realizado proyectando sobre ella el resto de la información que poseemos para la zona.

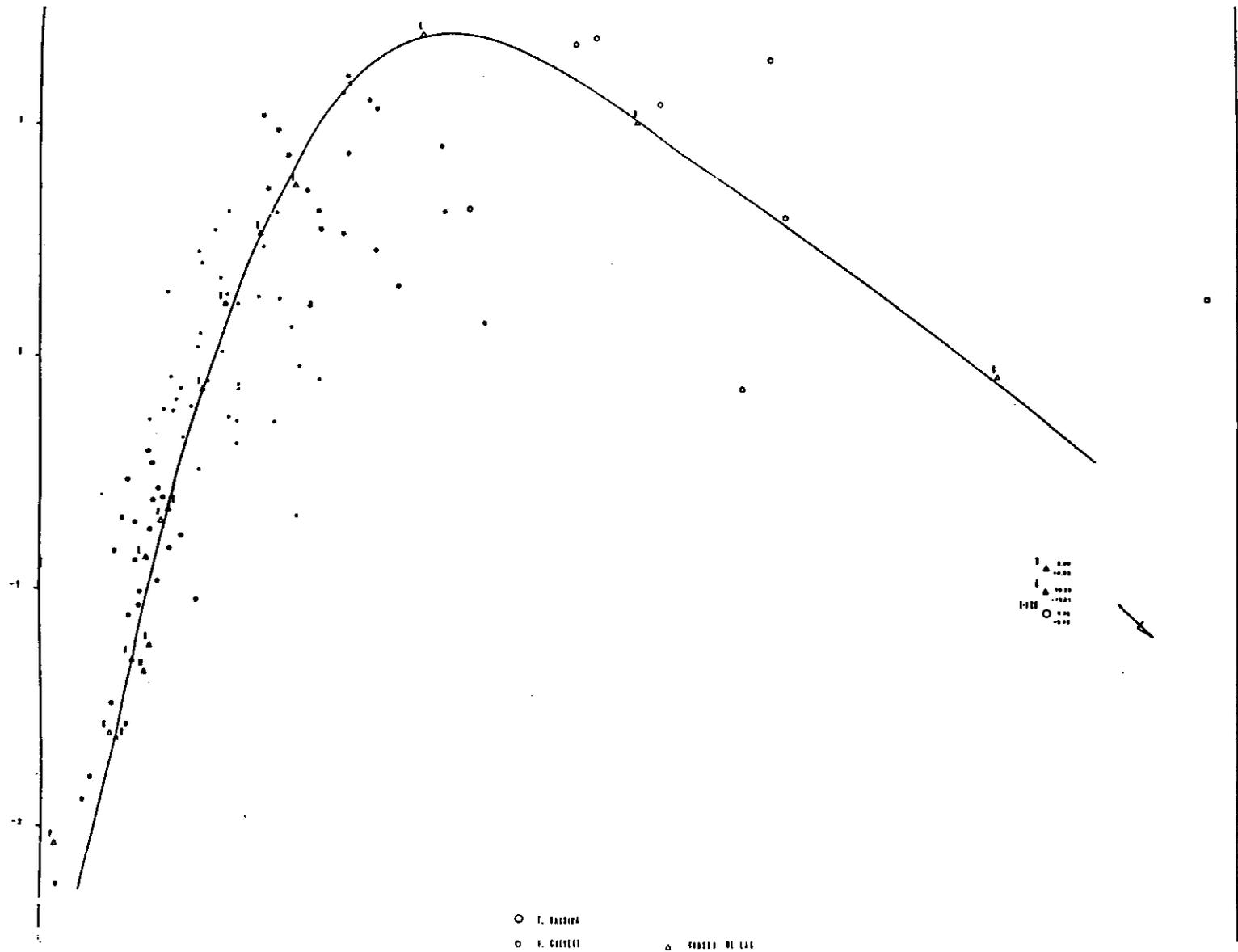


Fig. 2.—Curva temporal seriada: los puntos en la gráfica representan las filas de la matriz, en este caso los yacimientos, y los triángulos, las columnas. Obsérvese cómo las muestras problemáticas se sitúan en la parte cóncava de la curva.

MATRIZ DE DATOS : PRESENCIA / AUSENCIA

YAC	DECORACIÓN/SUPERFICIE											OBJETOS				FORMAS							
	VT	CO	CI	BB	B	DU	VI	LA	I	P	C	F	O	R	O1	O2	O3	C1	C2	P	G		
E 1	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-		
E 4	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-		
E 8	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
E 16	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+		
E 25	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+		
E 27	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+		
E 30	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	+	-		
E 34	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-		
E 56	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-		
E 64	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-		
E 126	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-		
E 127	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-		

LEYENDA:

VT - Valdivieso Tricolor
 CO - Chévele Ordinario
 CI - Chévele Inciso
 BB - Balao Bandas rojas
 B - Brochado
 DU - Decoración Uñas
 VI - Valdivieso Inciso
 LA - Línea Ancha incisa
 I - Incisa
 P - Peinado

C - Concha
 F - Figurillas
 O - Obsidiana
 R - Ralladores

O1 - Olla carenada
 O2 - Olla globular
 O3 - Olla grande
 C1 - Cuenco carenado
 C2 - Cuenco hemisférico
 P - Polípodos
 G - Golletes

Fig. 3.—Tabla de presencia/ausencia de diversos rasgos en los yacimientos formativos del área estudiada.

4. Ejemplo 2: «cluster»

El problema que en esta ocasión se pretendía solventar era la búsqueda de las posibles agrupaciones de las doce colecciones cerámicas de superficie que se situaban cronológicamente en el periodo Formativo de la región.

La hipótesis en este caso era que dichas colecciones cerámicas se agrupan en clusters condicionados no sólo por la característica de sus cerámicas, sino

también por su situación en el tiempo y en el espacio, y que es posible obtener esta información mediante la presencia o ausencia de determinados rasgos decorativos, objetos y formas cerámicas.

En este caso se utiliza el análisis de correspondencias con una clara intencionalidad exploratoria, buscando que la estructura de los datos, si existe, se revele con toda su complejidad. La matriz de datos elaborada fue una tabla de presencia y ausencia (12 x 21) en la que las filas son los doce yacimientos pertenecientes al

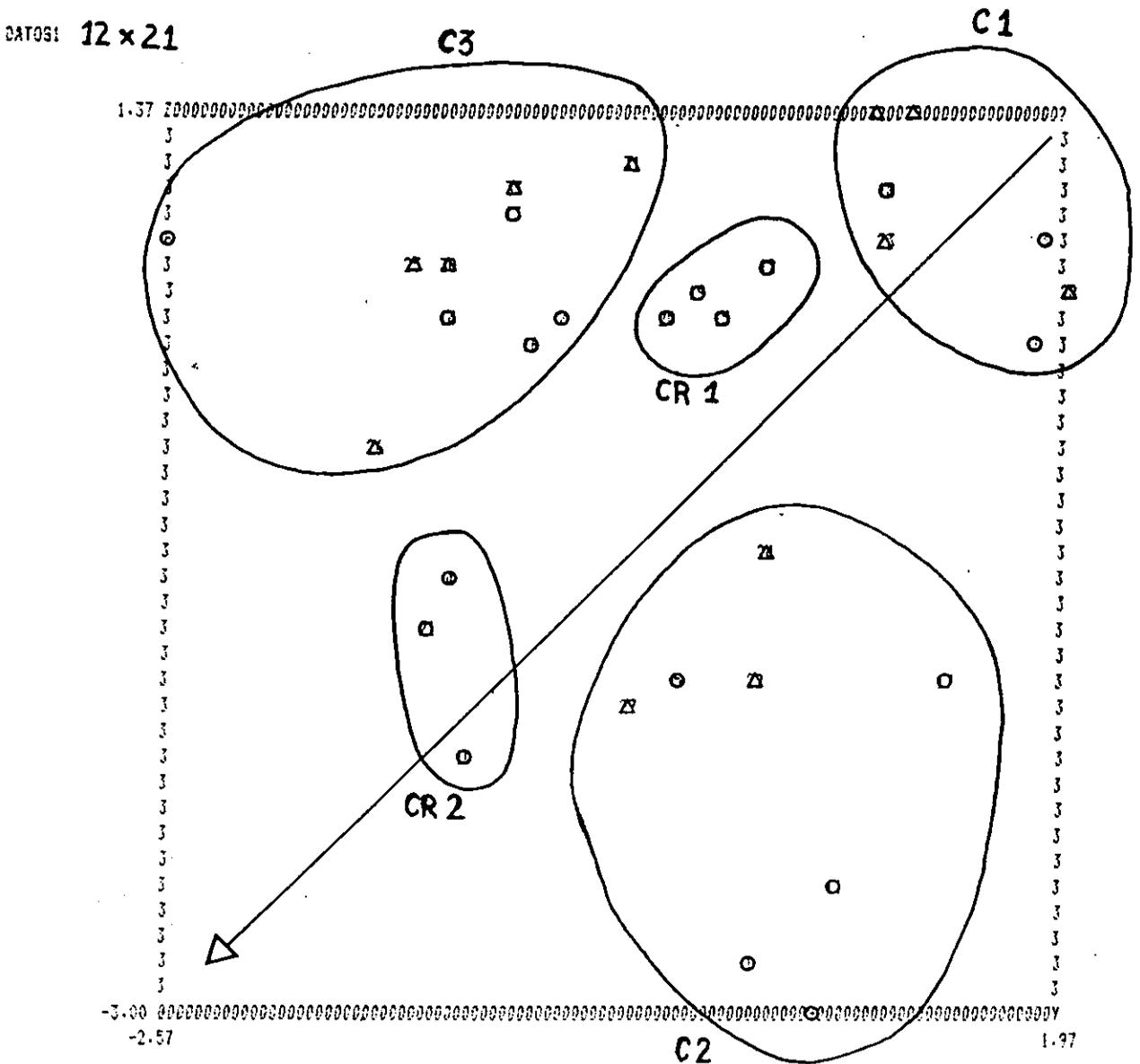


Fig. 4.—Gráfica bidimensional resultante del análisis de correspondencias en las que se revelan cinco clusters en los yacimientos formativos del área estudiada.

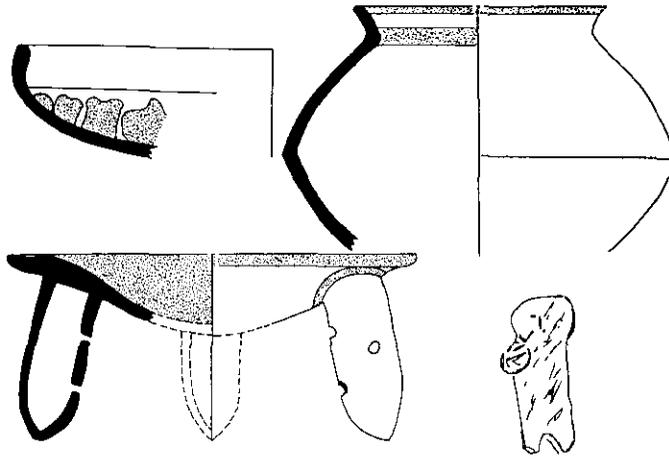


Fig. 5.—Cluster CR1: Características comunes del formativo temprano de la región.

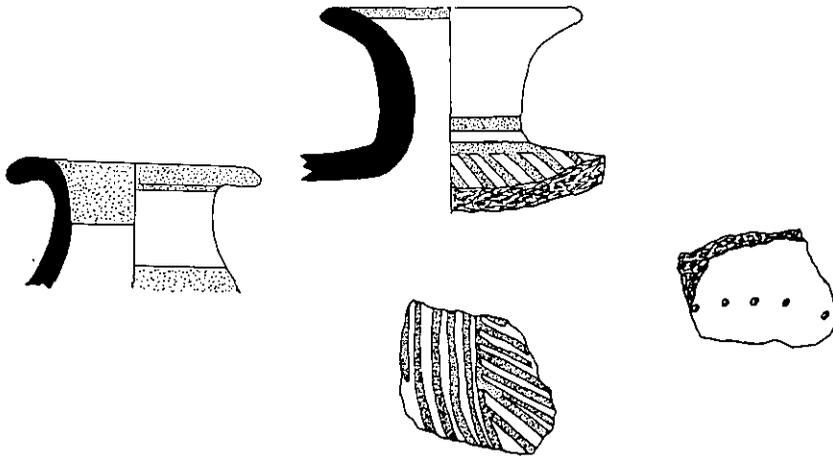


Fig. 6.—Cluster CR2: Características comunes del formativo tardío de la región.

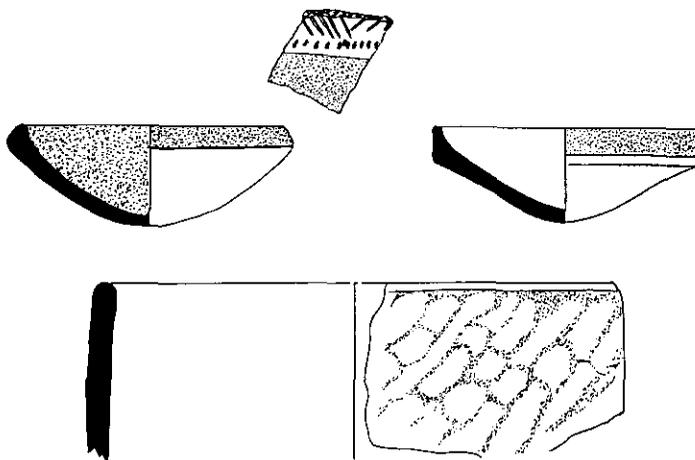


Fig. 7.—Cluster C1: Rasgos diferenciadores de los yacimientos tempranos, tanto de la costa como del interior.

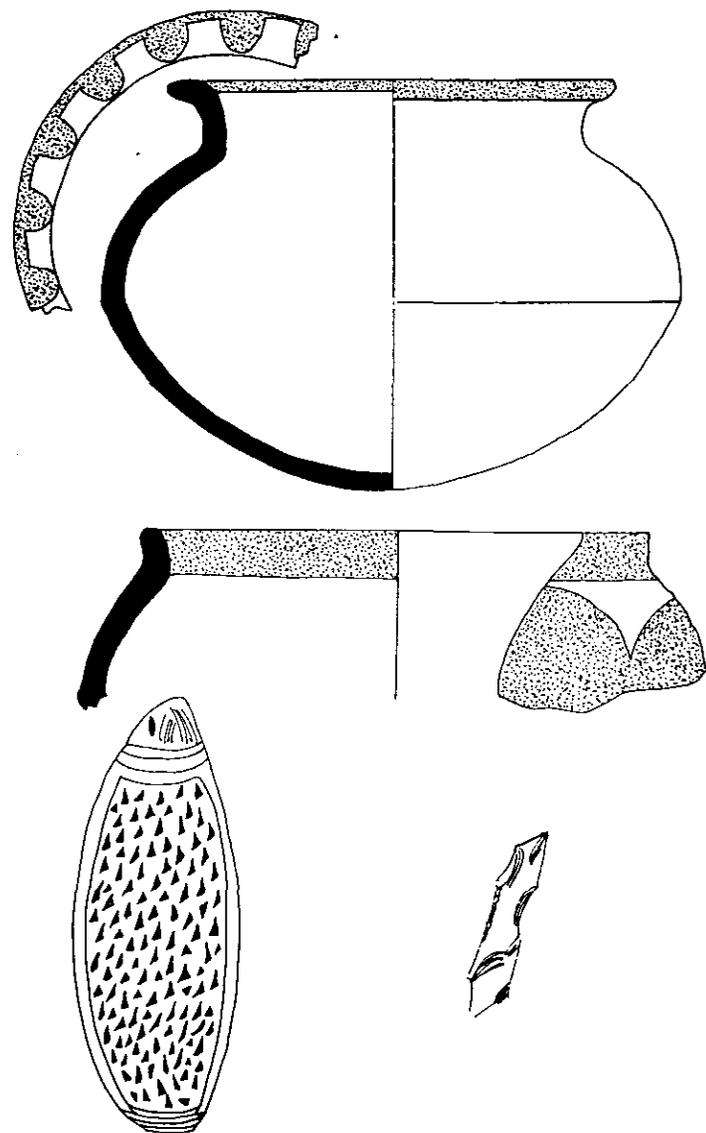
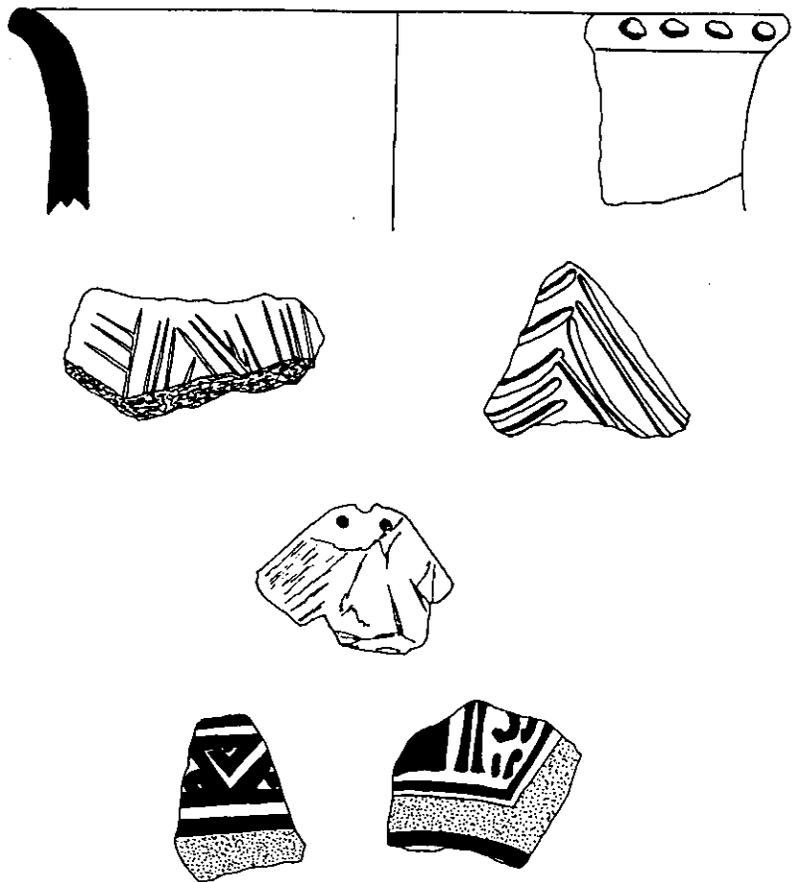


Fig. 8.—Cluster C2: Rasgos diferenciadores de los yacimientos tardíos costeros.

Fig. 9.—Cluster C3: Rasgos diferenciadores de los yacimientos tardíos del interior.

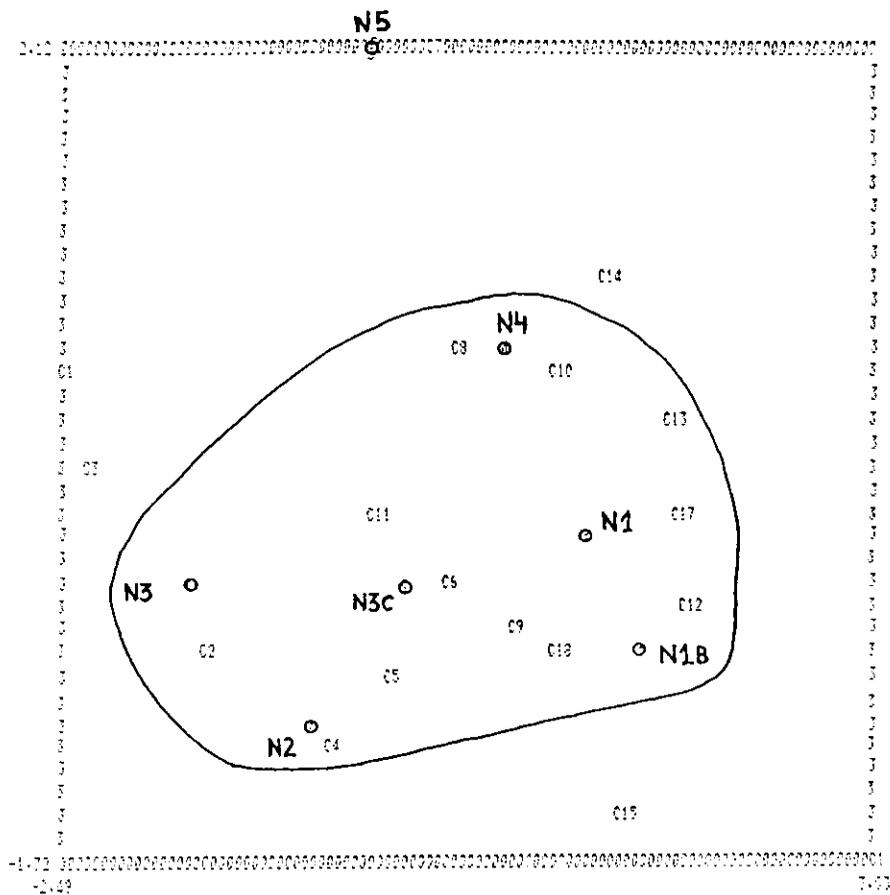


Fig. 10.—Gráfica resultante de la aplicación del análisis de correspondencias a los niveles del basurero E-86B. Obsérvese la clara separación del nivel 5 con respecto a los demás.

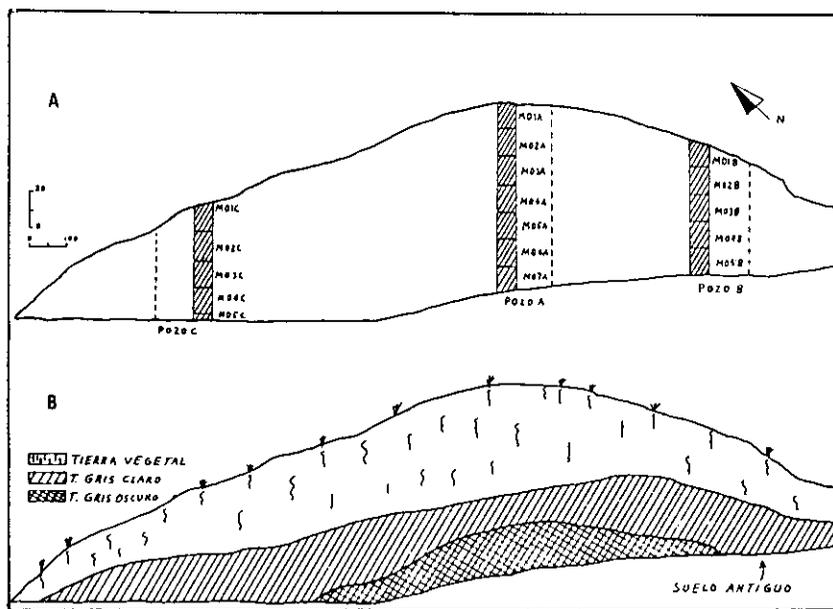


Fig. 11.—Corte estratigráfico del basurero E-86B.

periodo Formativo y las columnas diversos rasgos de su acabado y/o decoración de superficie de los tiestos, objetos y algunas formas reconocidas de vasijas (fig. 3).

El estudio de la gráfica bidimensional resultante (fig. 4) revela dos tipos de clusters: tres asociaciones yacimientos/rasgos y dos asociaciones de rasgos en solitario; desplazándose los cinco a lo largo del eje temporal.

Los dos clusters de rasgos (CR1 y CR2) agrupan los elementos típicos que comparten la mayoría de los yacimientos y representan las características más comunes del Formativo divididas en tempranas y tardías:

CR1 (TEMPRANO): Cuenco 2, olla 1, polípodos y figuritas (fig. 5).

CR2 (TARDIO): Balao bandas rojas, punteado y golletes (fig. 6).

Los clusters que asocian yacimientos y rasgos representan las características diferenciadoras que se aprecian en el conjunto y se definen tres clusters:

C1: Yacimientos tempranos tanto de la costa como de los ríos (E-126, E-34, E-4, E-30) y cuyos rasgos diferenciadores son: Chévele inciso, Valdivieso impreso, Cuenco 1 (fig. 7).

C2: Yacimientos tardíos situados en la costa, cuyos rasgos diferenciadores son: Valdivieso tricolor, Inciso, Línea ancha, Olla 3 y Objetos de concha (fig. 8).

C3: Yacimientos tardíos situados en las riberas de los ríos y cuyos rasgos diferenciadores son: Chévele ordinario, decorado uñas, Olla 2, Ralladores y Obsidiana (fig. 9).

Las ventajas observadas con respecto a otros métodos de clustering son la asociación entre filas y columnas, de manera que conocemos no sólo qué yacimientos se agrupan, sino al mismo tiempo qué rasgos motivan este agrupamiento; la situación de cada uno de los clusters con respecto a la dimensión que revela el tiempo y la distancia entre cada uno de los miembros del cluster.

5. Ejemplo 3: recuperación de estratos naturales de uso

En este ejemplo vamos a trabajar con siete muestras pertenecientes a un basurero excavado por niveles artificiales, que presenta una gran uniformidad de materiales en todo su volumen. La serie no está

completa, por lo que presentamos estos resultados sólo como una primera aproximación.

La hipótesis, en esta ocasión, fue que era posible, mediante el análisis de todos los estados de una variable tecnológica/funcional, el espesor de las paredes de las vasijas, detectar diferentes niveles naturales de uso o de acumulación, buscándose la estructura subyacente de los datos mediante el análisis de correspondencias.

La matriz de datos fue en esta ocasión una tabla de frecuencias (7 x 18) en la cual las filas corresponden a siete muestras cerámicas pertenecientes al mismo basurero, pero extraídas de diferentes pozos y niveles, y las columnas son cada una de las medidas (en mm.) del espesor de las paredes de las vasijas en dichas muestras.

En el resultado final (fig. 10) se observa una agrupación de la mayor parte de las muestras en la parte central de la gráfica, mientras que sólo una de ellas se separa claramente, lo que se podía esperar de acuerdo a sus perfiles.

Contrastando este resultado con el corte estratigráfico del basurero (fig. 11), se puede ver que todas las muestras que se agrupan han sido extraídas de niveles situados en tierra vegetal, mientras que la que aparece aislada pertenece a un nivel inferior denominado de tierra gris clara.

Estos resultados exploratorios son esperanzadores con respecto a la utilidad del procedimiento, pero necesitan ser comprobados con una mayor cantidad de muestras y en diferentes basureros.

BIBLIOGRAFIA

- ALCINA FRANCH, José
1979 *La Arqueología de Esmeraldas (Ecuador)*. Memorias de la Misión Arqueológica Española en el Ecuador, Vol. 1, Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid.
- GREENACRE, Michael
1984 *Theory and Applications of Correspondence Analysis*. Academic Press, Londres.
- GUINEA BUENO, Mercedes
1984 *Patrones de Asentamiento en la Arqueología de Esmeraldas (Ecuador)*. Memorias de la Misión Arqueológica Española en el Ecuador, Vol. 8, Ministerio de Asuntos Exteriores, Madrid.