

# Análisis de Correspondencias Múltiples para el Estudio de los Homicidios Intencionales en el Ecuador

Abril, Mauricio<sup>1,\*</sup> ; Chariguamán, Nancy<sup>2</sup> ; Aguilar, Johanna<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, Coca, Ecuador

<sup>2</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador

<sup>3</sup>Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador

**Resumen:** El presente estudio permite analizar las relaciones entre las categorías de variables asociadas con los homicidios intencionales en el Ecuador, por medio del Análisis de Correspondencias Múltiples, para determinar las relaciones entre las modalidades que influyen y contribuyen al cometimiento de este tipo de violencia. Esto permite optimizar la elaboración e implementación de política pública para reducir y erradicar los niveles de violencia que se tiene en el país. Se obtiene que el tipo de muerte violenta depende principalmente de la provincia en la que se produce, con un tipo de arma y en rangos etarios de personas jóvenes. Estos resultados permiten el tratamiento desde diferentes áreas del conocimiento para mitigar este fenómeno de violencia y garantizar un adecuado nivel de seguridad a la ciudadanía.

**Palabras clave:** Homicidios, correspondencias múltiples, políticas

## Multiple Correspondence Analysis for the Study of Intentional Homicides in Ecuador

**Abstract:** The present study allows to analyze the relationships between the categories of variables associated with intentional homicides in Ecuador, through Multiple Correspondence Analysis to determine the relationships between the modalities that influence and contribute to the committing of this type of violence. This allows to optimize the elaboration and implementation of public policy to reduce and eradicate the levels of violence that exist in Ecuador. It is obtained that the type of violent death depends mainly on the province in which it occurs, with a type of weapon and in range age groups of young people. These results allow the treatment from different areas of knowledge to mitigate this phenomenon of violence and guarantee an adequate level of security in citizenship.

**Keywords:** Homicides, correspondence analysis, politics

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde el apareamiento humano en el planeta, se ha evidenciado el cometimiento de la muerte no voluntaria de un ser humano, lo que haría pensar, que este comportamiento es natural de la convivencia de la especie. Esta práctica violenta ha evolucionado al ritmo del desarrollo de la humanidad, con las particularidades y lógicas asociadas a cada cultura o régimen económico.

Al focalizar este fenómeno en América Latina, se puede indicar dos hitos importantes que lo han suscitado. El primero es la producción de sustancias sujetas a fiscalización (Drogas ilegales), seguido de la distribución y comercialización de

estas sustancias a países consumidores. Esto ha generado entre otros, los principales clientes del sistema penitenciario en la mayoría de los países de Latinoamérica (Wacquant, 2007).

El segundo es el tráfico de armas para grupos que operan al margen de la ley, que por lo general están asociados con el mercado ilegal del negocio de drogas. Estos fenómenos, en el Ecuador, son tipificados como delitos en el Código Orgánico Integral Penal (COIP); es decir, al estar relacionados con economías ilegales globales y crimen organizado.

Los mercados ilegales, administrados y gestionados por el crimen organizado formalizaron en los noventa una cantidad

mauricioabrilidonoso@gmail.com

Recibido: 14/03/2022

Aceptado: 03/08/2022

Publicado en línea: 23/12/2022

10.33333/rpvol50n3.04

CC BY 4.0

de por lo menos 800.000 millones de dólares anuales lo que equivale al 15% del total del comercio mundial (Curbet, 2007).

Por esto, el rol del Estado ecuatoriano para tratar este tipo de violencia incluyendo las relacionadas, tiene que ser reconsiderado, dada la permeabilidad territorial a través de sus fronteras y la difuminación de las barreras entre los ámbitos de Policía Exterior e Interior (Rivera, 2011). Como evidencia, se tiene los hechos de violencia que se han producido en nuestro país, aquellos ocurridos en los Centros de Rehabilitación Social. Así, desde el año 2000 hasta el 2018 se ha producido un incremento de alrededor del 120% de la población penitenciaria en la región Latinoamericana (Kaleidos, 2021), lo que produce pugnas violentas entre los internos por controlar los Centros de Rehabilitación Social.

De las primeras investigaciones judiciales y reportes de prensa, estos hechos obedecerían a pugnas entre bandas delictuales asociadas con el tráfico y expendio de sustancias sujetas a fiscalización, relacionadas principalmente con carteles mexicanos y colombianos, con el objetivo de captar el almacenamiento, envío de estas sustancias hacia países consumidores y la distribución y comercialización al interior del Ecuador. Esta disputa violenta se genera como consecuencia de la economía ilegal a la que está asociada esta actividad ilícita.

Otro aspecto importante a considerar, asociado a los homicidios intencionales, es el apareamiento de delitos considerados conexos como: delitos transnacionales, tráfico de personas, armas, delitos aduaneros, lavado de activos, entre otros.

Con base en estos antecedentes, se realiza un estudio que determine la relación entre las diferentes variables: espacio temporal y las asociadas a las víctimas del homicidio intencional.

Desde la criminología, el delito se produce donde tiene la facilidad de producirse, sea esto por falta de presencia del Estado, limitaciones en el accionar de las instituciones de Justicia.

En América Latina y particularmente en nuestro país, el delito está asociado con el conocimiento limitado de las causas que facilitan la realización de estos hechos (Fiscalía General del Estado, 2015).

Situación que permitirá a las autoridades encargadas de la seguridad interna y externa, el poder formular planes, programas y proyectos focalizados a reducir los niveles de violencia que se vienen presentando.

Sin duda, una eficiente y eficaz respuesta de la justicia criminal debe sustentarse en la medida de lo posible, en un número de indicadores, tales como: homicidios resueltos por la Policía y Fiscalía, personas arrestadas y sentenciadas por homicidios, entre otros (United Nations Office on Drugs and Crime, 2013).

Además, para la formulación de política pública orientada a garantizar la seguridad e integridad de todos y todas las personas en el país, ya que es un mandato constitucional.

Los homicidios y asesinatos, al ser un fenómeno social y de comportamiento, es claro que no se puede encontrar soluciones ni en lo puramente educativo, en la atención social, ni en lo represivo (Wacquant, 2004), por lo que tiene que ser analizado en conjunto con técnicas y metodologías apropiadas y adecuadas al tipo de datos que se dispone.

En el Ecuador, la Policía Nacional es la institución encargada de realizar el levantamiento de un cadáver cuando este hecho se produce de manera violenta o por causas externas, para luego con la dirección investigativa de la Fiscalía, esclarecer estos actos de violencia hasta obtener una reparación integral de las víctimas y resolverlos según jurisprudencia.

Para lo cual, a partir del año 2010, se tiene una reforma policial en el Ecuador, donde la principal acción fue el desconcentrar el accionar de esta institución en territorio, adoptando un modelo de zonas, circuitos y distritos (Pontón y Rivera, 2016).

Una de las mejoras que se obtuvo fue el contar con información válida, confiable y consistente tratada técnicamente por todas las instituciones del Sector Seguridad, la misma que servirá como materia prima del presente estudio.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio inicia con un análisis exploratorio, que permita conocer a priori, el tipo de cada una de las variables y sus categorías, las cuales se recaban principalmente, de la realización del Protocolo de Autopsia que es un impulso fiscal hacia Medicina Legal como parte integral de la investigación criminal (Código Orgánico Integral Penal, 2014) y el comportamiento univariante.

La Tabla 1 muestra la descripción de 13 variables asociadas con las muertes violentas que se produjeron en el país, información recabada de la Comisión de Seguridad.

Las variables: edad, hora, y fecha, fueron transformadas a variables categóricas, debido a que, en este tipo de estudios se orienta al uso de variables cualitativas en lugar de cuantitativas (Wackerly et al., 2010), además de que el Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) se lo realiza sobre variables cualitativas y categóricas.

Este tipo de muertes por lo general están relacionadas con el tipo de arma que se emplea. Así, más de medio millón de homicidios a nivel mundial es producto del uso de armas ligeras por personas civiles (Dammert, 2006).

En este sentido, se realizó un análisis descriptivo. Asimismo, se realizaron tablas de frecuencia, conocidas también como tablas de contingencia, cruzando todas las variables con el tipo de arma.

**Tabla 1.** Variables que describen el fenómeno de los homicidios intencionales en el Ecuador

Variable	Blanca, N = 4,301 <sup>1</sup>	Fuego, N = 9,562 <sup>1</sup>	Otras, N = 2,466 <sup>1</sup>	p-value <sup>2</sup>
<b>Tipo de delito</b>				<0.001
Asesinato	2,267 (22%)	6,871 (67%)	1,114 (11%)	
Femicidio	225 (48%)	65 (14%)	176 (38%)	
Homicidio	1,806 (33%)	2,535 (46%)	1,173 (21%)	
Sicariato	3 (3.1%)	91 (94%)	3 (3.1%)	
<b>Provincia</b>				
Azuay	140 (36%)	135 (34%)	118 (30%)	
Bolívar	25 (24%)	47 (44%)	34 (32%)	
Cañar	49 (40%)	50 (40%)	25 (20%)	
Carchi	43 (43%)	21 (21%)	35 (35%)	
Chimborazo	63 (40%)	12 (7.5%)	84 (53%)	
Cotopaxi	97 (43%)	30 (13%)	98 (44%)	
El Oro	185 (18%)	736 (71%)	115 (11%)	
Esmeraldas	385 (27%)	919 (65%)	107 (7.6%)	
Galápagos	1 (50%)	0 (0%)	1 (50%)	
Guayas	829 (16%)	3,725 (73%)	563 (11%)	
Imbabura	112 (43%)	47 (18%)	100 (39%)	
Loja	62 (36%)	46 (27%)	63 (37%)	
Los Ríos	326 (20%)	1,142 (72%)	124 (7.8%)	
Manabí	242 (15%)	1,235 (76%)	156 (9.6%)	
Morona Santiago	37 (35%)	30 (29%)	38 (36%)	
Napo	22 (37%)	19 (32%)	19 (32%)	
Orellana	70 (42%)	56 (34%)	40 (24%)	
Pastaza	33 (51%)	10 (15%)	22 (34%)	
Pichincha	1,088 (55%)	433 (22%)	450 (23%)	
Santa Elena	32 (21%)	81 (53%)	40 (26%)	
Santo Domingo de los Tsáchilas	216 (32%)	377 (56%)	82 (12%)	
Sucumbíos	126 (24%)	337 (65%)	54 (10%)	
Tungurahua	93 (45%)	29 (14%)	86 (41%)	
Zamora Chinchipe	15 (38%)	13 (33%)	11 (28%)	
Zona no delimitada	10 (23%)	32 (74%)	1 (2.3%)	
<b>Área</b>				<0.001
Rural	1,356 (26%)	2,934 (56%)	940 (18%)	
SD	54 (23%)	127 (54%)	53 (23%)	
Urbano	2,891 (27%)	6,501 (60%)	1,473 (14%)	
<b>Sexo de la víctima</b>				
Hombre	3,572 (25%)	8,928 (63%)	1,680 (12%)	
Mujer	728 (34%)	634 (30%)	782 (36%)	
SD	1 (20%)	0 (0%)	4 (80%)	
<b>Nacionalidad de la víctima</b>				<0.001
Colombiana	87 (22%)	276 (70%)	34 (8.6%)	
Ecuatoriana	4,116 (26%)	9,177 (59%)	2,373 (15%)	
Otra	68 (33%)	85 (41%)	52 (25%)	
Venezolana	30 (49%)	24 (39%)	7 (11%)	
<b>Estado civil</b>				<0.001
Casado	794 (27%)	1,669 (56%)	524 (18%)	

Variable	Blanca, N = 4,301 <sup>1</sup>	Fuego, N = 9,562 <sup>1</sup>	Otras, N = 2,466 <sup>1</sup>	p-value <sup>2</sup>
Divorciado	138 (29%)	227 (49%)	103 (22%)	
SD	292 (28%)	585 (56%)	177 (17%)	
Soltero	2,677 (27%)	5,776 (59%)	1,417 (14%)	
Unión libre	351 (20%)	1,263 (71%)	159 (9.0%)	
Viudo	49 (28%)	42 (24%)	86 (49%)	
<b>Etnia</b>				<0.001
Afroecuatoriano	337 (25%)	923 (68%)	100 (7.4%)	
Blanca	64 (21%)	189 (62%)	53 (17%)	
Indígena	107 (36%)	62 (21%)	125 (43%)	
Mestizo	3,491 (27%)	7,418 (57%)	1,996 (15%)	
Montubio	96 (21%)	317 (69%)	44 (9.6%)	
Otra	206 (20%)	653 (65%)	148 (15%)	
<b>Lugar del evento</b>				<0.001
Centro de rehabilitación social	70 (46%)	37 (25%)	44 (29%)	
Hogar	1,300 (34%)	1,604 (42%)	952 (25%)	
Otro	782 (25%)	1,733 (55%)	640 (20%)	
Via pública	2,149 (23%)	6,188 (68%)	830 (9.1%)	
<b>Año</b>				<0.001
2010	538 (21%)	1,759 (67%)	323 (12%)	
2011	486 (21%)	1,548 (67%)	284 (12%)	
2012	484 (25%)	1,188 (62%)	237 (12%)	
2013	413 (24%)	981 (57%)	326 (19%)	
2014	403 (32%)	681 (54%)	187 (15%)	
2015	298 (28%)	546 (52%)	211 (20%)	
2016	329 (34%)	446 (47%)	180 (19%)	
2017	297 (31%)	505 (52%)	171 (18%)	
2018	342 (35%)	460 (47%)	170 (17%)	
2019	359 (31%)	647 (55%)	166 (14%)	
2020	352 (26%)	801 (59%)	211 (15%)	
<b>Mes</b>				0.009
Enero	389 (27%)	881 (60%)	196 (13%)	
Febrero	334 (25%)	781 (58%)	230 (17%)	
Marzo	413 (28%)	844 (57%)	226 (15%)	
Abril	347 (25%)	847 (60%)	207 (15%)	
Mayo	400 (28%)	809 (57%)	206 (15%)	
Junio	370 (27%)	843 (61%)	173 (12%)	
Julio	321 (26%)	763 (61%)	163 (13%)	
Agosto	363 (28%)	746 (57%)	203 (15%)	
Septiembre	334 (26%)	739 (58%)	211 (16%)	
Octubre	322 (25%)	750 (58%)	214 (17%)	
Noviembre	318 (24%)	761 (59%)	220 (17%)	
Diciembre	390 (28%)	798 (57%)	217 (15%)	
<b>Día de la semana</b>				<0.001
Lunes	531 (27%)	1,121 (56%)	351 (18%)	
Martes	427 (25%)	1,005 (58%)	306 (18%)	
Miércoles	381 (22%)	1,051 (61%)	300 (17%)	
Jueves	398 (22%)	1,141 (63%)	274 (15%)	
Viernes	554 (25%)	1,337 (60%)	334 (15%)	

Variable	Blanca, N = 4,301 <sup>1</sup>	Fuego, N = 9,562 <sup>1</sup>	Otras, N = 2,466 <sup>1</sup>	p-value <sup>2</sup>
Sábado	820 (28%)	1,742 (59%)	415 (14%)	
Domingo	1,190 (31%)	2,165 (56%)	486 (13%)	
<b>Rango horario</b>				<0.001
Madrugada	1,339 (32%)	2,188 (52%)	720 (17%)	
Mañana	734 (28%)	1,488 (56%)	419 (16%)	
Noche	1,432 (24%)	3,715 (62%)	812 (14%)	
Tarde	796 (23%)	2,171 (62%)	515 (15%)	
<b>Rango de edad</b>				<0.001
20-45	2,990 (26%)	7,277 (63%)	1,316 (11%)	
45-65	698 (28%)	1,313 (53%)	473 (19%)	
Mayor a 65	228 (35%)	164 (25%)	268 (41%)	
Menor a 20	385 (24%)	808 (50%)	409 (26%)	

<sup>1</sup>n (%)

<sup>2</sup>Pearson's Chi-squared test

La Tabla 1 muestra también el P-valor asociado con el análisis de tablas de contingencia para la prueba de bondad de ajuste Chic cuadrado (Brandt, 2014). Datos que permiten evidenciar dependencia entre las variables, en todas se tiene significancia estadística, ya que su p-valor es menor al 5%, esto indica, que están relacionadas entre sí (Agresti, 2002), el tipo de arma con las variables temporales, geográficas, y las asociadas a la víctima.

De esta primera aproximación se puede proponer actividades para prevenir el cometimiento de este tipo de violencia, sin embargo, estas no toman en cuenta la interacción entre las categorías, por lo que se aplicará la metodología que se describe a continuación.

Se verifica a través de técnicas multivariantes de manera global las relaciones entre variables y también las relaciones entre sus categorías, por medio del ACM. Una aproximación de este análisis para la ciudad de Quito se puede consultar en (Abril y Castro, 2015). En seguida, se presenta en detalle el ACM, técnica utilizada para este estudio.

2.1. Análisis de correspondencia múltiple (ACM)

El ACM estudia las relaciones entre cualquier número de variables, cada una de ellas con varias modalidades. Estas relaciones se representan generalmente en un gráfico bidimensional.

El ACM está diseñado para analizar tablas disyuntivas completas, que son tablas de contingencia de variables cualitativas. Se tiene que considerar que, las modalidades de cada variable son mutuamente excluyentes, y cada individuo pertenece a una y solo una de ellas.

Otro aspecto que aborda el ACM es el poder reducir las dimensiones de la tabla de datos (Hardle y Simar, 2015), lo que es similar al Análisis de Componentes Principales (ACP),

pero en este caso con variables categóricas, y la descomposición de la tabla se realiza en sus factores.

Una tabla disyuntiva completa **Z** queda descrita mediante los siguientes parámetros:

- Un conjunto de individuos  $I = 1, \dots, i, \dots, n$
- Un conjunto de variables categóricas (cualitativas u ordinales)  $J_1, \dots, J_k, \dots, J_Q$
- Un conjunto de categorías para cada variable  $1, \dots, m_k$

El número total de modalidades viene dado por:

$$J = \sum_k m_k \tag{1}$$

Con la Ecuación (1) se obtiene la siguiente matriz de individuos, variables y modalidades, para aplicar la reducción de dimensiones para así visualizar las categorías en el plano bidimensional.

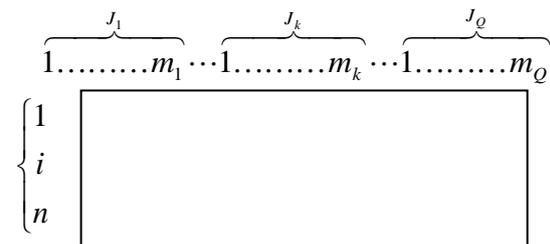


Figura 1. Diseño de la matriz Z

La Figura 1 muestra que la matriz Z es una tabla  $I * J$ . El elemento  $z_{ij}$  puede tomar el valor de 0 o 1, según el individuo  $i$  tome la modalidad  $j$  o no, por lo que, es una variable dicotómica.

2.2. Metodología para realizar un ACM

A continuación, se muestran las particularidades de un ACM aplicado a una tabla disyuntiva completa.

a) Significado de la terminología

Los elementos de  $Z$   $z_{ij} = k_{ij}$  son 0 o 1, con esto se tiene, el número de variables que describen el fenómeno:

$$k_i = \sum_i k_{ij} = Q \tag{2}$$

De la Ecuación (2) se muestra el inverso del número de preguntas que toma el valor de 0 o 1 según el individuo haya elegido o no la modalidad  $j$ , como en la Ecuación (3).

$$f_{ij}/f_i = k_{ij}/k_i = 1/Q \tag{3}$$

Donde  $f_{ij}/f_i = k_{ij}/k_i$  son los perfiles fila (Lebart et al., 1985).

Los  $k_j = \sum_i k_{ij}$ , corresponden al número de individuos que poseen la modalidad  $j$ .

b) Matriz a diagonalizar

Para obtener los factores es necesario diagonalizar la matriz  $V$ , en caso de requerir más detalles ver (Grande y Abascal, 1989), en este caso particular se convierte en:

$$V = \frac{1}{Q} D^{-1} B \tag{4}$$

En la Ecuación (4), se tiene la matriz  $B = Z'Z$ , que es la tabla de Burt y es una matriz simétrica formada por  $Q^2$  bloques:

- Los bloques de la diagonal son tablas diagonales (Díaz y Morales, 2012) que cruzan una pregunta con sí misma  $Z'_k Z_k$ .
- Los bloques fuera de la diagonal son tablas de contingencia obtenidas cruzando las preguntas de dos en dos  $Z'_k Z_{k'}$ .

0	$C_{12}$		$C_{1Q}$
$C_{21}$	0		$C_{2Q}$
		0	
$C_{Q1}$	$C_{Q2}$		0

Figura 2. Matriz de bloques que se obtiene de la tabla de Burt

De la Figura 2, se tiene la matriz  $D$ , que es diagonal cuyos elementos son los de la matriz de Burt, los efectivos de cada modalidad.

c) Fórmulas de transición

Sustituyendo los valores de la Ecuación (2) en las fórmulas de transición del Análisis Factorial de Correspondencias (AFC) simples, se tiene:

$$F_\alpha(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_j \frac{f_{ij}}{f_i} G_\alpha(j) \tag{5}$$

$$G_\alpha(j) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \sum_i \frac{f_{ij}}{f_i} F_\alpha(i) \tag{6}$$

De las Ecuaciones (5) y (6) se obtiene las siguientes fórmulas para el ACM

$$F_\alpha(i) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \frac{1}{Q} \sum_j k_{ij} G(j) \tag{7}$$

$$G_\alpha(j) = \frac{1}{\sqrt{\lambda_\alpha}} \frac{1}{k_j} \sum_i k_{ij} F(i) \tag{8}$$

Las Ecuaciones (7) y (8) representan las fórmulas de transición del ACM.

d) Centros de gravedad en las nubes y subnubes

1. El centro de gravedad de los puntos de variables  $N(J)$  en AFC es  $\sqrt{f_i}$ . En este caso, es la distribución uniforme  $U(1/\sqrt{n})$ . En efecto de (2) se tiene la Ecuación (9)

$$\sqrt{f_i} = 1/\sqrt{n} \tag{9}$$

2. El centro de gravedad de las modalidades de cada pregunta, es el mismo que el de la nube de modalidades  $N(J)$ ,  $1/\sqrt{n}$ . En efecto, el centro de gravedad de la sub tabla se obtiene a partir de su distribución marginal.
3. Como el AFC es centrado y el centro de gravedad de las modalidades de una pregunta coincide con el conjunto  $J$ , y con el origen, las modalidades de cada cuestión están centradas en torno al origen, no pueden tener todos los mismos signos.

e) Ayudas a la interpretación

Se define la Ecuación (10) como la contribución de una variable  $J_k$  al factor  $\alpha$  como la suma de las contribuciones de las modalidades de la variable:

$$CTA_\alpha(J_k) = \sum_{j \in J_k} CTA_\alpha(j) \tag{10}$$

f) Las inercias

- 1.- Si  $G$  representa el centro de gravedad, la inercia debida a la modalidad  $j$  es:

$$I(j) = f_j d^2(j, G) = f_j \sum_i \left( \frac{f_{ij}}{f_i \sqrt{f_i}} - \sqrt{f_i} \right)^2 = \frac{1}{Q} \left( 1 - \frac{k_j}{n} \right) \tag{11}$$

La Ecuación (11) depende de las variables y los perfiles fila.

- 2.- La inercia de una variable es la suma de inercias de las modalidades que se expresa en la Ecuación (12).

$$I(J_k) = \sum_{j \in J_k} I(j) = \sum_{j \in J_k} \frac{1}{Q} \left( 1 - \frac{k_j}{n} \right) = \frac{1}{Q} (m_k - 1) \tag{12}$$

- 3.- La inercia total es la suma de las inercias de todas las preguntas.

$$I = \sum_k I(J_k) = \sum_k \frac{1}{q} (m_k - 1) = \frac{J}{q} - 1 \quad (13)$$

La inercia total de la Ecuación (13) depende del número de modalidades totales y el número de variables, note que, mientras más modalidades tengan las variables categóricas, menor será la inercia total.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se muestran los resultados obtenidos al emplear esta técnica a través de las librerías de R “FactoMineR” (Husson et al., 2020) y “factoextra” (Kassambara, 2020), las que permiten realizar un ACM.

Se inicia el estudio, estimando las contribuciones de las dimensiones que explica la varianza de las variables y categorías, lo cual permite identificar el número de ejes donde se representarían las variables y categorías.

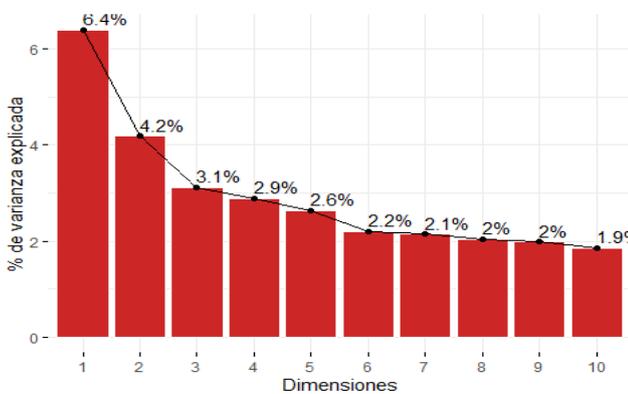


Figura 3. Varianza explicada por los valores y vectores propios

Con estas consideraciones, la Figura 3 muestra que se debe considerar tres ejes para representar las variables y categorías, esto en función de la varianza explicada, la interpretación es similar al que se tiene en el Análisis de Componentes Principales (ACP) para variables cuantitativas (Deisenroth et al., 2020). Es claro que la forma en que se calcula el porcentaje de la varianza explicada está relacionada con la naturaleza de las variables, y la distancia que se emplee en cada una de las metodologías.

La varianza explicada por el ACM es menor en relación a la varianza que explica un ACP, esto debido a que un ACP estudia las relaciones lineales, mientras que en un ACM se estudian relaciones mucho más generales, por lo que, se requiere de al menos un  $\min(J_k, J_q) - 1$ , dimensiones para representar la relación entre dos variables con  $k$  y  $q$  categorías respectivamente (Husson y Jérôme, 2017).

Por consiguiente, se estudian más dimensiones en el ACM que en un ACP, en el presente estudio, el número de dimensiones a considerar sería de alrededor de 23. Se obtiene de la  $i$ -ésima dimensión la cual representa la fracción de la variabilidad total, que está dado por:

$$D_i = \lambda_i / \sum_{j=1}^p \lambda_j \quad (14)$$

Donde en la Ecuación (14) los  $\lambda_j$  son los valores propios asociados a la matriz de Burt (Zelterman, 2015).

A continuación, se presenta el comportamiento de las variables categóricas en las dimensiones establecidas y determinadas en la Figura 3.

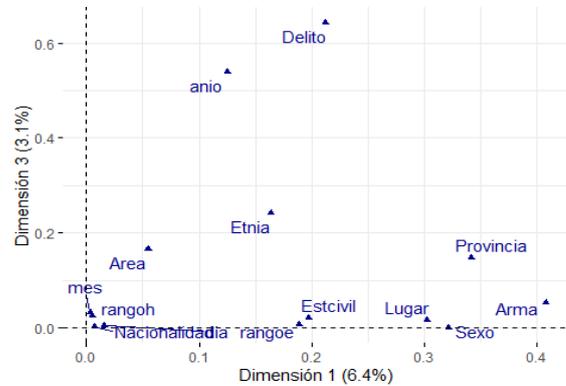


Figura 4. Representación de todas las similitudes de las variables en los ejes 1-3

La Figura 4 muestra que la dimensión 1 y la dimensión 3 explican aproximadamente el 9% de la variabilidad. Es importante indicar que las variables que se ubican al lado derecho del origen aportan con las contribuciones más significativas a la inercia. De ahí que, son aquellas variables que se encuentran a mayor distancia del origen (Beh y Lombardo, 2014).

Así, las que más representan al conjunto de variables, en este análisis son: Provincia, sexo de la víctima y el arma utilizada en estas muertes.

Otro aspecto a considerar es que las variables área, mes, rango horario, nacionalidad, están correlacionadas por la ubicación respecto a los ejes, pero se ubican muy cerca del origen, esto indica que no aportan significativamente la explicación de la varianza.

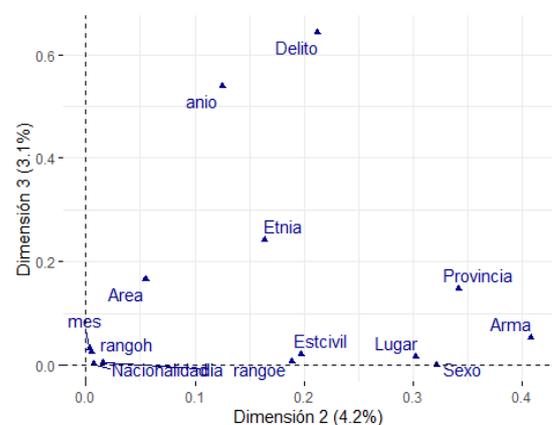


Figura 5. Representación de todas las similitudes de las variables en los ejes 2-3

La Figura 5 indica la contribución en la explicación de la varianza de las dimensiones 2-3.

Se observa que estas contribuyen a explicar aproximadamente un 7% de la varianza total. Muestra también similitudes semejantes a las descritas en el apartado anterior, salvo que, para la variable delito, se relaciona de cierta forma en la dimensión 2 con el estado civil, el rango de edad y el lugar donde ocurrió el evento.

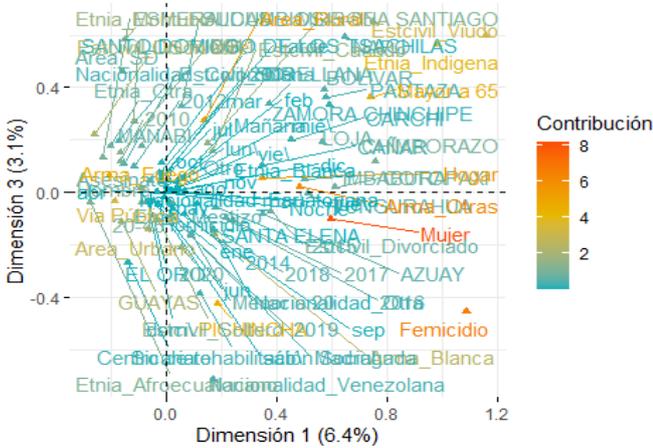


Figura 6. Representación de las similitudes de las categorías de las variables en los ejes 2-3

La Figura 6 presenta la relación de las categorías en los ejes 1-3, de esta se observa que el arma de fuego se relaciona en la primera dimensión con provincias como Guayas, El Oro, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Esmeraldas. Además, interacciona con los asesinatos, hombres en edades de 20 a 45 años.

Contrariamente, se tiene que los homicidios relacionan la provincia de Pichincha, Carchi, Imbabura, Chimborazo, Cotopaxi, con sexo mujer, arma blanca, edades entre 40 y 65 años y el hogar.

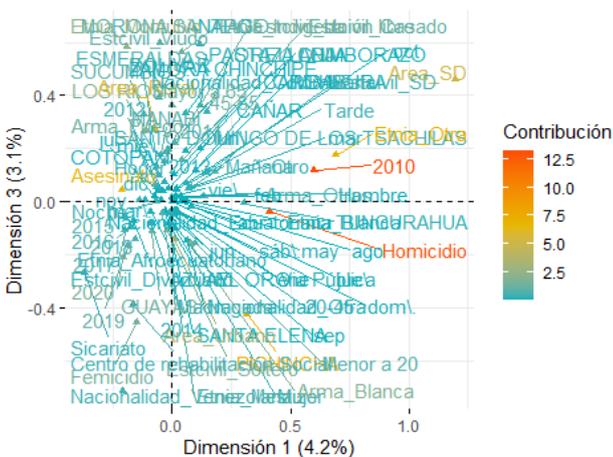


Figura 7. Representación de las similitudes de las categorías de las variables en los ejes 2-3

La Figura 7 muestra las relaciones entre categorías en las dimensiones 2-3, así, se tiene que, los asesinatos se relacionan con las provincias de la costa. El sicariato con los hombres en edades entre los 20 y 45 años, se produce en la vía pública en

etnias Afro ecuatoriano, Montubio y Mestizo. Por otra parte, se tiene que los homicidios relacionan las provincias de Pichincha, Tungurahua, en mujeres de menos de 20 años.

#### 4. CONCLUSIONES

Las relaciones entre variables asociadas a los homicidios intencionales son del tipo temporal cuando y en qué hora se produjo, la ubicación donde se produjo, las relacionadas con las víctimas, como el rango de edad, el sexo, estado civil, nacionalidad, la etnia y las que describen como se produjo este tipo de violencia, donde es muy representativo el arma utilizada, el tipo de delito. De esta manera, se garantiza que, al analizarlas en conjunto con la metodología utilizada, se determina claramente las relaciones significativas estadísticamente entre variables y categorías, lo que, permite generar conocimiento sobre los diferentes factores y correspondencias asociados con este tipo de violencia.

Este tipo de violencia intencional es tratada desde diferentes ámbitos del conocimiento como la Sociología, Criminología, Derecho Penal, la Probabilidad, la Estadística, etc. Con el análisis realizado se determina la relación entre diferentes variables, lo que, permitirá abordar de forma concisa y con validez comprobada los planes, programas y proyectos que se orienten a evitar el cometimiento de este tipo de violencia, desde lo preventivo, lo reactivo y la aplicación de justicia con el objeto de la reparación a las víctimas asociadas con este fenómeno social y criminal.

Este análisis al enmarcarse en técnicas multivariantes, permite determinar que las siguientes variables con sus categorías presentan asociación estadística, estas son: el arma utilizada siendo el arma de fuego la que mayor representatividad tiene, el tipo de delito asesinato, el rango de edad se tiene en jóvenes entre 20 y 45 años, el sexo de la víctima con mayor riesgo son los hombres, las provincias en donde se producen son en las de la costa ecuatoriana como Guayas, El Oro, Manabí, Los Ríos y Esmeraldas, otras variables relacionadas son el rango horario y el día de ocurrencia. De esta forma, de las trece variables iniciales, con el ACM aplicado, se identifican seis variables junto con sus categorías, para describir de forma adecuada el fenómeno analizado.

#### REFERENCIAS

Abril, M., y Castro, A. (2015). *Victimización en Quito mediante análisis de datos categóricos* (Primera ed.). Editorial Académica Española.

Agresti, A. (2002). *Categorical Data Analysis* (Segunda ed.). John Wiley & Sons, Inc.

Beh, E., y Lombardo, R. (2014). *Correspondence Analysis Theory, Practice and New Strategies* (Primera ed.). WILEY.

Brandt, S. (2014). *Data Analysis* (Cuarta ed.). Springer.

- Código Orgánico Integral Penal. (10 de Febrero de 2014). *Código Orgánico Integral Penal*. Suplemento Código Orgánico Penal: [https://tbineternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/Share%20Documents/ECU/INT\\_CEDAW\\_ARL\\_ECU\\_18950\\_S.pdf](https://tbineternet.ohchr.org/Treaties/CEDAW/Share%20Documents/ECU/INT_CEDAW_ARL_ECU_18950_S.pdf)
- Curbet, J. (2007). *Conflictos globales Violencias locales* (Primera ed.). FLACSO.
- Dammert, M. (2 de Febrero de 2006). *Política y armas*. FLACSO. Retrieved 4 de Septiembre de 2021, from <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/2427>
- Deisenroth, P., Faisal, A., y Ong, C. (2020). *Mathematics for Machine Learning* (Primera ed.). Cambridge University.
- Díaz, G., y Morales, M. (2012). *Análisis Estadístico de Datos Categóricos* (Primera ed.). Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- Fiscalía General del Estado. (5 de Febrero de 2015). *Los delitos en Ecuador una mirada desde las cifras*. [https://issuu.com/fiscaliaecuador/docs/libro\\_fiscalia\\_horizontal\\_publicado](https://issuu.com/fiscaliaecuador/docs/libro_fiscalia_horizontal_publicado)
- Grande, I., y Abascal, E. (1989). *Métodos Multivariantes para la Investigación Comercial* (Primera ed.). Ariel.
- Hardle, W., y Simar, L. (2015). *Applied Multivariate Statistical Analysis* (Cuarta ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-45171-7>
- Husson, F., Josse, J., Le, S., y Jeremy, M. (11 de Diciembre de 2020). *The R Project for Statistical Computing*. The R Project for Statistical Computing: <https://cran.r-project.org/web/packages/FactoMineR/FactoMineR.pdf>
- Husson, F., y Jérôme, S. (2017). *Exploratory Multivariate Analysis by Example Using R* (Segunda ed.). Chapman & Hall/CRC.
- Kaleidos. (30 de Octubre de 2021). *Kaleidos Centro de Etnografía Interdisciplinaria*. <https://www.kaleidos.ec/diagnostico-del-sistema-penitenciario-del-ecuador-2021/>
- Kassambara, A. (1 de Abril de 2020). *The R Project for Statistical Computing*. The R Project for Statistical Computing: <https://cran.r-project.org/web/packages/factoextra/factoextra.pdf>
- Lebart, L., Morineau, A., y Jean, F. (1985). *Tratamiento Estadístico de Datos* (Tercera ed.). Marcombo Boixareu Editores.
- Pontón, D., y Rivera, F. (2016). Postneoliberalismo y policía: caso de Ecuador 2007-2013. *Desafíos*, 28(2), 213-253. <https://doi.org/http://dx.doi.Org/10.12804/desafios28.2.2016.06>
- Rivera, F. (2011). *Inteligencia estratégica y Prospectiva* (Primera ed.). FLACSO-Sede Ecuador.
- United Nations Office on Drugs and Crime. (2013). *Global Study on Homicide 2013*. Vienna: UNODC. Retrieved 3 de Septiembre de 2021, from [https://www.unodc.org/documents/gsh/pdfs/2014\\_GLOBAL\\_HOMICIDE\\_BOOK\\_web.pdf](https://www.unodc.org/documents/gsh/pdfs/2014_GLOBAL_HOMICIDE_BOOK_web.pdf)
- Wackerly, D., Mendenhall, W., y Sheaffer, R. (2010). *Estadística Matemática con aplicaciones* (Séptima ed.). Cengage Learning™.
- Wacquant, L. (2004). *Las cárceles de la miseria* (Segunda ed.). Manatíal.
- Wacquant, L. (2007). *Parias Urbanos* (Segunda ed.). Manatíal.
- Zelterman, D. (2015). *Applied Multivariate Statistics with R*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14093-3>

## BIOGRAFÍA



**Mauricio Enrique Abril Donoso**, Ingeniero Matemático por la Escuela Politécnica Nacional  
Magister en Estadística Aplicada por la Escuela Politécnica Nacional, se ha desempeñado como:  
Estadístico Observatorio Metropolitano de Seguridad Ciudadana de Quito

Estadístico Ministerio del Interior Plan Nacional de Seguridad  
Asesor en Estadística Fiscalía General del Estado  
Coordinador de Operaciones Empresa de Pasajeros de Quito  
Docente Universitario.  
Consultor en Minería de Datos y Modelos Estadísticos,  
Director Nacional de Estadística y Análisis de Información de Salud en el Ministerio de Salud Pública, Oficial de Seguridad de la Información en el Ministerio de Salud Pública.



**Nancy Elizabeth Chariguamán Maurisaca**, Ingeniera en Estadística Informática (ESPOCH). Magister en Matemática Básica (ESPOCH). Docente-Investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, actualmente se desempeña como investigadora del grupo de investigación ESTADISMATICA y Coordinadora del grupo de investigación ESTADISMATICA



**Johanna Enith Aguilar Reyes,** Ingeniera en Estadística Informática (ESPOCH). Magister en Gestión y liderazgo educacional (UTPL). Docente-Investigador en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Actualmente investigadora del grupo de investigación MOODELING – ESPOCH.