

Análisis y Clasificación de los Municipios del Departamento de La Paz mediante Escalamiento Multidimensional y Análisis Cluster

M. Sc. Fernando Oday Rivero Suguira
✉ fors2004@yahoo.com.ar

1. Introducción

En el presente artículo se hace una aplicación de los métodos estadísticos multivariantes *Escalamiento Multidimensional* y *Análisis Cluster* a un conjunto de indicadores sociodemográficos de la Encuesta Sociodemográfica del Departamento de La Paz¹. Se pretende dar una visión general del funcionamiento del escalado multidimensional comparándolo con otra técnica multivariante como es el análisis cluster, de modo que pueda servir como alternativa y complemento de investigación.

El escalamiento multidimensional es una técnica multivariante de interdependencia que trata de representar datos en un espacio geométrico o mapa perceptual de pocas dimensiones mediante proximidades existentes entre un conjunto de objetos. Mientras que el análisis cluster jerárquico clasifica los objetos mediante cierto nivel de similitud.

2. Información estadística

La información empleada para esta investigación, corresponde a catorce indicadores sociales y económicos de setenta y siete municipios del departamento de La Paz, estos son:

- DM0102 Población en la niñez con respecto a mujeres en edad reproductiva. Es el cociente de la población menor de cinco años entre la población femenina en edad reproductiva.
- DM0506 Relación de dependencia demográfica. Es el cociente de la población menor de 15 años y la población mayor de 64 años sobre la población de 15 a 64 años.
- DM0507 Relación de masculinidad. Es el cociente de la población masculina sobre la población femenina.
- ED0101 Tasa de asistencia en edad escolar. Es el cociente entre la población de 6 a 19 años de edad que asiste a una unidad educativa y la población total del mismo grupo de edad.
- ED0401 Tasa de analfabetismo. Es el cociente entre la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir y la población total del mismo grupo de edad.
- ED0402 Promedio de escolaridad. Expresa el número promedio de años de escolaridad aprobados por la población de 19 años y más de edad.
- EI0101 Tasa de oferta laboral potencial. Es la relación porcentual de la población en edad de trabajar con respecto a la población total.
- EI0102 Tasa global de participación. Es la relación de la población económicamente activa entre la población en edad de trabajar.
- EI0105 Tasa de desempleo abierto. Es la relación porcentual de la población desocupada abierta con respecto a la población económicamente activa.

¹Encuesta realizada por el Instituto de Estadística Teórica y Aplicada de la Carrera de Estadística de la UMSA, en coordinación con el Gobierno Departamental de La Paz.

EI0107	Índice de carga económica. Es la relación porcentual entre la población económicamente inactiva y la población económicamente activa.
WV0101	Distribución de hogares según disponibilidad de dormitorios por persona. Es la relación entre el número de personas o miembros en el hogar y el número de dormitorios existentes en las viviendas ocupadas por el hogar. Bajo este criterio, se identifican tres tipos de calidad de la vivienda: viviendas donde habitan hasta 2 personas por dormitorio, más de 2 hasta 3 personas por dormitorio y más de 3 personas por dormitorio.
WV0203	Viviendas con servicio sanitario. Es el cociente entre el número de viviendas particulares que tienen algún tipo de servicio sanitario (baño, letrina) y el total de viviendas particulares.
WV0204	Viviendas con energía eléctrica. Es la relación entre el número de viviendas particulares que cuentan con energía eléctrica para uso doméstico y el total de viviendas particulares.
NBI2001	Proporción de población pobre según el método NBI ² .

Antes de utilizar los resultados del cuadro N° 1 siguiente, se hace una interpretación de estos para el municipio de La Paz en la primera fila y así comprender mejor la información disponible para los otros municipios.

- o DM0102 igual a 0,19. Significa que existe 19 niños menores de 5 años por cada 100 mujeres en edad reproductiva en el municipio de La Paz.
- o DM0506 igual a 0,37. Relación de dependencia demográfica, es decir, existe un 37 % de la población del municipio de La Paz que es menor de 15 años o mayor de 64 años en relación a la población entre 15 y 64 años. Los primeros dependen en diferentes aspectos social, económico del segundo grupo de personas.
- o DM0507 igual a 0,97. Relación de masculinidad, existen 97 hombres por cada 100 mujeres dentro del municipio de La Paz.
- o ED0101 igual a 0,92. Tasa de asistencia en edad escolar, el 92 % de la población del municipio de La Paz entre 6 y 19 años de edad asiste a una unidad educativa, respecto a la población total del mismo grupo de edad.
- o ED0401 igual a 0,03. Tasa de analfabetismo, es decir, el 3 % de la población del municipio de La Paz de 15 años y más no sabe leer ni escribir respecto a la población del mismo grupo de edad.
- o ED0402 igual a 12,83. Promedio de escolaridad. Se interpreta como que son aproximadamente 13 años promedio de estudio en personas de 19 años y más de edad en el municipio de La Paz.
- o EI0101 igual a 0,88. Tasa de oferta laboral potencial. El 88 % de la población del municipio de La Paz está en edad de trabajar, considerando 10 años y más la edad de trabajar.
- o EI0102 igual a 0,58. Tasa global de participación, se interpreta como que el 58 % de las personas del municipio de La Paz, están dentro de la población económicamente activa respecto a la población en edad de trabajar.
- o EI0105 igual a 0,03. Tasa de desempleo abierto. El 3 % de la población está desocupada respecto a la población económicamente activa.
- o EI0107 igual a 0,74. Índice de carga económica. El 74 % de la población del municipio de La Paz está dentro de la población económicamente inactiva respecto a la población económicamente activa.

²Indicador de Pobreza, fuente INE 2001.

- WV0101 igual a 1,31. Distribución de los hogares según disponibilidad de dormitorios por persona. Se tienen 131 personas por cada 100 dormitorios promedio en el municipio de La Paz.
- WV0203 igual a 0,95. Viviendas con servicio sanitario. El 95 % de las viviendas particulares tienen algún tipo de servicio sanitario (baño, letrina).
- WV0204 igual a 0,99. Viviendas con energía eléctrica. El 99 % de las viviendas particulares cuentan con energía eléctrica para uso doméstico en el municipio de La Paz.
- NBI2001 igual a 0,35. El 35 % de las personas que habitan el municipio de La Paz son pobres, según el método NBI.

Los datos de las variables anteriores a nivel municipio, se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 1 Encuesta sociodemográfica departamento de La Paz. Municipios del Departamento de La Paz

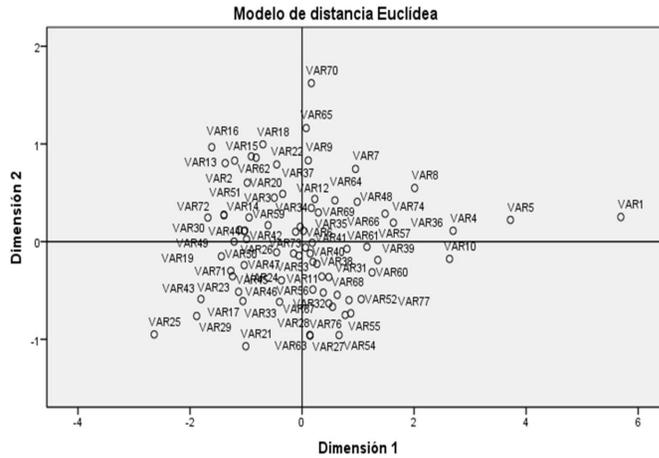
NRO	MUNICIPIO	DM0102	DM0506	DM0507	ED0101	ED0401	ED0402	EI0101	EI0102	EI0105	EI0107	VV0101	VV0203	VV0204	NBI2001
1	LA PAZ	0,19	0,37	0,97	0,92	0,03	12,83	0,88	0,58	0,03	0,74	1,31	0,95	0,99	0,35
2	PALCA	0,44	0,66	1,13	0,90	0,12	6,29	0,80	0,60	0,01	0,67	1,34	0,37	0,94	0,99
3	MECAPACA	0,34	0,70	0,99	0,94	0,17	6,99	0,81	0,62	0,01	0,60	1,64	0,41	0,96	0,82
4	ACHOCALLA	0,25	0,50	0,92	0,91	0,05	10,08	0,84	0,57	0,03	0,75	1,72	0,64	0,99	0,99
5	EL ALTO	0,21	0,42	0,98	0,92	0,04	11,00	0,85	0,54	0,04	0,84	1,52	0,93	0,99	0,67
6	ACHACACHI	0,25	0,58	1,10	0,82	0,13	7,52	0,85	0,55	0,03	0,80	2,13	0,83	0,96	0,93
7	ANCORAIMES	0,13	0,46	1,05	0,78	0,08	8,34	0,89	0,66	0,03	0,49	1,27	0,68	0,92	0,98
8	SANTIAGO DE HUATA	0,18	0,42	1,34	0,99	0,10	9,29	0,89	0,47	0,00	1,14	1,44	0,98	1,00	0,98
9	CHUA COCANI	0,16	0,47	1,15	0,89	0,13	7,56	0,87	0,54	0,05	0,84	1,30	0,20	0,88	0,98
10	HUATAJATA	0,10	0,37	0,87	0,85	0,04	9,99	0,90	0,49	0,05	1,05	2,04	0,80	0,98	0,98
11	HUARINA	0,16	0,55	1,06	0,92	0,12	7,84	0,87	0,59	0,01	0,64	2,40	0,76	0,92	0,98
12	CORO CORO	0,23	0,58	0,96	0,88	0,07	7,70	0,83	0,60	0,02	0,66	1,62	0,40	0,61	0,90
13	CAQUIAVIRI	0,29	0,81	0,98	0,94	0,13	6,16	0,85	0,63	0,00	0,59	1,46	0,70	0,32	0,98
14	CALACOTO	0,26	0,73	1,00	0,88	0,07	6,66	0,83	0,66	0,02	0,51	1,98	0,62	0,19	0,99
15	COMANCHE	0,22	0,65	1,01	0,92	0,07	6,65	0,81	0,54	0,04	0,87	1,30	0,43	0,62	0,98
16	NAZACARA DE PACAJES	0,35	0,89	1,00	0,90	0,19	5,89	0,81	0,60	0,02	0,66	1,24	0,55	0,64	0,98
17	SANTIAGO DE CALLAPA	0,18	0,62	1,15	0,90	0,06	6,61	0,84	0,68	0,05	0,48	2,64	0,42	0,25	1,00
18	PUERTO ACOSTA	0,23	0,57	1,07	0,89	0,10	6,75	0,81	0,54	0,03	0,85	1,15	0,41	0,71	0,97
19	MOCOMOCHO	0,27	0,60	1,04	0,87	0,17	6,16	0,83	0,74	0,01	0,36	2,30	0,36	0,82	0,99
20	PUERTO CARABUCO	0,26	0,60	1,06	0,89	0,09	6,54	0,84	0,60	0,03	0,68	1,56	0,32	0,52	0,96
21	HUMANATA	0,33	0,92	0,94	0,90	0,16	6,67	0,45	0,56	0,00	0,78	3,14	0,36	0,73	0,96
22	ESCOMA	0,20	0,67	1,12	0,96	0,13	7,01	0,83	0,54	0,04	0,87	1,35	0,31	0,96	0,96
23	CHUMA	0,31	0,68	0,95	0,86	0,19	6,34	0,82	0,64	0,01	0,57	2,51	0,44	0,95	0,99
24	AYATA	0,42	0,73	1,17	0,93	0,21	6,56	0,80	0,57	0,03	0,77	2,37	0,28	0,90	1,00
25	AUCAPATA	0,45	0,75	1,09	0,89	0,27	5,10	0,79	0,49	0,05	1,04	3,20	0,19	0,85	1,00
26	SORATA	0,35	0,57	0,97	0,86	0,15	7,05	0,81	0,61	0,03	0,64	2,21	0,61	0,92	0,97
27	GUANAY	0,41	0,79	0,99	0,85	0,04	7,72	0,73	0,60	0,02	0,67	2,99	0,65	0,84	0,82
28	TACACOMA	0,44	0,55	1,00	0,83	0,09	8,09	0,78	0,60	0,02	0,67	2,69	0,63	0,83	0,95
29	QUIABAYA	0,47	0,85	1,11	0,88	0,17	5,80	0,76	0,69	0,00	0,44	2,95	0,34	0,86	0,99
30	COMBAYA	0,27	0,73	1,13	0,78	0,23	5,90	0,87	0,72	0,02	0,38	1,94	0,35	0,91	1,00
31	TIPUANI	0,31	0,69	1,01	0,91	0,05	7,97	0,78	0,52	0,01	0,93	2,38	0,56	0,95	0,73
32	MAPIRI	0,44	0,71	1,12	0,86	0,04	8,02	0,75	0,52	0,03	0,91	2,63	0,47	0,97	0,93
33	TEOPONTE	0,29	0,65	1,10	0,92	0,05	7,14	0,81	0,51	0,02	0,97	2,68	0,69	0,80	0,89
34	APOLO	0,47	0,81	1,02	0,92	0,04	7,64	0,74	0,49	0,06	1,04	1,77	0,57	0,70	0,98
35	PELECHUCO	0,43	0,55	1,17	0,85	0,09	7,53	0,79	0,54	0,06	0,84	1,96	0,38	0,84	0,99
36	VIACHA	0,29	0,62	0,95	0,92	0,10	9,06	0,84	0,61	0,04	0,65	1,72	0,71	0,89	0,79
37	GUAQUI	0,28	0,73	0,94	0,91	0,11	7,09	0,80	0,58	0,02	0,74	1,61	0,72	0,95	0,91
38	TIHUANACU	0,17	0,64	0,91	0,92	0,08	7,66	0,79	0,55	0,02	0,82	2,26	0,79	0,94	0,96
39	DESAGUADERO	0,39	0,67	0,88	0,92	0,05	8,82	0,77	0,62	0,02	0,61	2,13	0,65	0,95	0,78
40	TARACO	0,25	0,65	1,00	0,90	0,07	7,78	0,80	0,58	0,02	0,72	2,27	0,67	0,50	0,99
41	LURIBAY	0,29	0,59	1,02	0,91	0,10	7,64	0,83	0,60	0,03	0,67	2,19	0,60	0,93	0,97
42	SAPAHQUI	0,25	0,58	0,98	0,85	0,13	6,96	0,86	0,78	0,00	0,28	1,96	0,33	0,88	0,99
43	YACO	0,41	0,82	1,13	0,90	0,14	5,87	0,79	0,67	0,02	0,50	2,77	0,14	0,87	1,00
44	MALLA	0,55	0,84	1,13	0,88	0,13	6,59	0,77	0,65	0,01	0,54	2,01	0,15	0,91	1,00
45	CAIROMA	0,38	0,77	1,04	0,94	0,10	7,21	0,79	0,57	0,01	0,75	2,46	0,25	0,96	0,96
46	INQUISIVI	0,36	0,75	1,03	0,90	0,14	6,53	0,79	0,66	0,02	0,52	2,60	0,30	0,35	0,98
47	QUIME	0,44	0,73	1,03	0,92	0,10	7,37	0,79	0,48	0,02	1,08	2,18	0,40	0,87	0,88
48	CAJUATA	0,35	0,59	1,12	0,84	0,09	8,43	0,83	0,66	0,02	0,51	1,57	0,61	0,93	0,95
49	COLQUIRI	0,51	0,76	1,04	0,89	0,17	6,37	0,78	0,54	0,03	0,84	2,15	0,24	0,90	0,91
50	ICHOCA	0,51	0,90	1,12	0,92	0,11	6,61	0,75	0,58	0,02	0,72	2,10	0,24	0,68	0,99
51	LICOMA PAMPA	0,40	0,68	1,13	0,85	0,12	6,17	0,82	0,72	0,01	0,38	1,90	0,44	0,65	0,88
52	CHULUMANI	0,29	0,64	1,02	0,90	0,03	8,55	0,78	0,72	0,01	0,38	2,51	0,71	0,97	0,74
53	IRUPANA	0,31	0,62	1,09	0,92	0,05	7,44	0,81	0,63	0,01	0,58	2,21	0,70	0,95	0,89
54	YANACACHI	0,32	0,69	1,00	0,92	0,03	8,18	0,77	0,56	0,03	0,77	2,93	0,77	0,99	0,65
55	PALOS BLANCOS	0,38	0,76	1,15	0,93	0,04	8,27	0,76	0,54	0,01	0,84	2,72	0,90	0,89	0,91
56	LA ASUNTA	0,31	0,74	1,06	0,94	0,04	7,75	0,77	0,68	0,00	0,47	2,50	0,60	0,59	0,95
57	PUCARANI	0,27	0,63	1,06	0,91	0,07	8,60	0,81	0,50	0,02	1,00	2,04	0,74	0,85	0,98
58	LAJA	0,29	0,64	0,98	0,91	0,18	6,48	0,83	0,65	0,02	0,53	2,03	0,61	0,92	0,99
59	BATALLAS	0,15	0,54	1,09	0,87	0,09	7,42	0,86	0,52	0,03	0,92	1,95	0,70	0,93	0,96
60	PUERTO PEREZ	0,10	0,40	0,97	0,86	0,08	8,71	0,83	0,56	0,09	0,78	2,28	0,52	0,99	0,99
61	SICA SICA	0,24	0,52	0,97	0,78	0,09	8,30	0,84	0,61	0,04	0,63	2,08	0,42	0,87	0,99
62	UMALA	0,28	0,85	1,02	0,91	0,07	6,55	0,78	0,53	0,01	0,88	1,31	0,68	0,74	0,97
63	CALAMARCA	0,27	0,60	1,00	0,82	0,06	7,74	0,80	0,61	0,05	0,65	2,99	0,37	0,78	0,98
64	PATACAMAYA	0,30	0,58	1,02	0,80	0,07	8,02	0,80	0,58	0,04	0,72	1,58	0,68	0,95	0,97
65	COLQUENCHA	0,34	0,66	1,08	0,88	0,06	7,47	0,79	0,56	0,02	0,79	0,90	0,54	0,91	1,00
66	COLLANA	0,20	0,63	0,98	0,82	0,12	7,66	0,85	0,63	0,03	0,59	2,07	0,74	0,86	0,94
67	COROICO	0,27	0,64	1,01	0,92	0,04	7,88	0,80	0,62	0,03	0,60	2,55	0,73	0,97	0,76
68	CORIPATA	0,20	0,63	1,06	0,95	0,06	8,14	0,80	0,67	0,01	0,49	2,54	0,72	0,93	0,89
69	WAMAS	0,49	0,82	0,98	0,80	0,06	7,75	0,75	0,53	0,01	0,90	1,77	0,70	0,71	0,91
70	SAN BUENAVENTURA	0,54	0,78	0,97	0,87	0,04	7,49	0,73	0,53	0,02	0,89	0,52	0,89	0,79	0,85
71	CHARAZANI	0,46	0,73	1,10	0,91	0,16	6,33	0,79	0,59	0,03	0,71	2,45	0,24	0,88	0,98
72	CURVA	0,39	0,62	1,09	0,85	0,13	6,15	0,78	0,68	0,02	0,47	1,89	0,42	0,75	0,99
73	COPACABANA	0,19	0,61	0,93	0,85	0,09	7,34	0,82	0,63	0,02	0,60	1,98	0,80	0,90	0,88
74	SAN PEDRO DE TQUIINA	0,30	0,67	0,85	0,88	0,09	8,92	0,82	0,55	0,05	0,82	1,66	0,46	0,93	0,91
75	TITO YUPANQUI	0,24	0,59	0,85	0,76	0,21	6,45	0,86	0,71	0,03	0,41	2,03	0,34	0,90	0,99
76	CARANAVI	0,37	0,74	1,15	0,92	0,05	8,39	0,73	0,63	0,02	0,58	2,67	0,87	0,64	0,87
77	ALTO BENI	0,42	0,65	1,15	0,91	0,06	8,33	0,81	0,74	0,00	0,36	2,51	0,86	0,87	0,89

Fuente: Encuesta Sociodemográfica Departamento de La Paz – UMSA – Instituto de Estadística Teórica y Aplicada

3. Resultados

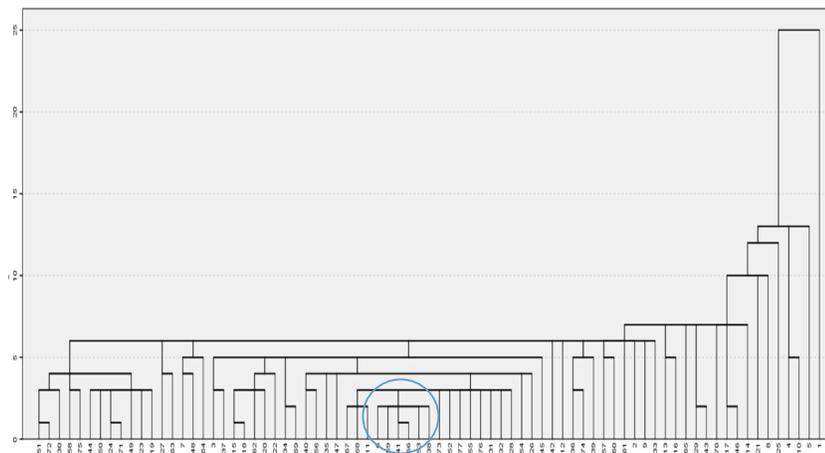
El siguiente gráfico muestra la distribución por similitud (distancia euclidiana) de los setenta y siete municipios estudiados en la encuesta, mediante el método de escalado multidimensional.

Gráfico 1 ➤ Representación de municipios en el espacio bidimensional



El gráfico N° 2 presenta un dendograma de clasificación de los setenta y siete municipios del departamento de La Paz, de acuerdo a los catorce indicadores utilizados en el análisis.

Gráfico 2 ➤ Dendograma



El cuadro N° 2 muestra los resultados del anterior gráfico N° 2, es decir, presenta el historial de la clasificación de los municipios y los porcentajes de clasificación en diferentes niveles.

4. Interpretación

Los municipios más similares en el nivel 11,0 % para los catorce indicadores sociodemográficos presentados en el cuadro N° 2, son los de Licoma Pampa y Curva. En DM0102 están entre 0,39 y 0,40 en DM0506 fluctúan entre 0,62 y 0,68; en DM0507 entre 1,09 y 1,13; en ED0101 son idénticos (0,85), en el indicador ED0401 van entre 0,12 y 0,13, en ED0402 están entre 6,15 y 6,17. La tasa de oferta laboral potencial (EI0101) va entre 0,78 y 0,82; en EI0102 alcanza a 0,68 y 0,72. Para EI0105 es 0,01 y 0,02; para EI0107 cambia de 0,38 a 0,47. Finalmente para indicadores de vivienda VV0101 pasa de 1,89 a 1,90, para VV0203 de 0,42 a 0,44 y para VV0204 de 0,65 a 0,75, y el indicador de pobreza NBI2001 de 0,88 a 0,99 (mayor diferencia).

Cuadro 2 Encuesta sociodemográfica departamento de La Paz. Municipios del Departamento de La Paz. Análisis cluster

COEFICIENTE	ETAPA	CLUSTER	MUNICIPIO	DM1012	DM2006	DM3607	ED0101	ED0401	ED0402	EI0101	EI0102	EI0105	EI0107	WV0101	WV0203	WV0204	NB12001
11,0%	1	51	LICOMA PAMPA	0,40	0,68	1,13	0,85	0,12	6,17	0,82	0,72	0,01	0,38	1,90	0,44	0,65	0,88
	2	72	CURVA	0,39	0,62	1,09	0,85	0,13	6,15	0,78	0,68	0,02	0,47	1,89	0,42	0,75	0,99
12,4%	1	15	COMANCHE	0,22	0,65	1,01	0,92	0,07	6,65	0,81	0,54	0,04	0,87	1,30	0,43	0,62	0,98
	2	18	PUERTO ACOSTA	0,23	0,57	1,07	0,89	0,10	6,75	0,81	0,54	0,03	0,85	1,15	0,41	0,71	0,97
14,0%	3	41	LURIBAY	0,29	0,59	1,02	0,91	0,10	7,64	0,83	0,60	0,03	0,67	2,19	0,60	0,93	0,97
	3	66	COLLANA	0,20	0,63	0,98	0,82	0,12	7,66	0,85	0,63	0,03	0,59	2,07	0,74	0,86	0,94
14,2%	4	24	AYATA	0,42	0,73	1,17	0,93	0,21	6,56	0,80	0,57	0,03	0,77	2,37	0,28	0,90	1,00
	4	71	CHARAZANI	0,46	0,73	1,10	0,91	0,16	6,33	0,79	0,59	0,03	0,71	2,45	0,24	0,88	0,98
14,7%	5	34	APOLO	0,47	0,81	1,02	0,92	0,04	7,84	0,74	0,49	0,06	1,04	1,77	0,57	0,70	0,98
	5	69	IXAMAS	0,49	0,82	0,98	0,80	0,06	7,75	0,75	0,53	0,01	0,90	1,77	0,70	0,71	0,91
14,9%	6	(41, 66)	LURIBAY - COLLANA	0,24	0,61	1,00	0,87	0,11	7,65	0,84	0,61	0,03	0,63	2,13	0,67	0,89	0,95
	6	53	IRUPANA	0,31	0,62	1,09	0,92	0,05	7,44	0,81	0,63	0,01	0,58	2,21	0,70	0,95	0,88
15,9%	7	6	ACHACACHI	0,25	0,58	1,10	0,82	0,13	7,52	0,85	0,55	0,03	0,80	2,13	0,83	0,96	0,93
	7	59	BATALLAS	0,15	0,54	1,09	0,87	0,09	7,42	0,86	0,52	0,03	0,92	1,95	0,70	0,93	0,96
16,1%	8	29	QUIABAYA	0,47	0,85	1,11	0,88	0,17	5,80	0,76	0,69	0,00	0,44	2,95	0,34	0,88	0,99
	8	43	YACO	0,44	0,82	1,13	0,90	0,14	6,37	0,79	0,67	0,02	0,50	2,77	0,44	0,88	1,00
16,8%	9	(41, 66, 53)	LURIBAY - COLLANA - IRUPANA	0,28	0,62	1,05	0,89	0,08	7,54	0,83	0,62	0,02	0,61	2,17	0,68	0,92	0,92
	9	38	TIHUJANACU	0,17	0,64	0,91	0,92	0,08	7,66	0,79	0,55	0,02	0,82	2,26	0,79	0,94	0,96
	10	(6, 59)	ACHACACHI - BATALLAS	0,20	0,56	1,10	0,84	0,11	7,47	0,86	0,54	0,03	0,86	2,04	0,77	0,94	0,95
17,2%	10	(41, 66, 53, 38)	LURIBAY - COLLANA - IRUPANA - TIHUJANACU	0,22	0,63	0,98	0,91	0,08	7,60	0,81	0,59	0,02	0,71	2,21	0,74	0,93	0,94
17,5%	11	17	SANTIAGO DE CALLAPA	0,18	0,62	1,15	0,90	0,06	6,61	0,84	0,68	0,05	0,48	2,64	0,42	0,25	1,00
	11	46	INOUSIVI	0,36	0,75	1,03	0,90	0,14	6,53	0,79	0,66	0,02	0,52	2,60	0,30	0,35	0,96
17,6%	12	67	COROICO	0,27	0,64	1,01	0,92	0,04	7,88	0,80	0,62	0,03	0,60	2,55	0,73	0,97	0,76
	12	68	CORIPATA	0,20	0,63	1,06	0,95	0,06	8,14	0,80	0,67	0,01	0,49	2,54	0,72	0,93	0,88
17,9%	13	(67, 68)	COROICO - CORIPATA	0,23	0,64	1,04	0,93	0,05	8,01	0,80	0,65	0,02	0,55	2,54	0,72	0,95	0,82
	13	11	HUARINA	0,16	0,55	1,06	0,92	0,12	7,84	0,87	0,59	0,01	0,64	2,40	0,76	0,92	0,98
18,2%	14	44	MALLA	0,55	0,84	1,13	0,88	0,13	6,59	0,77	0,65	0,01	0,54	2,01	0,15	0,91	1,00
	14	50	ICHOCA	0,51	0,90	1,12	0,92	0,11	6,61	0,75	0,58	0,02	0,72	2,10	0,24	0,68	0,99
18,7%	15	(24, 71)	AYATA - CHARAZANI	0,44	0,73	1,14	0,92	0,19	6,44	0,80	0,58	0,03	0,74	2,41	0,26	0,89	0,99
	15	49	COLQUIRI	0,51	0,76	1,04	0,89	0,17	6,37	0,78	0,54	0,03	0,84	2,15	0,24	0,90	0,91
18,7%	16	(6, 59, 41, 66, 53, 38)	ACHACACHI - BATALLAS - LURIBAY - COLLANA - IRUPANA - TIHUJANACU	0,21	0,59	1,04	0,88	0,10	7,53	0,83	0,56	0,02	0,79	2,13	0,75	0,94	0,94
	16	73	COPACABANA	0,19	0,61	0,93	0,85	0,09	7,34	0,82	0,63	0,02	0,60	1,98	0,80	0,90	0,88
18,9%	17	(6, 59, 41, 66, 53, 38, 73)	ACHACACHI - BATALLAS - LURIBAY - COLLANA - IRUPANA - TIHUJANACU - COPACABANA	0,20	0,60	0,98	0,86	0,09	7,44	0,83	0,59	0,02	0,69	2,05	0,78	0,92	0,91
	17	(67, 68, 11)	COROICO - CORIPATA - HUARINA	0,19	0,59	1,05	0,93	0,08	7,93	0,84	0,62	0,01	0,59	2,47	0,74	0,94	0,90
19,1%	18	(24, 71, 49)	AYATA - CHARAZANI - COLQUIRI	0,47	0,75	1,09	0,90	0,18	6,41	0,79	0,56	0,03	0,79	2,28	0,25	0,89	0,95
	18	23	CHUMA	0,31	0,68	0,95	0,86	0,19	6,34	0,82	0,64	0,01	0,57	2,51	0,44	0,95	0,99
19,5%	19	(15, 18)	COMANCHE - PUERTO ACOSTA	0,23	0,61	1,04	0,90	0,08	6,70	0,81	0,54	0,03	0,86	1,23	0,42	0,66	0,97
	19	62	UMALA	0,28	0,85	1,02	0,91	0,07	6,55	0,78	0,53	0,01	0,88	1,31	0,68	0,74	0,97
20,1%	20	58	LAJA	0,29	0,64	0,98	0,91	0,18	6,48	0,83	0,65	0,02	0,53	2,03	0,61	0,92	0,99
	20	75	TITO YUPANQUI	0,24	0,59	0,85	0,76	0,21	6,45	0,86	0,71	0,03	0,41	2,03	0,34	0,90	0,99
20,1%	21	52	CHULUMANI	0,29	0,64	1,02	0,90	0,03	8,55	0,78	0,72	0,01	0,38	2,51	0,71	0,97	0,74
	21	77	ALTO BENI	0,42	0,65	1,15	0,91	0,06	8,33	0,81	0,74	0,00	0,36	2,51	0,86	0,96	0,89
20,2%	22	31	TIPUANI	0,31	0,69	1,01	0,91	0,05	7,97	0,78	0,52	0,01	0,33	2,38	0,56	0,95	0,73
	22	32	MAPIRI	0,44	0,71	1,12	0,86	0,04	8,02	0,75	0,52	0,03	0,91	2,63	0,47	0,97	0,93
20,4%	23	(6, 59, 41, 66, 53, 38, 73, 67, 68, 11)	ACHACACHI - BATALLAS - LURIBAY - COLLANA - IRUPANA - TIHUJANACU - COPACABANA - COROICO - CORIPATA - HUARINA	0,20	0,60	1,01	0,89	0,09	7,68	0,83	0,61	0,02	0,64	2,26	0,76	0,93	0,91
	23	(52 - 77)	CHULUMANI - ALTO BENI	0,36	0,65	1,09	0,91	0,04	8,44	0,80	0,73	0,00	0,37	2,51	0,79	0,92	0,81
20,6%	24	(15, 18, 62)	COMANCHE - PUERTO ACOSTA - UMALA	0,25	0,73	1,03	0,91	0,08	6,62	0,80	0,53	0,02	0,87	1,27	0,55	0,70	0,97
	24	20	PUERTO CARABUCO	0,26	0,60	1,06	0,89	0,09	6,54	0,84	0,60	0,03	0,68	1,56	0,32	0,52	0,96
20,6%	25	36	VIACHA	0,29	0,62	0,95	0,92	0,10	9,06	0,84	0,61	0,04	0,65	1,72	0,71	0,89	0,79
	25	74	SAN PEDRO DE TIQUINA	0,30	0,67	0,85	0,88	0,09	8,92	0,82	0,55	0,05	0,82	1,66	0,46	0,93	0,91
20,8%	26	3	MECAPACA	0,34	0,70	0,99	0,94	0,17	6,99	0,81	0,62	0,01	0,60	1,64	0,41	0,96	0,82
	26	37	GUAJUVI	0,28	0,73	0,94	0,91	0,11	7,08	0,80	0,58	0,02	0,74	1,80	0,72	0,95	0,91
20,9%	27	(51, 72)	LICOMA PAMPA - CURVA	0,39	0,65	1,11	0,85	0,13	6,16	0,80	0,70	0,02	0,43	1,80	0,43	0,70	0,93
	27	30	COMBAYA	0,27	0,73	1,13	0,78	0,23	5,90	0,87	0,72	0,02	0,38	1,94	0,35	0,91	1,00
21,2%	28	40	TARACO	0,25	0,65	1,00	0,90	0,07	7,78	0,80	0,58	0,02	0,72	2,27	0,67	0,50	0,99
	28	56	LA ASUNTA	0,31	0,74	1,06	0,94	0,04	7,75	0,77	0,68	0,00	0,47	2,50	0,60	0,99	0,95
21,3%	29	55	PALOS BLANCOS	0,38	0,76	1,15	0,93	0,04	8,27	0,76	0,54	0,01	0,84	2,72	0,90	0,89	0,91
	29	76	CARANAVI	0,37	0,74	1,15	0,92	0,05	8,39	0,73	0,63	0,02	0,58	2,67	0,87	0,64	0,87
21,4%	30	(6, 59, 41, 66, 53, 38, 73, 67, 68, 11, 52, 77)	ACHACACHI - BATALLAS - LURIBAY - COLLANA - IRUPANA - TIHUJANACU - COPACABANA - COROICO - CORIPATA - HUARINA - CHULUMANI - ALTO BENI	0,28	0,62	1,05	0,90	0,07	8,06	0,81	0,67	0,01	0,51	2,39	0,77	0,92	0,86
	30	(55, 76)	PALOS BLANCOS - CARANAVI	0,38	0,75	1,15	0,93	0,04	8,33	0,75	0,59	0,01	0,71	2,69	0,89	0,76	0,89
21,4%	31	(24, 71, 49, 23)	AYATA - CHARAZANI - COLQUIRI - CHUMA	0,39	0,71	1,02	0,88	0,19	6,37	0,80	0,60	0,02	0,68	2,39	0,34	0,92	0,97
	31	(44, 50)	MALLA - ICHOCA	0,53	0,87	1,13	0,90	0,12	6,60	0,76	0,62	0,01	0,63	2,06	0,19	0,90	0,99
21,6%	32	(31, 32)	TIPUANI - MAPIRI	0,37	0,70	1,06	0,89	0,05	8,00	0,77	0,52	0,02	0,92	2,51	0,51	0,96	0,83
	32	28	TACACOMA	0,44	0,55	1,00	0,83	0,09	8,09	0,78	0,60	0,02	0,67	2,69	0,63	0,93	0,95
21,6%	33	(6,															

Como se puede notar, son los municipios más parecidos respecto a los indicadores mencionados. Estos dos municipios aparecen juntos a la derecha del segundo cuadrante del gráfico N° 1 y en el primer nivel del dendograma del gráfico N° 2.

En segundo nivel o segunda etapa con un 12,4 % de similitud aparecen los municipios de Comanche y Puerto Acosta. Difieren mayormente en los indicadores ED0402 de 6,65 a 6,75 y en el indicador de vivienda VV0204 de 0,62 a 0,71. En los demás son altamente similares o iguales. Respecto a la identificación de ambos municipios en el gráfico N° 1, se encuentran en el segundo cuadrante en la parte superior muy juntos, como era de esperar.

En el tercer nivel de similaridad de los indicadores (14,0 %) se encuentran juntos los municipios de Luribay y Collana. Se parecen menos en el indicador DM0102 de 0,20 a 0,29 y en VV0203 de 0,60 a 0,74. Son iguales en EI0105 con 0,03. En el gráfico N° 1 del escalado multidimensional aparecen unidos en el primer cuadrante muy cerca al punto de origen.

En el cuarto nivel de parentesco con un 14,2 % están los municipios de Ayata y Charazani con igualdad en el indicador DM0506 (0,73), EI0105 (0,03) y con leve diferencia en ED0101, EI0101, VV0204 y NBI2001. En el gráfico N° 1 se encuentran juntos en el tercer cuadrante sector medio.

Con 14,7 % de parentesco porcentual, en el quinto nivel, se encuentran los municipios de Apolo e Ixiamas. Aparecen juntos en el primer cuadrante, muy cercanos al origen del gráfico N° 1. Difieren en el indicador ED0101, ED0402, EI0107, VV0203 y NBI2001. En el dendograma del gráfico N° 2, hacen un cluster por el sector izquierdo medio.

En el sexto nivel con 14,9 % se produce un conglomerado similar de tres municipios: Luribay, Collana (que ya se unieron en la tercera etapa) y Irupana. Los indicadores más similares son DM0506, DM0507, EI0101, EI0102 y EI0105. En el gráfico N° 1 del escalado multidimensional aparecen Luribay y Collana en el primer cuadrante, como se indicó anteriormente, pero unen formando un cluster de tres municipios ubicando a Irupana entre el tercero y cuarto cuadrante muy cerca al origen formando una especie de línea.

En el nivel o etapa siete están unidos los municipios de Achacachi y Batallas con un 15,9 % de similitud. Según el gráfico N° 1 corresponden al cluster 6 y 59, respectivamente y se encuentran Achacachi casi sobre la línea del origen y el cluster 59 de Batallas en el segundo cuadrante muy cerca al origen. En el gráfico N° 2 ambos municipios se anidan cerca al medio del dendograma y comparten el cluster con otros municipios.

Se continúa el análisis hasta llegar, por ejemplo a la etapa 10 que con un nivel porcentual del 17,2 % se unen en un cluster los municipios de Achacachi, Batallas, Luribay, Collana, Irupana y Tiahuanacu. Estos municipios aparecen agrupados en el centro del dendograma donde anteriormente, en la etapa 3 a nivel 14,0 % se unieron los municipios de Luribay y Collana. Si se observan los indicadores, el DM0102 cambia de 0,20 a 0,22, el DM0506 de 0,56 a 0,63. El indicador DM0507 (relación de masculinidad) varía de 0,98 a 1,10. ED0401 (tasa de analfabetismo) cambia de 8 % a 11 %, el ED0402 va de 7,47 a 7,60, EI0101 de 0,81 a 0,86. El indicador EI0102 va de 0,54 a 0,59; EI0105 de 0,02 a 0,03; EI0107 de 0,71 a 0,86; VV0101 de 2,04 a 2,21; VV0203 de 0,74 a 0,77; VV0204 de 0,93 a 0,94; y finalmente NBI2001 de 0,94 a 0,95.

Así sucesivamente se continua el análisis concluyendo que los municipios vistos en el gráfico N° 1 cambiarían de posición si se aumentasen o disminuyesen indicadores sociodemográficos, pero no cambiarían de estructura, es decir, continuarían esparcidos al medio de los cuatro cuadrantes del gráfico. La estructura de la posición de los municipios no cambiará, a excepción de los municipios VAR1 (La Paz) y VAR5 (El Alto) separados de los demás.

Los municipios de La Paz y El Alto se separan del grupo compacto, así como se observa en el gráfico N° 2. Esto ocurre especialmente porque recogen información diferenciada urbana de lo rural, que son la mayoría de los municipios, datos influyentes en los indicadores para las ciudades que las componen.

Si se observa el gráfico N° 2, el municipio de El Alto es el que cierra el dendograma en penúltima instancia, cerrando el municipio de La Paz con todos los demás municipios.

El análisis de clasificación mediante estos dos métodos es complementario y ayudan a confirmar la clasificación siempre y cuando se utilicen los mismos métodos de distancia.

Referencias

- [1] T. W. Anderson (1984). An Introduction to Multivariate Statistical Analysis. Ed. John Wiley & Sons.
- [2] Richard A. Johnson y Dean W. Wichern (2007). Applied Multivariate Statistical Analysis.
- [3] Ezequiel Uriel y Joaquín Aldás (2005). Análisis Multivariante Aplicado.
- [4] César Pérez (2004). Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. Aplicaciones con SPSS.