

# USO DE MATRICES GRAFICAS EN GEOGRAFIA

Jhon Williams MONTOYA G.\*

Blanca ROBAYO \*\*

Antonio FLÓREZ \*\*\*

## RESUMEN

Este artículo versa sobre la aplicación de conceptos matriciales en la investigación geográfica principalmente para la obtención de asociaciones significantes según el comportamiento de las variables y la localización de los individuos en la estructura matricial. Se incluyen los conceptos básicos, el proceso de graficación de matrices, su análisis, transformación y operaciones de transposición matricial. También se presenta un ejemplo práctico aplicado a la regionalización económica de América Latina a partir del comportamiento de 30 variables.

**PALABRAS CLAVES:** Cartografía Temática, Matriz, Matriz Geográfica, Matriz Gráfica, Transposición de Matrices, Tratamiento Gráfico.

## INTRODUCCION

La utilización de medios gráficos para la representación de información geográfica ha sido recurrente en los estudios de la disciplina y una herramienta importante en las fases del proceso de investigación.

La literatura sobre estos temas es abundante en otras lenguas (Bertin 1973, MaEachren 1994, MaEachren 1995, Goodchild 1992, Bord 1984), sin embargo, en español su disponibilidad es

---

\* Profesor asistente, Departamento de Geografía, Univesidad Nacional de Colombia.

\*\* Lic. Ciencias sociales, estudiante Universidad Nacional de Colombia.

\*\*\* Profesor asociado, Departamento de Geografía, Univesidad Nacional de Colombia.

limitada (Joly 1982, Bosque y Moreno 1994), lo que hace necesario ejemplificar estos procedimientos a fin de que sean difundidos en la Comunidad Universitaria y Geográfica en general. El uso de matrices espaciales no escapa a esta condición y a pesar de su utilidad, tanto como medio de representación como herramienta de procesamiento de datos, es poco utilizada.

Este artículo se inscribe, entonces en una línea de publicaciones orientadas a subsanar parcialmente el acceso limitado de la comunidad a técnicas y herramientas cartográficas (Bahamón y Flórez 1992; Flórez y Montoya 1992; Thomas y Flórez 1992; Suavita y Flórez 1992; Flórez y Chenut 1998; Caycedo y Flórez 1992).

El documento se centra en la consideración de la matriz gráfica desde dos perspectivas: la primera, como un medio de representación de la información que permite la evaluación visual rápida del comportamiento espacial de las variables, y segundo, como una herramienta sintética que permite clasificar y agrupar las unidades espaciales de acuerdo al comportamiento de estas variables, cumpliendo una función similar a técnicas estadísticas de análisis multivariado que, como la Asociación de Componentes Principales (ACP), son más complejas y tienen mayor dificultad de aplicación e interpretación.

## **EL CONCEPTO DE MATRIZ**

Una matriz se define como un conjunto de datos dispuestos en líneas y columnas de manera rectangular (Kleiman 1973) permitiendo referenciar la información a dos "Marcas de Referencia" o "Entradas". Tomemos los siguientes datos de ejemplo (cuadro 1), transformado en una matriz se tiene que las columnas indican la tipología de las Captaciones y Cartera,

## Uso de matrices gráficas en geografía

mientras las filas la tipología de entidades financieras captadoras.

**Cuadro 1. Captaciones y cartera del Tolima a Diciembre de 1991.**

<b>Entidades</b>	<b>Captaciones</b>	<b>Cartera</b>
Bancos Comerciales	75457165	102503763
Corporaciones financieras	2591889	9180575
Compañías de financiamiento comercial	7616774	3498894
Corporaciones de ahorro y vivienda	33490506	15094978
Organismos cooperativos de carácter financiero	3406651	3571709

Esta es una matriz 5X2, en la que la notación inicial corresponde a las filas y las segundas a las columnas; es entonces, una tabla de doble entrada en la que los datos están referenciados a una posición en la que confluyen la línea X y la columna Y; por ejemplo: el valor del lugar (3, 2) es 3498894

### LA MATRIZ ESPACIAL

En geografía la utilización de matrices parte de la identificación de la matriz espacial, definida como una tabla de doble entrada en la que, generalmente, sus filas identifican una unidad espacial (ya sea una región, una unidad física, una unidad administrativa o una celda definida a partir de la reticulación de un mapa) y la columna representa el comportamiento de un fenómeno geográfico en esa unidad; (fig. 1); la confluencia de fila y columna determina una celda que posee dos atributos: localización (fila) y variable (columna).

La utilidad de la matriz geográfica es ampliamente reconocida en el análisis espacial (Estébanez y Bradshaw 1979; Abler et. Al 1977) permitiendo analizar:

- a) La correlación espacial entre las variables
- b) La variación espacial de las variables
- c) La caracterización geográfica de una unidad espacial

Estos análisis son luego susceptibles de ser cartografiados y, de las ventajas más significativas, está la posibilidad de utilizar un número amplio tanto de unidades como de variables, además de permitir organizar estrictamente una base de datos de una región o país.

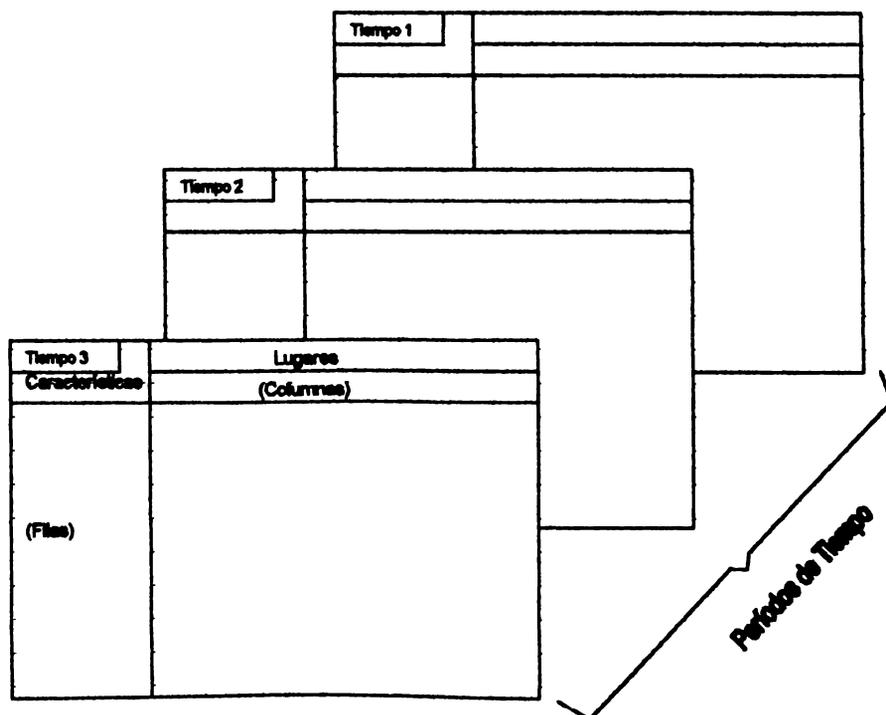


Figura 1. Matriz espacial incluyendo la dimensión temporal (Berry, cit. por Estébanez., 1979).

Una posibilidad anexa a la utilización de matrices (Berry cit. por Estébanez y Bradshaw, 1979) es la observación de la evolución temporal de los espacios, incluyendo varias matrices correspondientes a diferentes períodos que permitirían analizar la variación espacio-temporal de los fenómenos así como también la de las unidades espaciales.

### LA MATRIZ GRAFICA

Este concepto es derivado de la necesidad de graficar fenómenos o procesos con más de tres componentes, si se tiene en cuenta que para una y dos componentes es efectivo un diagrama de barras o una gráfica similar (ver Caycedo y Flórez, 1992 para tipos de diagramas) y para tres componentes un gráfico de Correlación Triangular.

La *matrice ordoonnable* o matriz gráfica consiste entonces en la graficación y procesamiento de una tabla de doble entrada a través de la transposición y agrupación de líneas y/o columnas en un patrón signficante, tal como lo muestra la secuencia de la figura 2 en la que una distribución aleatoria y caótica (2a), es progresivamente transformada a través de la reagrupación de las líneas (2b) en la que se observa cierto patrón vertical, y de las columnas (2c), obteniéndose una matriz ordenada que muestra una agrupación de variables y unidades; así, los lugares se agrupan entre aquellos donde dominan ciertas variables. Por ejemplo en la figura 2c se evidencia que en los lugares 2,5,10 y 8 dominan las variables A,I y F, los lugares 7 y 3 los caracterizan la variable D, y así sucesivamente.

### APLICACIONES

La graficación de datos a través de matrices puede ser aplicada de una manera simple, presentando la información estadística

en la forma de un cuadro de doble entrada y teniendo como objetivos los siguientes:

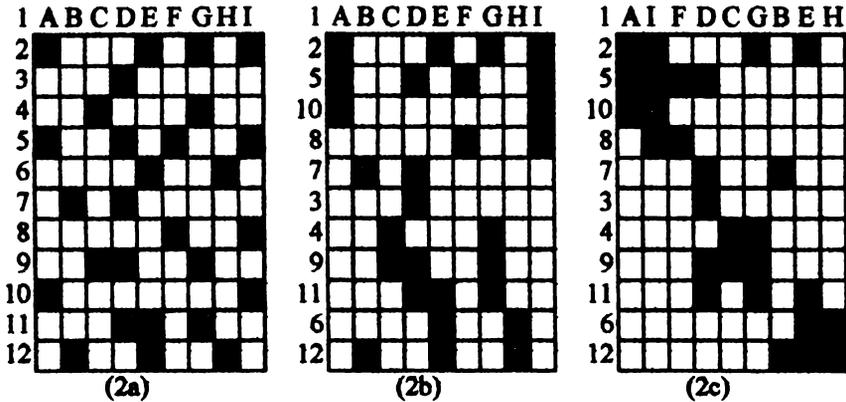


Fig. 2. Ejemplo simple de transformación matricial.

1. Presentar la cuantificación del fenómeno
2. Apoyar el texto
3. Establecer análisis posteriores

Con las dos últimas posibilidades, la graficación de la matriz se convertirá en una herramienta de reflexión y análisis; además satisface la primera posibilidad aunque con menor precisión que la de los datos numéricos. Los pasos para transformar un cuadro en una matriz son:

1. Elaborar un cuadro de doble entrada debidamente identificado.
2. Convertir el anterior a valores relativos. En este segundo cuadro se agregan las medidas estadísticas deseables en función del objetivo.

## Uso de matrices gráficas en geografía

3. Decidir si el énfasis gráfico se hará con relación a las columnas o a las filas de la matriz.
4. Establecer la escala.
5. Graficación conforme de la matriz.
6. Ordenar los elementos diferenciales.
7. Ponderar los valores.
8. Identificar y titular el diagrama.

Ejemplo: Las siete clínicas de la ciudad "X" disponen de las siguientes cantidades de médicos especialistas (además de los de medicina general):

**Cuadro 2. Médicos Especialistas en las clínicas de "X"**

CLINICAS ESPECIALISTAS	A	B	C	D	E	F	G	TOTAL
Cardiólogos	12	11	15	30	20	8	78	174
Neurólogos	19	6	6	32	62	13	9	147
Toxicólogos	15	10	75	7	5	12	10	134
Pediatras	22	8	15	15	10	84	17	171
Cancerólogos	20	80	7	10	18	10	21	166
TOTAL	88	115	118	94	115	127	135	792

El primer problema por resolver es decidir si el énfasis gráfico se hará sobre la variable, representada en las filas o en las columnas. Aceptemos que se quiere definir la especialidad de cada clínica, es decir, se le dará primacía a la variable espacial. Entonces, invirtiendo la matriz se convierten los valores absolutos a porcentaje con relación a los totales por clínica.

**Cuadro 3. Distribución porcentual de los médicos especialistas en las clínicas de "X"**

<b>Especialistas Clínicas</b>	<b>Card.</b>	<b>Neur.</b>	<b>Toxicól.</b>	<b>Pediat.</b>	<b>Canceról.</b>	<b>% TOTAL</b>	<b>TOTAL ESP.</b>
A	13.6	21.6	17.1	25.0	22.7	100	88
B	9.6	5.2	8.7	6.9	69.6	100	115
C	12.7	5.1	63.6	12.7	5.9	100	118
D	31.9	34.0	7.5	16.0	10.6	100	94
E	17.4	53.9	4.4	8.7	15.6	100	115
F	6.3	10.2	9.5	66.1	7.9	100	127
G	57.8	6.7	7.4	12.6	15.5	100	135
X	22.0	18.6	16.9	21.6	20.9	100	792

La media se calcula con base en los valores absolutos; en este caso de la cantidad de médicos por especialidad con relación al total de especialistas en la ciudad. Los valores por encima de la media se resaltan gráficamente.

El siguiente paso es la transcripción gráfica de la matriz, previa definición de la escala.

La figura 3 muestra la transcripción gráfica de los valores relativos de la matriz.

El siguiente paso consiste en realizar algunos intercambios entre filas o entre columnas de tal manera que se muestre una distribución lo más ordenada posible del fenómeno. Los intercambios pueden hacerse previo tratamiento estadístico, o también recortando filas o columnas para armar luego, hasta encontrar una representación gráfica adecuada. La figura 4 es el resultado de la segunda opción.

En la figura 4 se define visualmente la especialidad de cada clínica y además la no especialidad de las dos últimas (D y A).

## Uso de matrices gráficas en geografía

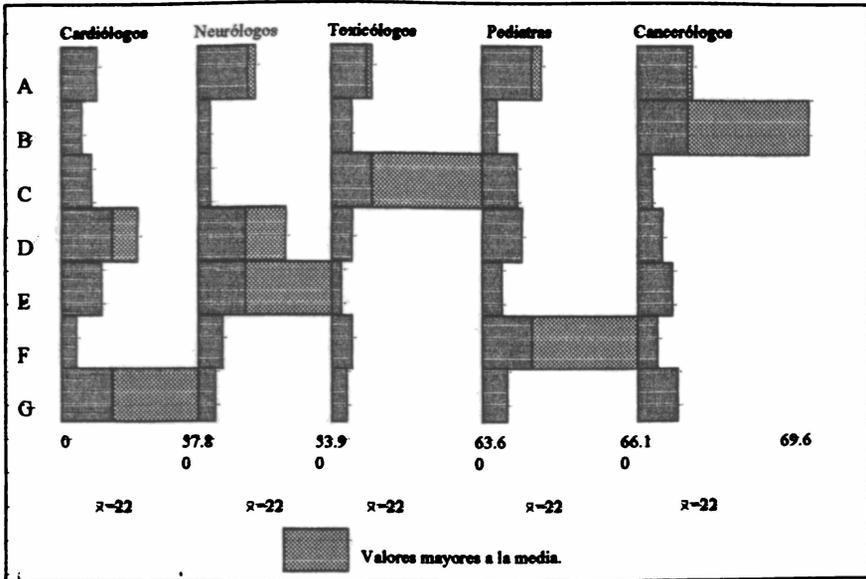


Figura 3. Transcripción gráfica del cuadro 3.

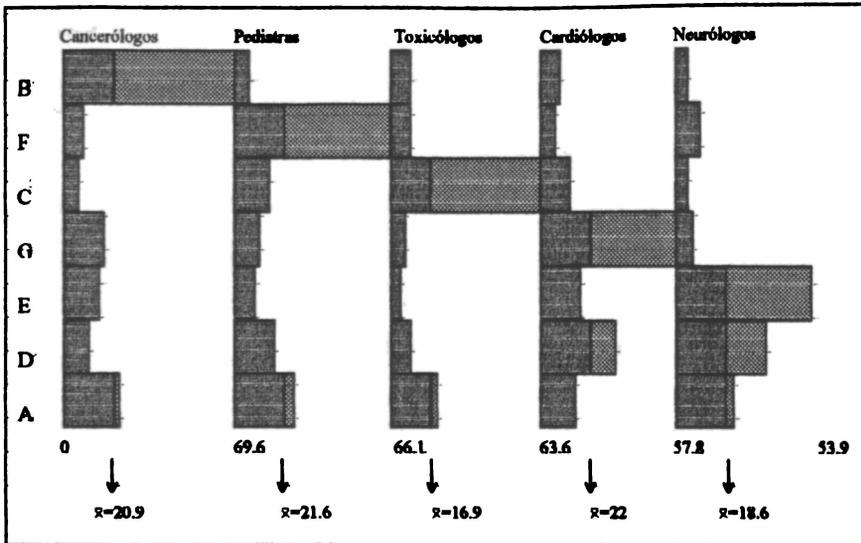


Figura 4. Ordenamiento de filas y columnas de la matriz de la figura 3.

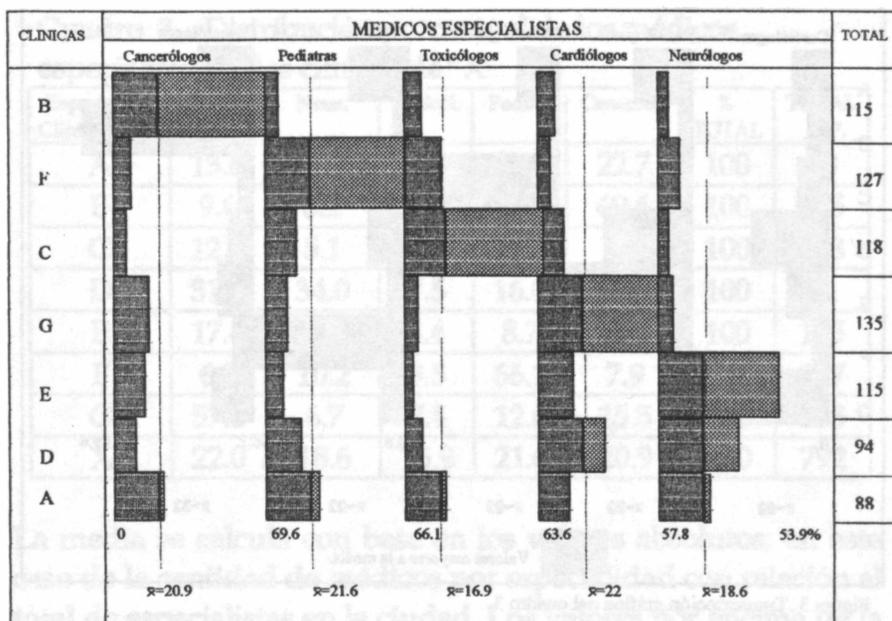


Figura 5. Distribución de médicos especialistas en las clínicas de "X".

También se puede apreciar la cantidad relativa de cada grupo de médicos por clínica, pero no es comparable frente al total de médicos en la ciudad por lo que es necesario hacer una ponderación de tales valores.

La ponderación mostrará el peso de cada unidad geográfica (de cada clínica) según el área ocupada por cada fila (o columna, según el caso) para las que se variará el ancho proporcionalmente a los valores absolutos.

Supongamos que el ancho de la gráfica (dimensión en "y") sea de 10 cm =100 mm, por lo tanto 100 mm corresponden a 792 médicos especialistas (cuadro 3).

Para la clínica A se tiene  $88 \times 100/792=11.0$  mm.

## Uso de matrices gráficas en geografía

Del mismo modo se obtienen los valores para  $B = 14.5$ ;  $C = 15.0$ ;  $D = 12.0$ ;  $E = 14.5$ ;  $F = 16.0$ ; y  $G = 17.0$  mm.

Realizado lo anterior se elabora la gráfica definitiva, figura 5, con la correspondiente titulación.

Al igual que cualquier otro tipo de gráfica, el contenido esencial debe resaltarse con relación a otras líneas o trazos adicionales para lo cual se usan calibres diferentes.

La matriz gráfica también presenta una amplia utilidad en el tratamiento gráfico de varias variables que son difíciles de leer utilizando otro tipo de gráficos y/o diagramas.

Por ejemplo, planteemos como objetivo que deseamos comparar las emisiones de  $\text{CO}_2$  mundiales diferenciándolas por áreas geográficas y según tipo de emisión. Una alternativa de graficación es utilizar un diagrama tipo torta para diferentes porcentajes de emisiones según tipo para cada región. (Fig. 6a).

Sin embargo esta representación no es muy efectiva dado que, aunque es muy clara la diferenciación tipológica de emisión, fracasamos cuando pretendemos comparar entre regiones debido a la dificultad para asociar 9 tortas diferentes.

La utilización de la matriz gráfica (fig. 6b) hace más efectiva la comparación entre regiones, siendo por eso, más importante la emisión a través de procesos industriales en las zonas más desarrolladas que en el Tercer mundo donde las emisiones son principalmente por deforestación y explotación petrolífera. Se visualiza también como la utilización de la matriz gráfica (fig. 6b) hace más efectiva la comparación entre regiones destacándose la alta emisión de  $\text{CO}_2$  en Europa, Asia Oriental y América del Norte y la baja participación de Oceanía, Asia

Central, y América Central, las 2 últimas regiones con muy bajo desarrollo industrial y Oceanía con baja densidad de población.

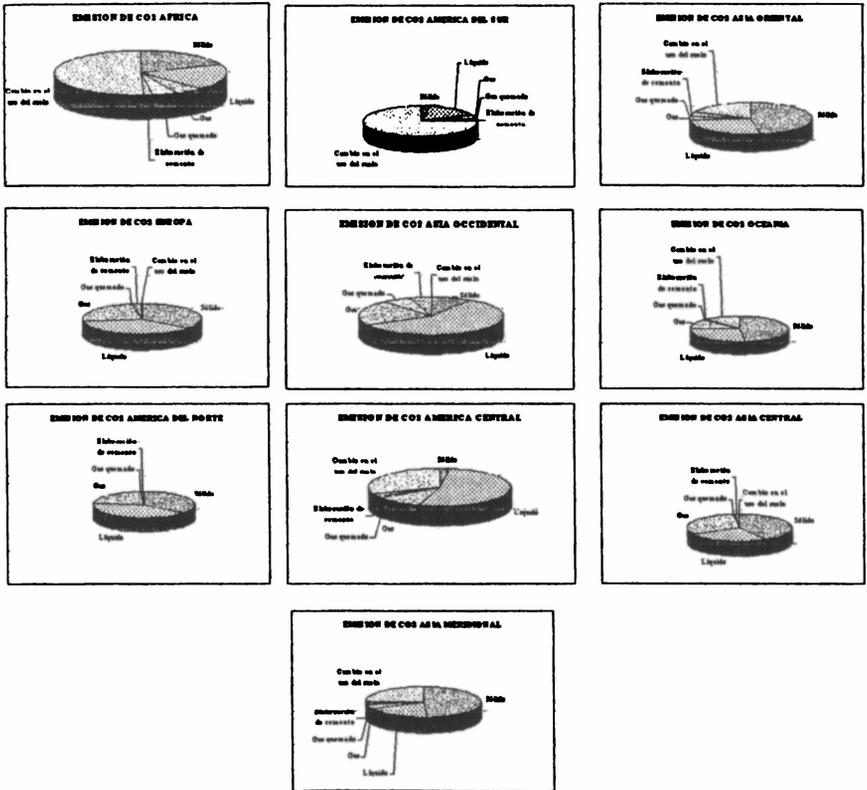


Figura 6a. Emisiones de CO<sub>2</sub> por regiones y fuente. Datos: World Resources 1996-1997.

El análisis puede ser extendido al comportamiento de las variables (columnas) observándose una alta participación de emisiones sólidas, líquidos y gas asociado con la actividad industrial y las emisiones domésticas. De otro lado, en Africa y Asia Occidental las mayores emisiones son producto de la explotación petrolera mientras que la deforestación tiene una alta participación en Asia y América del Sur asociado con la

## Uso de matrices gráficas en geografía

destrucción del bosque y la continua habilitación de nuevas tierras agrícolas.

Otra aplicación de la matriz gráfica puede estar orientada a la búsqueda de asociaciones significantes entre unidades espaciales sirviendo, entonces, como instrumento de clasificación al permitir agrupar aquellas unidades que poseen un comportamiento similar dentro de un conjunto amplio de variables que caracterizan un fenómeno.

	Elaboración de cemento	Sólido <sup>1</sup>	Líquido	Gas	Gas quemado <sup>2</sup>	Cambio en el uso del suelo <sup>3</sup>
EUROPE						
ASIA ORIENTAL						
AMERICA DEL NORTE						
ASIA OCCIDENTAL						
AFRICA						
AMERICA DEL SUR						
ASIA MERIDIONAL						
AMERICA CENTRAL						
ASIA CENTRAL						
OCEANIA						

<sup>1</sup> Sólido, líquido y gas se refiere a las emisiones por quema de combustibles fósiles predominantemente carbón y petróleo  
<sup>2</sup> emisiones en la quema de gas por extracción de petróleo  
<sup>3</sup> Deforestación y conversión de tierras de bosques a otros usos  
<sup>4</sup> Emisiones de animales domésticos (vacunos, búfalos de agua, cerdos y otros).  
 Datos: World Resources 1996-1997.

Figura 6b. Matriz gráfica de la emisión de CO<sub>2</sub>.

Planteemos, por ejemplo, que tenemos como objetivo identificar las explotaciones agrícolas dominantes en las diferentes regiones del departamento del Tolima; para ello conseguimos las estadísticas de producción consignadas en el cuadro 4, luego elaboramos una matriz gráfica que corresponde a la fig. 7a y procedemos a su análisis: la reorganización de filas y columnas permitió establecer unos patrones claramente definidos en los que se observa el dominio de la producción de alimentos según una secuencia altitudinal y de acuerdo con el área del municipio en determinadas altitudes. De otro lado también se agrupan municipios según el nivel de producción en ciertas áreas, así se pueden diferenciar

los municipios de economía cafetera de los ubicados en el plan del Tolima con altos volúmenes de producción de sorgo y arroz, asociados con un alto grado de tecnificación. La efectividad de la matriz permite incluso visualizar la particularidad de Mariquita como municipio con baja participación de la agricultura, exceptuando el cultivo de Mango.

Los resultados de clasificación de la matriz pueden ser cartografiados (fig. 7b), lo que demuestra la utilidad de esta técnica en la obtención de mapas sintéticos y no restringidos necesariamente a la geografía económica o humana. De hecho un ejemplo de aplicación de matrices gráficas se encuentra en Portais y Rodríguez (1987), utilizadas para obtener una clasificación de ciudades según funciones y actividades económicas, sintetizando 15 variables.

Las matrices gráficas también pueden ser utilizadas para visualizar el comportamiento espacial de un fenómeno a través de la manipulación y redistribución de filas y columnas que pueden luego ser agrupadas en mapas de acuerdo a un patrón espacial dominante (MaEachren, 1995), utilizando el concepto de colección de mapas definido por Bertin (1973) y que es susceptible a un tratamiento matricial.

Para ejemplificar esta aplicación se acude a la diferenciación temporal y espacial de cuatro indicadores económicos para América Latina: La inversión directa extranjera, la deuda externa, la evolución del PIB total y la variación del índice de precios al consumidor. Inicialmente se recogieron las estadísticas de estas variables entre 1992 y 1997, luego cada año fue cartografiado y se dispusieron los mapas en forma de matriz mostrando la evolución de la variable cada año (fig. 8).

# Cuadro 4.

Cuadro 4. Economía agrícola del departamento del Tolima.

VOLUMEN DE LA PRODUCCION (Tn)															
Municipio	Café	Café	Café	Café	Café	Café									
Alajuela	798.19	1011.3	33.2					62.7		9.75	349.38	1045.4	82.3		
Almendó	332.84	988.1		2886				5472		486.59		15484	99.1		427.5
Amobal								4428.3		88.66		16817	3720.3		698.8
Asuncuquí	797.2	3009.3	7.8	1148	72			3152		944.68					1738.5
Atenas	67.42	376.57						8043.8				478.71	12484	1080	
Atico	1642	6545.4	570							1185.94		2448.8			3248
Cajamarca	645.39	796.34			30000					2167					
Caracas de A.			114					166.25		84.71					
Cumbal	585.81	2130.9	3.8					3595.3		73.38					1188
Chaparral	1381.9	4808.2	1045	3896	336			8274		1201.7		8835.8			
Chele								635.53		3455.87	2339.373		548.84	38.2	
Coyula			4.75					3123.6		1848.83		1363	2998.8	269.68	
Cunday	889.36	2541.9	190							283.68					916.75
Dabaón	1011.4	1457	18.05							325.05					741.48
Elgin						10484	24388				2038.83	53916	8774.2	236.41	
Elías	121.71	7825.3	118.75	2738				427.3		531.9					6198.8
Florida								5122.4				11261	1270		
Fruto	1158.1	10999	54.63	1065.8						322.05					888
Guano						3790.3	12868				1399.64	54001	3351.6	320.76	
Harero	322.42	1482								230.64					648.8
Honda								606.1		955.45					
Itagüé	2090.6	7157.2	10.64	159.84	681.2	2018.9	11076			2789.86		35170	70.6		15367
Juncos	1182.4	2167.9	23.75							99.48					114
Lerdo	166.12	1075.1	47.5	643.8				4371.9		78.8		32510	173.75		530.1
Líbano	1943.8	19779	54.63	1831.5	448.28			546.68		364.45					1881
Manizales	98.35	737.7	142.5	3383.5				1389.9		381.90			1287		10358
Melgar	262.88	1024.7	57					380		812.85		306.88			
Morito					3600				39154	305.88					
Natagán	34.2	133.99	3.8					6398.4		798.45	837.25	5544	7761.6	112.86	
Ortega	1269.8	4026.2	107.85	888	67.2			950		4590.1		6831	230.5	225.72	3365.5
Parícuti								5073		1450.91		26943			
Planadas	1560.1	8001.1	95	166.5	141.12					1177.88					1486.3
Prado	147.87	622.85	47.5					6451.5		383.68		12736	1287.7		
Purificación	109.84	348.85	58.43					7926.8			827.4	69948	1254.4		76
Ricobayo	1437.2	4136.5	218.03	392						1576					2546
Rosales	74.64	149.86		1924	397.44				7239.8	3018.04	2945.15				
Rovito	1026.5	4457.1	22.8		470.4					1087.44					2878.5
Sabán						307.32	8484.5			345.74	615.625	63231	166.21	139.68	
San Antonio	1414.9	3028	17.34	296	368.64					392.52					342
San Luis	84.5	178.98		612.72			3548.8			1498.1	5122	4357.9	988.72	148.5	
Santa Isabel	252.7	2235.7		680.8	192				9160.5	414.19					
Suarez			11.4					884		636.4		623.7	191.79		
Valle San Juan	313.1	642.97								1438.1	4688.6	1369.8	51.45		339.1
Versalles	799.66	2529.1	9.08	1598.4						142.92		27377	74.97		722
Villavieja	624	5397.5	58.14		66.53				7239.8	79.98					3065.2
Villota	1467.4	3585.7		88.42						114.52					384.8

Datos: Secretaría de agricultura del Tolima, 1994.

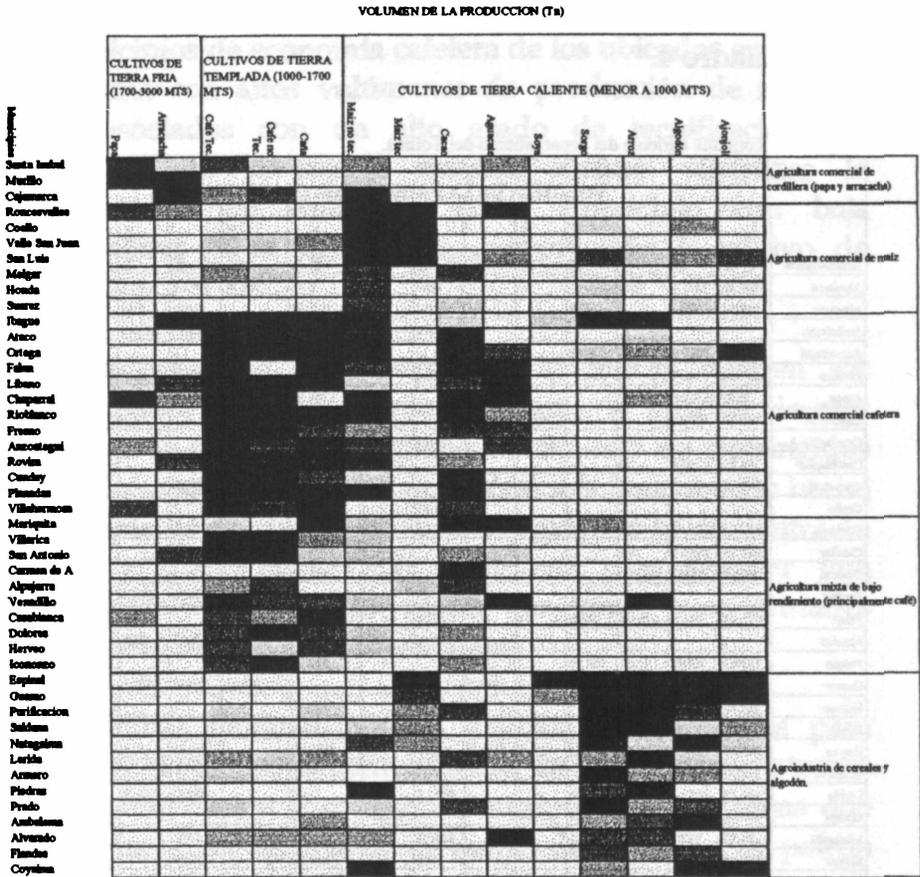


Figura 7a. Matriz gráfica agrícola del departamento del Tolima.

De este procedimiento rápidamente se puede visualizar un comportamiento equilibrado de las tasas de endeudamiento, exceptuando quizás un ligero crecimiento en los dos últimos años; la inversión directa extranjera presenta, al contrario, un fuerte dinamismo con el aumento considerable de los flujos de capital hacia Brasil y Argentina en los últimos años, pero con una creciente participación de los países andinos que están atrayendo capitales externos desde comienzos de la década.

# Uso de matrices gráficas en geografía

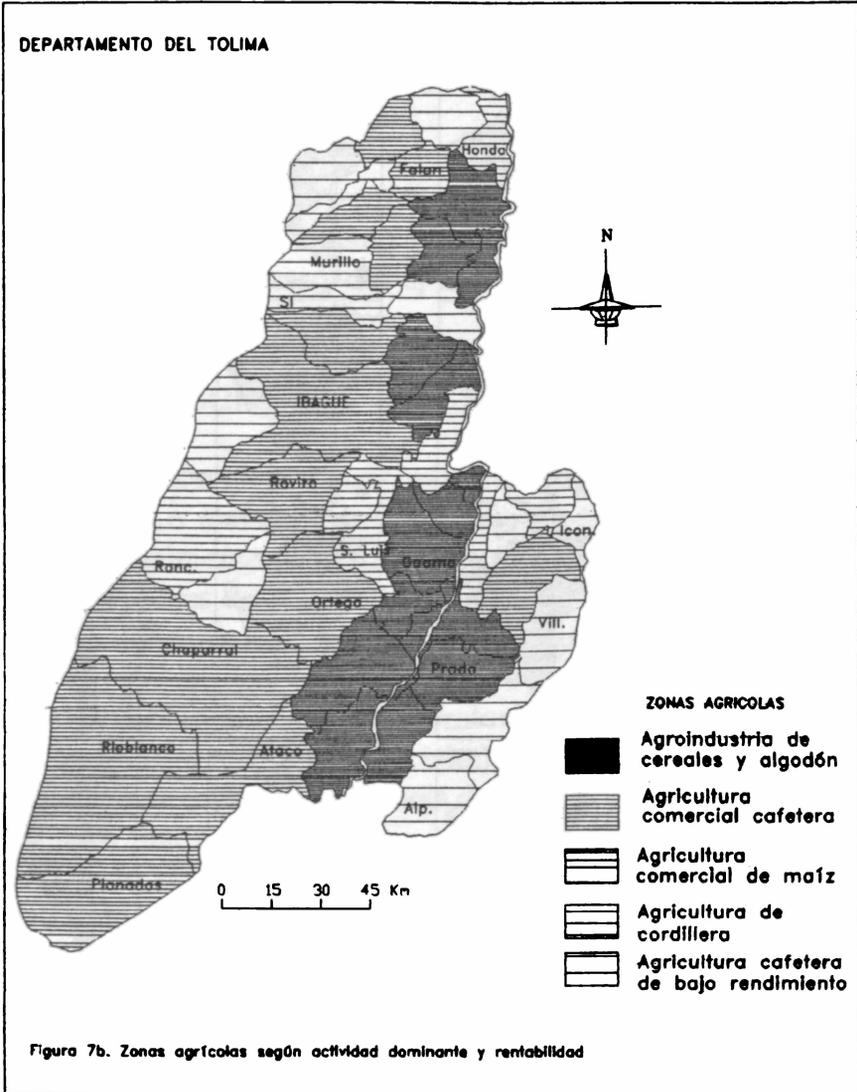
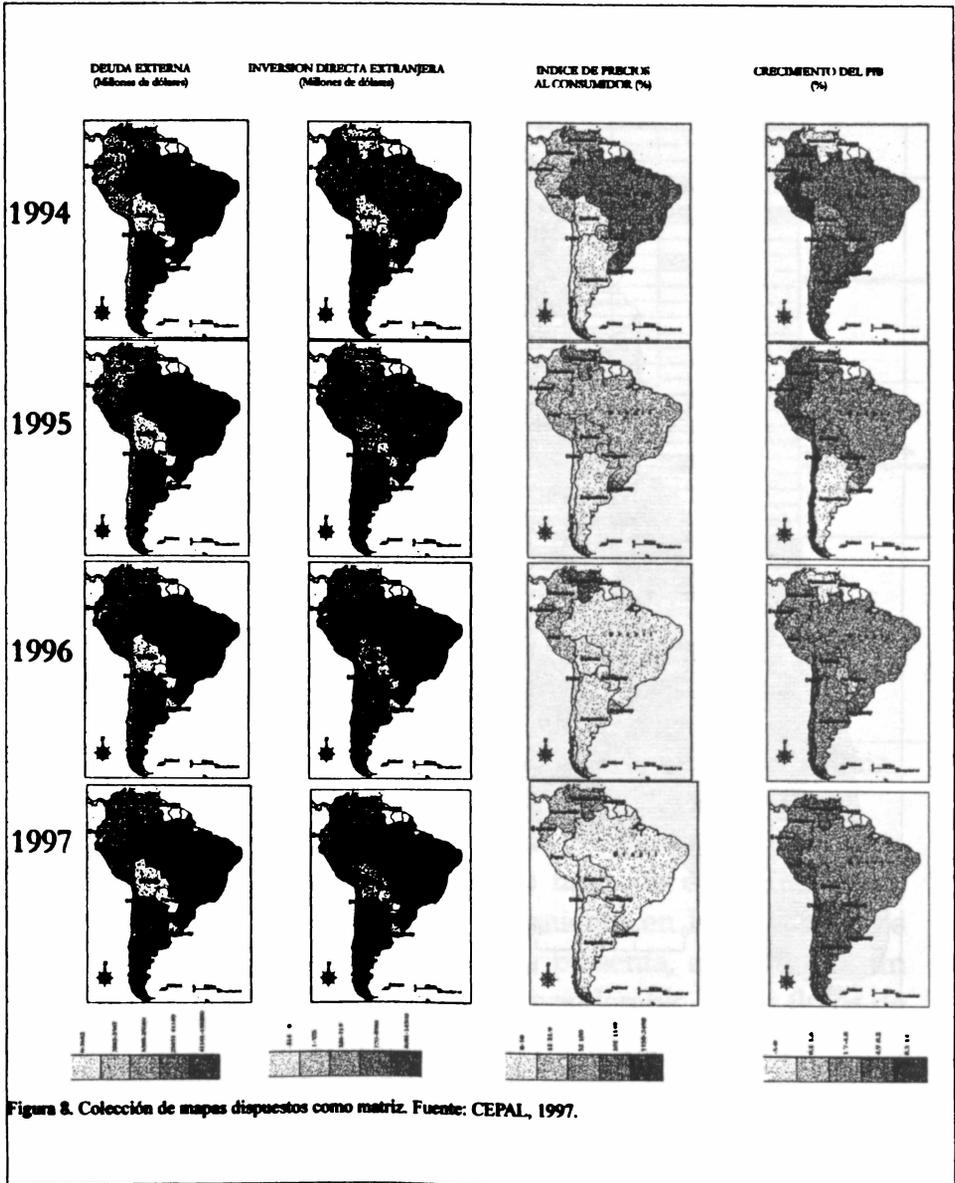


Figura 8.



## Uso de matrices gráficas en geografía

La columna del IPC refleja el fuerte ajuste desarrollado por los países latinoamericanos, pero principalmente por Brasil y Argentina que redujeron drásticamente la inflación en los últimos años. Por último la variable de PIB permite visualizar las agudas crisis económicas de Argentina en 1995 y Venezuela en 1996, y el estancamiento de algunas economías como la colombiana y la ecuatoriana.

Así, la matriz de mapas permite visualizar los cambios espacio-temporales de un fenómeno y las condiciones económicas de una región (en el caso del ejemplo América Latina), en un momento dado.

### EL PROCEDIMIENTO

La construcción de la matriz gráfica se basa en la asignación de cuadrículas o manchas de color negro a cada celda variando proporcionalmente con la información; estas manchas han de ser susceptibles de ser manipuladas y reorganizadas, para ello pueden utilizarse fichas gradadas en negro según un rango de valores establecidos, como ejemplo se reproduce en la figura 9 un "dominó" utilizado en el laboratorio de la EHESS (École des Hautes Etudes en Sciences Sociales). Un proceso similar puede desarrollarse utilizando una hoja de cálculo y asignando a cada celda un matiz de gris (como en la matriz de la figura 7a), o diseñando un conjunto de manchas estilo dominó (como la matriz de la figura 10).

Los pasos son los siguientes (Bord, 1984).

1. Obtener los datos y con ellos organizar una matriz espacial (cuadro 5).

Tamaño real

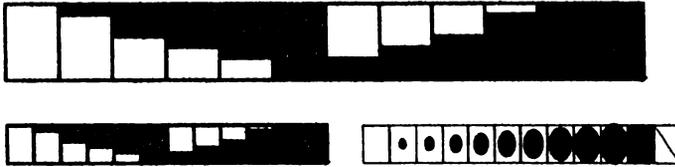


Figura 9. Dominó para permutación matricial. Fuente: Bord 1984, 184.

2. Establecer rangos que agrupan los datos según una curva de variación de los datos en los que los "puntos de quiebre" definen las clases. Otros métodos como los intervalos iguales y los porcentuales pueden ser usados aunque su confiabilidad y precisión es discutible, (MaEachren 1994). Para el ejercicio en cuestión se elaboraron 31 gráficas de las que se obtuvieron ocho rangos para cada variable aunque es pertinente anotar, primero que el número de clases depende de la variabilidad de los datos y las posibilidades de graficación y segundo, que es necesario definir para todas las variables igual número de clases, pues sólo así es posible manipular los matices asociándolos o diferenciándolos. Los límites de los rangos corresponden al cuadro 6.
3. Transformar la matriz original (cuadro 5) en una matriz de rangos en los que el valor original es cambiado por el número de clase correspondiente (cuadro 7).
4. Elaborar o seleccionar los matices con los cuales va a ser construida la matriz. Para el ejemplo se diseñaron ocho patrones que son ilustrados en el extremo inferior de el cuadro 6.

5. **Construcción de la matriz gráfica asignando a cada celda el patrón correspondiente según la clase en la que se encuentra el valor. Como resultado se obtiene una transformación de la matriz de el cuadro 7 en la matriz gráfica de la figura 11; en ella no se identifica ningún patrón ni en la distribución de las variables y tampoco en el comportamiento de las unidades espaciales.**
6. **Transformación de líneas y columnas buscando agrupaciones significantes. Como resultado se obtiene la fig. 12 que muestra una asociación espacial, agrupando países con similares indicadores de desarrollo y crecimiento. A partir de esta gráfica puede elaborarse una clasificación socioeconómica, caracterizándose las regiones según el dominio o importancia de una variable; así por ejemplo los en los países del sur, incluyendo Brasil, es clara una amplia diversificación de las actividades económicas y un liderazgo indiscutible en la producción industrial y de servicios. Los otros países también son caracterizados y el subcontinente regionalizado en la fig. 13**

## CONCLUSIONES

El uso de procedimientos gráficos para presentación de información dispuesta en matrices se constituye en una herramienta valiosa para el tratamiento de variables geográficas. A lo largo del presente documento se han ejemplificado algunas formas de utilización del concepto con variados tipos de información demostrándose su utilidad para presentar información cuantitativa, para comparar medidas de tendencia central y para visualizar la concentración y/o dispersión espacial de determinados fenómenos.

**Cuadernos de geografía, vol. VII, No. 1-2, 1998**

**Es destacable su valor como herramienta de clasificación lográndose, a través de la manipulación de líneas y columnas, asociaciones significantes de variables y/o unidades espaciales que permiten obtener intervalos de clase apropiados por lo que este procedimiento se plantea como una alternativa importante para elaborar mapas temáticos sintéticos.**

**Sólo resta invitar a los geógrafos y científicos sociales a experimentar con esta herramienta y aplicarla en la elaboración de mapas integradores que bien pueden corresponder a obtención de unidades de planificación, de regionalización socioeconómica, de jerarquización urbana o de manejo ambiental.**



Cuadro 6. Matriz de clases.

PAIS	Clase 0	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7
1) Prob. T. (M)	0-4000	4001-5298	5299-6647	6648-9467	9468-13387	13388-21996	21997-33613	33614-153330
2) Crec. pob. (%)	0-1	1.01-1.4	1.41-1.7	1.71-2.1	2.11-2.3	2.31-2.8	2.81-3.1	3.11-3.4
3) Den. Pob. Urb. (Hab/Km <sup>2</sup> )	0-10.5	10.6-16.8	16.9-28.3	28.4-43.1	43.2-84.5	84.6-147.1	147.2-233.7	233.8-245.8
4) Pob. Urb. (M)	0-1965	1966-2645	2646-6001	6002-15128	15129-17486	17487-27862	27863-61337	61338-114613
5) Prob. Urb. como % total	0-42	42.1-44.4	44.5-51.4	51.5-60.4	60.5-70.3	70.4-85.5	85.6-86.2	86.3-90.5
6) Mort. inf. (%)	0-21.9	22-23.3	23.4-25.7	25.8-40	40.1-46.6	46.7-65	65.1-110	110.1-114.1
Ind. de prod. alimentos per cápita (1979-81=100)	0-84.4	84.5-88.5	88.6-92.3	92.4-95.2	95.3-101.7	101.8-114	114.1-117.3	117.4-131.9
Consumo de proteínas (gr diarios)	0-50.3	50.4-54	54.1-55.8	55.9-61.4	61.5-68.2	68.3-80.2	80.3-82.4	82.5-99.2
9) Canto en salud como % PIB	0-0.41	0.42-1.6	1.61-1.8	1.81-2.5	2.51-3.6	3.61-5.5	5.51-6.6	6.61-8.3
10) Tasa de analfabetismo (% pob.)	0-7.2	7.3-11.9	12-14.9	15-18.9	19-27	27.1-44.9	45-47	47.1-65.4
11) Educ. Sup. (Total Est. ja)	0-50108	50109-76199	76200-140890	140891-234973	234974-474727	474728-775542	775543-1364334	1364335-1540060
Empleo en manufacturas (Miles)	0-45.3	45.4-49.4	49.5-115.5	115.6-151.2	151.3-746	746.1-697.7	697.8-967.7	967.8-5737
13) Arribo de turistas	0-174250	174251-278296	278297-331535	331536-437019	437020-751252	751253-1000000	1000001-2727987	2727988-6297000
14) Numero de hoteles	0-43	43.1-170	170.1-728	728.1-1234	1235-2032	2033-2236	2237-4351	4352-7717
Consumo energia per cápita (KWH)	0-247	248-438	439-743	744-1251	1251-1395	1396-1643	1644-1953	1954-3091
15) Captura pesquera (Tn MET)	0-12500	125001-21133	21134-161733	161734-391098	391099-800000	800001-1401041	1401042-5195418	5195419-6875072
17) Producción de ganado vacuno	0-1741	1742-3300	3301-4200	4201-8889	8890-29847	29848-50080	50081-100000	100001-132000
18) Producción de leche (T MET)	0-118	119-150	151-310	311-430	431-900	900-1591	1591-6925	6926-15300
19) Producción alcohol	0-7	8-10	11-19	20-29	30-45	46-60	61-246	246-570
Producción industrial de madera (T)	0-146	147-256	257-1170	1171-3106	3107-7763	7764-12060	12061-40000	40001-74748
21) PIB (Millones \$ Us de 1980)	0-3462	3463-7833	7834-5552	5553-18397	18398-46688	46689-74826	74827-206073	206074-280963
Participación de la agricultura en el PIB (%)	0-7.9	8-11.7	11.8-14.9	15-19.7	19.8-23.3	23.4-25.3	25.4-31	31.1-34.7
Participación de la minería y extracción de materiales en el PIB (%)	0-0.2	0.3-0.5	0.6-1.7	1.8-3.9	4-8.8	8.9-11.1	11.2-15.3	15.4-20.3
Participación de las manufacturas en el PIB (%)	0-9.2	9.3-12.6	12.7-14.8	14.9-17.8	17.9-19.9	20-22.2	22.3-24.8	24.9-27.6
Participación de la construcción en el PIB (%)	0-2.7	2.8-3.1	3.2-3.4	3.5-4.1	4.2-5.3	5.4-5.9	6-6.4	6.5-7.7
Participación de los servicios en el PIB (%)	0-0.4	0.5-1	1.1-1.5	1.6-1.9	2-2.5	2.6-2.9	3-3.8	3.9-4.2
Participación de los transportes, almacenamiento y comunicaciones en el PIB (%)	0-3.8	3.9-4.7	4.8-6.1	6.2-8.1	8.2-8.6	8.7-10.5	10.6-17.5	17.6-23.8
28) Inversión directa extranjera	0-14	15-25	26-52	53-102	103-173	174-433	434-1728	1729-2439
29) Desempleo urbano	0-4	4.1-5	5.1-6	6.1-7.9	8-8.9	9-10.2	10.3-15	15.1-19.6

SIN DATOS

Cuadro 7. Matriz de valores según clases.

Cuadro 7. Matriz de datos según posición del valor original en el intervalo de clase.

País	Pob. T. 0-9		Crec. pob. (%)	Dens. Pob. Litb. (Hab./Km <sup>2</sup> )	Pob. Litb. (Ml)	Pob. Litb. como % total	Mort. inf. (muertes por cada 1000 nacidos)	Ind. de prod. alimentos per cápita (1975-81-100)	Consumo de proteínas (gr. diarios)	Tanto en milid como % PIB	Tasa de analfabetismo (%)	Índice Simple de desarrollo (IDH)	Ejea. Sup. (Trat. Ec.)	Ejemplo de instituciones (clases)	Arbitrio de licencias	Número de hoteles	Consumo energía per cápita (KWH)	Capitas pesqueras (Ton)	Población de ganado vacuno	Producción de leche (T MTR)	Población agrícola	Producción industrial de metales (T M <sup>3</sup> )	PIB (Millones \$ Un. de 1980)	Participación de las exportaciones en el PIB (%)	Participación de las importaciones en el PIB (%)	Participación de las construcciones en el PIB (%)	Participación de los servicios en el PIB (%)	Participación de los transportes, aéreo, y local en el PIB (%)	Inversión directa extranjera	Ejemplos urbanos (casas nuevas)				
	1961	1981																																
ARGENTINA	6	1	1	6	2	3	7	0	5	3	6	5	4	5	6	4	4	5	0	4	5	1	5	1	5	2	0	7	4	2	3			
BOLIVIA	3	5	0	2	2	6	7	1	0	4	2	0	1	2	1	0	5	0	2	1	0	2	4	1	4	0	2	0	1	4	2	2		
BRASIL	7	4	2	7	5	5	7	3	3	7	7	6	5	4	7	7	1	1	7	1	7	1	7	1	1	4	0	4	5	4	2	2		
CHILE	4	2	2	3	6	0	6	4	2	0	3	4	5	2	4	6	1	5	3	4	0	1	4	0	4	0	4	5	4	5	5	5		
COLOMBIA	6	3	3	5	4	3	5	2	4	2	4	2	4	3	2	4	6	4	3	4	3	4	5	4	5	3	2	4	5	2	4	2		
COSTA RICA	0	5	4	0	3	0	2	4	7	0	1	3	2	1	3	2	1	3	2	0	3	0	2	1	3	0	4	3	5	2	4	2		
REP. DOMINICANA	3	4	5	1	3	5	3	0	1	3	2	3	5	nd	1	1	3	3	0	1	3	3	0	1	3	0	1	0	2	4	1	7		
ECUADOR	4	5	2	3	5	6	0	1	2	3	2	3	2	3	2	1	1	0	3	5	5	2	2	6	2	4	3	5	5	4	4	4		
EL SALVADOR	2	2	7	1	1	5	4	nd	1	4	1	1	0	0	1	1	0	3	0	0	0	0	5	0	3	2	5	0	0	3	3	0		
GUATEMALA	3	6	4	2	0	4	1	2	1	5	1	1	3	nd	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4	1	1	3	5	3	0	0		
HAITI	3	3	6	0	1	2	1	0	1	6	1	2	0	nd	1	2	1	0	0	0	2	1	0	7	0	2	4	0	0	0	0	0	nd	
HONDURAS	1	7	4	1	1	6	2	1	2	4	0	3	3	1	0	1	2	1	2	1	2	0	1	2	0	2	4	0	4	3	2	3	0	
MEXICO	7	4	3	6	5	4	5	0	2	6	6	7	3	7	4	5	4	6	7	4	6	7	4	6	0	4	2	3	7	4	2	0	0	
NICARAGUA	0	7	2	1	3	5	0	nd	6	7	4	0	nd	1	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	5	2	5	0	2	5	0	6	5	1
PANAMA	3	3	3	0	3	1	1	3	3	1	0	1	1	0	3	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	7	2	7	2	1	7	2
PANAMA	0	3	3	0	3	1	1	3	3	1	0	1	1	0	1	1	0	3	2	2	5	1	6	1	6	1	2	4	6	1	1	3	2	0
PARAGUAY	1	6	0	1	2	4	5	4	0	1	0	nd	2	1	1	4	2	7	2	4	2	2	3	2	5	4	5	2	3	0	2	3	0	2
PERU	5	4	1	3	4	7	2	1	0	2	5	2	1	4	2	1	4	2	7	2	4	2	3	2	5	4	4	5	2	3	0	2	3	0
PARAGUAY	0	0	2	1	5	0	5	6	1	0	1	0	1	3	4	nd	6	5	3	5	3	5	3	1	2	1	2	0	6	1	5	2	3	4
URUGUAY	5	5	2	4	7	1	4	3	3	1	4	4	3	4	7	3	4	7	3	4	6	5	2	5	0	7	4	6	1	5	2	3	4	5
VENEZUELA	5	5	2	4	7	1	4	3	3	1	4	4	3	4	7	3	4	7	3	4	6	5	2	5	0	7	4	6	1	5	2	3	4	5



Figura 11. Matriz gráfica para AL y el Caribe ordenada.

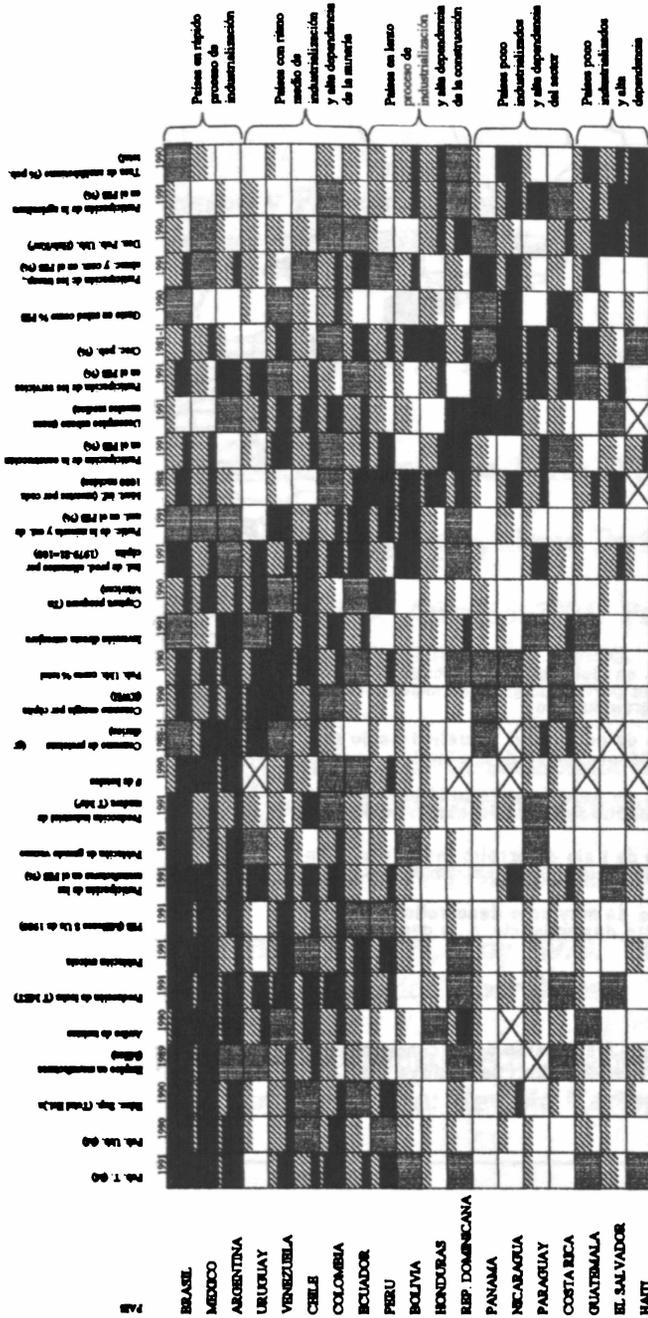
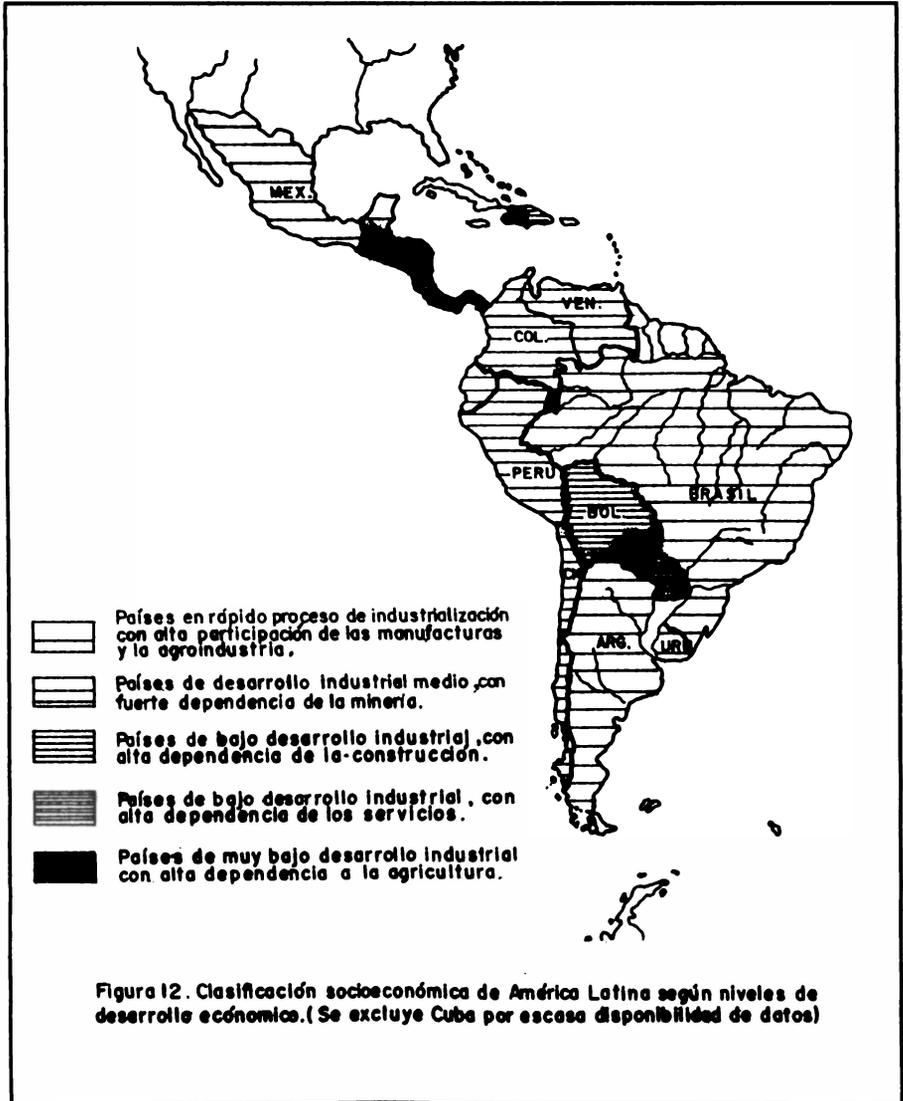


Figura 11. Matriz gráfica de indicadores socioeconómicos para América Latina ordenada.



## REFERENCIAS

ABLER, Ronald et. al. 1977. *Spatial Organization*. London: Prentice Hall Int.

BAHAMÓN, Inocencio y Flórez, Antonio 1991. *Utilización del mapa topográfico con fines temáticos*. *Revista Cartográfica*, 60. Pp. 105-150.

BERTÍN, Jacques 1973. *Semiologie graphique*. Paris: Gauthier-Villars.

BONIN, S. 1975. *Initiation à la graphique*. Paris: EPI.

BORD, Jean Paul 1982. *Initiation géographique*. Paris: SEDES.

BOSQUE, Joaquín y MORENO, Antonio 1994. *Prácticas de análisis exploratorio y multivariante de datos*. Barcelona: Oikos-Tau.

CEPAL 1997. *Balance preliminar de la economía de América Latina y el Caribe 1997*. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

DANE 1992. *Tolima estadístico 1991-1992*. Ibagué: DANE.

ESTÉBANEZ, José y BRADSHAW, Roy 1979. *Técnicas de cuantificación en geografía*. Madrid: Tebar flores.

FLÓREZ, Antonio y CAYCEDO, Julio 1992. *La información "geográfica" generalización cartográfica*. En: *Revista Cartográfica*, 60. Pp. 39-88.

FLÓREZ, Antonio y CHENUT, Philippe 1997. *Diseño de redes en cartografía temática*. En: *Cuadernos de geografía*, 6(1-2). Pp. 175-200.

**FLÓREZ, Antonio y THOMAS, Javier 1992. *Las variables visuales en cartografía temática*. En: *Revista Cartográfica*, 61. Pp. 5-40.**

**GÓMEZ BERROCAL, F. J. y PULIDO DEL RÍO, J. A. 1990. *Introducción a las matemáticas para las Ciencias Sociales*. Málaga: Agora.**

**JOLY, Fernand 1972. *La Cartografía*. Barcelona: Ariel.**

**KLEIMAN, Ariel; DE KLEIMAN, Elena K. 1973. *Matrices, aplicaciones matemáticas en economía y administración*. México: Limusa.**

**LATIN AMERICAN CENTER 1997. *Statistical abstract of Latin America*, Vol. 31. Los Angeles: UCLA.**

**MACEACHREN, Alan M. 1994. *Some truth with the maps*. Washington: Association of American Geographers.**

**\_\_\_\_\_ 1995. *How maps work: Representation, visualization and design*. New York: Guilford press.**

**MONTOYA, Jhon Williams y FLÓREZ, Antonio 1992. *La generalización cartográfica*. En: *Revista Cartográfica*, 61. Pp. 83-103.**

**PORTAIS, M. y RODRÍGUEZ, J. 1987. *Jerarquía urbana y tipos de ciudades en el Ecuador*. En: Allou, Serge et. al. eds. *El espacio urbano en el Ecuador*. T. III. Quito: IPGH-ORSTOM. Pp. 56-73.**

**SECRETARIA DE DESARROLLO AGROPECUARIO DEL TOLIMA 1994. *Censo agrícola de cultivos*. Ibagué: Gobernación del Tolima.**

**SUÁVITA, Myriam y FLÓREZ, Antonio 1992. *La percepción y la comprensión en cartografía*. En: *Revista Cartográfica*, 61. Pp. 84-104.**

**THE WORLD RESOURCES INSTITUTE 1998. *World Resources 1996-1997* home page: <http://www.wri.org/wri/wr-96-97/96tocful.htm>.**

