

# Propuesta de un sistema de alertas tempranas para disminuir el homicidio común en Colombia

## *A Proposal of Early Warnings to Ameliorate Common Homicide in Colombia*

---

### **GERARDO ARDILA DUARTE**

Magíster en Estadística.

Profesor, Universidad Libre de Colombia y Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, D.C., Colombia.

gerardo.ardilad@unilibrebog.edu.co

gerardo.ardila@unimilitar.edu.co

### **RESUMEN**

Con el objeto de alertar a las autoridades de policía y a los ciudadanos, se generó esta aplicación de la distribución de Poisson, herramienta estadística que muestra la probabilidad de ocurrencia del homicidio común por municipio y año, mediante un sistema de alerta temprana, cuyo objeto es minimizar este flagelo social.

El lector y los organismos del Estado podrán conocer con anticipación los lugares que se hallan en situación de alerta, con alta probabilidad de presencia de diez o más homicidios por cada cien mil habitantes (tasa epidémica según la OEA), con el objeto de prevenir el posible crecimiento de esta tasa durante el 2009.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó el sistema de información estadística, delincencional, contravencional y operativa de la Policía Nacional, tomando las cifras del homicidio común registrado durante el periodo 2003-2008.

**Palabras clave:** homicidio, Policía Nacional, Colombia, sistema de alertas tempranas, estadística criminal (fuente: Tesoro de política criminal latinoamericana-ILANUD).

### **ABSTRACT**

In order to alert police officers and citizens, this application of Poisson distribution was created. Such application shows the probability of homicide occurrence by municipality and year through an early warning system aimed at ameliorating this social predicament.

Readers and government bodies may know in advance places in a situation of alert with a high probability of occurrence of ten or more homicides per 100,000 inhabitants (epidemic rate, OAS) in order to stop on time the likely growth of such a rate during 2009.

The National Police information system on statistics, crime, offenses, and operations was used to carry out this research including the figures for common homicide recorded in the 2003-2008 period.

**Key words:** homicide, National Police, Colombia, early warnings system, crime statistics (Source: Thesaurus of Latin American Criminal Policy - ILANUD).

## INTRODUCCIÓN

Durante la primera reunión de ministros de seguridad pública celebrada el 8 de octubre de 2008 en Ciudad de México, el secretario general de la OEA, José Miguel Insulza (Mata, 2008), quien participó como primer orador, advierte: “La violencia ya es una epidemia. Cada año, el crimen organizado cobra la vida de cien mil personas en América Latina, mientras en las grandes ciudades del continente se registran hasta 120 homicidios por cada cien mil habitantes.

“La región, además, no sólo sufre la extrema violencia debido a los homicidios, provocados en su gran mayoría por otras actividades criminales y principalmente por el tráfico de drogas, sino también muchos otros hechos delictivos cotidianos y comunes, tales como los robos con violencia, los secuestros, los abusos sexuales, el pandillaje juvenil criminal o la violencia en el hogar.

“El primer paso del camino que nos puede llevar a solucionar el problema es reconocer que sí existe, que es crítico y que está en pleno desarrollo, es una plaga en nuestro continente que mata más gente que el sida o cualquier epidemia conocida, destroza más hogares que cualquier crisis económica que podamos sufrir.

“Y es que en América Latina se cometen alrededor de 27 homicidios por cada cien mil habitantes al año, cuando la Organización Mundial de la Salud habla de epidemia para el evento que haya diez muertes por cada cien mil personas, explicó.

“Se requiere reconocer, entonces, que subsisten dificultades de organización, económicas y técnicas para enfrentar esta problemática”, enfatizó.

Según el informe de Mata (2008), aunque existen algunos mecanismos hemisféricos en materia de seguridad pública, todavía no se ha creado alguno que permita identificar y combatir con eficacia este fenómeno delictivo.

Según el texto de la OEA, “las principales víctimas de este clima de violencia son jóvenes entre 15 y 29 años de edad relacionados con el tráfico de drogas”.

Con esta problemática que relaciona Insulza sobre el homicidio común y con el ánimo de apoyar al Estado en su afán por acabar con esta plaga, como se le menciona en la primera reunión de ministros latinoamericanos, pues presenta más víctimas que el sida, el autor utiliza las herramientas estadísticas que conducen a determinar la probabilidad de ocurrencia de diez homicidios por cada 100.000 habitantes y alertar a las autoridades para que se identifiquen aquellos municipios que harían parte de esta epidemia, como la nombra la OMS.

## MÉTODO

Para el desarrollo de esta investigación se solicitó a la Policía Nacional la información de homicidio común (base de datos SIEDCO), entre enero de 2003 y diciembre de 2008 por región de policía, identificada por esta institución como conjunto de municipios cercanos geográficamente con facilidad de acceso entre ellos y sobre todo como zona identificable con características comunes, culturales y delictivas. Se utilizaron las proyecciones de población del DANE para calcular las tasas anuales de homicidio común por cada cien mil habitantes y se aplicó la media geométrica para conocer la tasa media de crecimiento anual de este flagelo.

Se aprovecha la información entregada por la Policía Nacional en el sentido que utilizan las regiones, que están estratégicamente definidas por ellos y donde funcionan sus departamentos de Policía, en estas condiciones se facilitará el acceso a los municipios que para el 2009 presentarían una pandemia social grave, según el concepto de la OEA, y una alerta a las autoridades de la región para la toma de decisiones.

Por las condiciones requeridas para aplicar la distribución Ji-cuadrado, que exigen que no se puede probar independencia entre variables cuando una de cada cinco celdas presenta un valor observado inferior a cinco o vacío, se filtraron estas celdas que por las tasas calculadas por cada cien mil habitantes y por el objeto de la investigación, había que realizar este filtro dejando para el estudio los municipios cuya tasa media sería igual o superior a cinco homicidios por cada cien mil habitantes; de esta manera se procedió a realizar la prueba de independencia entre municipios y año de la tasa. Posterior a este paso se halló la tasa mediana de homicidio común por municipio como valor esperado sin sesgo y se comparó con la tasa media observada para realizar nuevamente la prueba de independencia y verificar que los sucesos entre municipios guardan la característica de independencia requerida para aplicar la distribución de Poisson.

Dado que el objetivo es aplicar la distribución de Poisson en un sugerido sistema de alertas tempranas para la disminución del homicidio común en Colombia y una de las condiciones para su aplicación es probar la independencia entre variables, se utilizó la distribución Ji-cuadrado y se probó la independencia de ocurrencia de homicidio común por región entre municipios y la dependencia entre municipios y año; esto último certifica que la tasa de crecimiento se presenta en el interior del municipio, y que entre municipios existe

independencia en la presencia del cruel fenómeno. Probada esta independencia, se procedió a usar la distribución de Poisson para detectar aquellos municipios que presentarían una alta probabilidad de ocurrencia de esta epidemia y resumir estos como alerta temprana para evitar la ocurrencia del fenómeno investigado.

Para la aplicación y cálculos se utilizó la versión libre de Statpluss y el R<sup>1</sup>.

## RESULTADOS

Probada la independencia de la tasa de homicidio común entre municipios de cada región, se aplicó la distribución de Poisson para hallar la probabilidad de ocurrencia de diez o más homicidios comunes por cada cien mil habitantes.

Los resultados de las tablas estadísticas arrojadas por Statpluss y R aparecen a continuación por región. Por comodidad para el análisis de resultados se presentan las tasas observadas y las tablas de pruebas estadísticas y medidas de asociación.

En toda región se prueban las hipótesis:

**Ho:** Hay independencia entre municipio y año en la presencia de la tasa de diez homicidios comunes por cada cien mil habitantes.

**Ha:** Hay dependencia.

**Ho:** Hay independencia entre municipios en la presencia de la tasa de diez homicidios comunes por cada cien mil habitantes.

**Ha:** Hay dependencia.

1 Statpluss: Software estadístico en versión libre que distribuye Editorial Thomson Learning por adquirir el texto: Análisis de datos con Excel (Berk y Carey, 2001). R: Software estadístico libre.

Todo análisis se ha hecho con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados se analizan con la probabilidad calculada (p-value); si esta es mayor que el 5%, se encuentra en la zona de no rechazo de la hipótesis nula (NRHo), de otra forma se halla en la zona de rechazo de Ho. Esta evaluación se hizo para las hipótesis planteadas entre municipios y año de ocurrencia, y en forma exclusiva entre municipios.

Por tanto, para analizar si existe independencia de la ocurrencia de la tasa epidémica de homicidios entre los municipios de una región, se contrasta probabilidad (Pearson Chi-square  $M/\pi$ ) con el 5%. En caso de observarse se aplica la distribución de Poisson, dado que la independencia es una condición indispensable para su aplicación. Con esta distribución se calcula la probabilidad de ocurrencia de diez o más homicidios comunes por cada cien mil habitantes, y determinamos si es crítica cuando es mayor al 50%. Esta probabilidad crítica se nota con color amarillo, para alertar a las autoridades que el municipio de esta región

requiere para el 2009 atención si se desea minimizar la epidémica tasa.

## **RESULTADOS DE LAS TABLAS ESTADÍSTICAS POR REGIÓN**

### **Región 1**

Compuesta por la Metropolitana de Bogotá, D. C., y municipios de Cundinamarca y Boyacá. Los municipios que se incluyen en la tabla observada tienen presencia de una tasa media observada de cinco o más homicidios por cada cien mil habitantes.

Se observa independencia de la presencia de la tasa de diez o más homicidios por cada cien mil habitantes entre municipios, pero la probabilidad calculada con la distribución de Poisson muestra que no hay municipios de esta región para alertar a las autoridades.

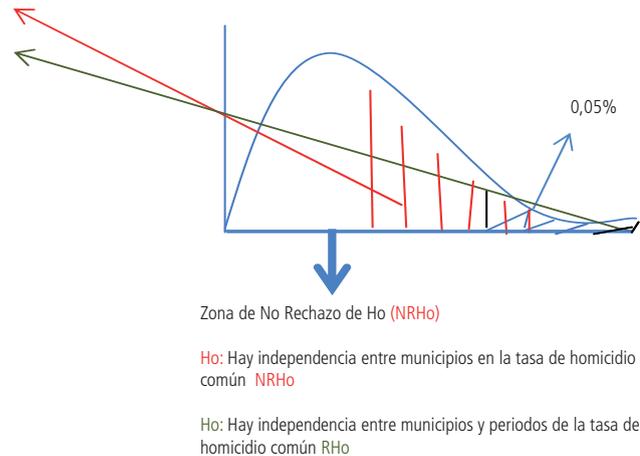
Entre las variables municipio y año no hay independencia (Pearson Chi-square  $< 0$ ), lo que indica la presencia de tasa (crecimiento-decrecimiento) de homicidios dependiente año-municipios.

### Table Statistics

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Albán	10	7	7	7	8	8	7,8	7,5	17%
Bojacá	5	6	5	5	9	9	6,5	5,5	7%
Labranzagrande	2	26	3	3	7	7	8,0	5,0	18%
Pauna	6	5	5	5	10	10	6,8	5,5	9%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	7,815	3	0,509
Pearson Chi-Square	14236,927	15	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	12643,963	15	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	1518,098	15	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	1,080		
Contingency	0,734		
Cramer's V	0,623		
Goodman-Kruskal Gamma	0,051	0,080	0,520
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,522
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,522
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,522
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,522



## Región 2

Compuesta por los departamentos de Caquetá, Huila, Putumayo y Tolima. La distribución de Poisson presenta alerta en los municipios de Baraya, Carta-

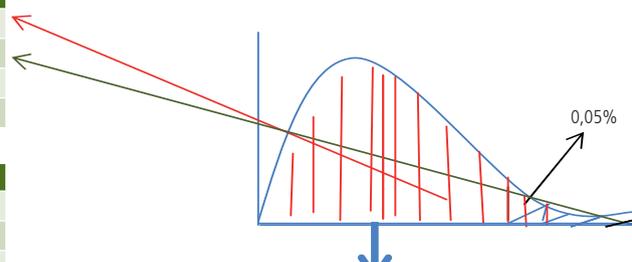
gena del Chairá, El Paujil, Puerto Asís, Puerto Rico, San Francisco y Valle del Guamuez, por su alta probabilidad de presencia de esta epidemia durante el 2009.

**Table Statistics**

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Acevedo	20	6	7	7	6	6	9	7	25,53%
Algeciras	15	11	11	11	8	8	11	11	49,98%
Anzoátegui	7	10	6	6	6	6	7	6	8,71%
Armero (Guayabal)	20	4	6	6	6	6	8	6	18,41%
Baraya	18	17	13	13	11	11	14	13	81,30%
Belén de los Andaquíes	5	5	6	6	10	10	7	6	9,85%
Cartagena del Chairá	3	17	16	16	13	13	13	15	74,83%
Casabianca	11	12	6	6	9	9	9	9	27,44%
Colombia	9	4	9	9	2	2	6	7	3,61%
Dolores	20	4	5	5	2	2	6	5	5,80%
El Doncello	8	5	7	7	5	5	6	6	4,99%
El Paujil	10	8	12	12	14	14	12	12	61,69%
Gigante	6	7	6	6	4	4	6	6	2,53%
Herveo	14	5	5	5	2	2	6	5	2,53%
Hobo	4	6	11	11	4	4	7	5	7,66%
Icononzo	10	9	6	6	3	3	6	6	4,99%
Isnos	15	3	4	4	2	2	5	4	1,37%
La Montañita	4	11	7	7	8	8	8	8	13,78%
Mocoa	5	9	8	8	10	10	8	9	21,85%
Morelia	6	21	4	4	13	13	10	10	43,78%
Nátaga	3	4	7	7	7	7	6	7	3,61%
Orito	6	6	8	8	7	7	7	7	9,85%
Palestina	9	6	3	3	6	6	6	6	2,53%
Pitalito	7	6	8	8	7	7	7	7	11,08%
Puerto Asís	12	9	22	22	15	15	16	15	91,67%
Puerto Caicedo	5	7	6	6	8	8	7	7	7,66%
Puerto Guzmán	7	4	5	5	9	9	7	6	6,68%
Puerto Rico	15	8	11	11	16	16	13	13	73,37%
Rovira	10	6	6	6	6	6	7	6	7,66%
San Francisco	32	26		5	2	2	13	5	78,11%
San José del Fragua	9	10	5	5	10	10	8	10	20,10%
San Vicente del Caguán	7	8	10	10	14	14	11	10	47,93%
Solita	2	7	2	2	20	20	9	5	27,44%
Suaza	15	2	2	2	7	7	6	5	3,61%
Valle de San Juan	4	2	10	10	6		6	6	6,14%
Valle del Guamuez	8	7	14	14	12	12	11	12	55,99%
Villagarzón	5	6	6	6	8	8	7	6	6,68%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	52527,6	36	0,946
Pearson Chi-Square	13347,851	180	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	11935,712	180	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	7770,678	180	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	0,982		
Contingency	0,701		
Cramer's V	0,439		
Goodman-Kruskal Gamma	0,074	0,019	0,000
Kendalls tau-b	0,001	0,000	0,000
Stuart's tau-c	0,001	0,000	0,000
Somer's D (C R)	0,001	0,000	0,000
Somer's D (R C)	0,001	0,000	0,000



Zona de No Rechazo de Ho (NRHo)

Ho: Hay independencia entre municipios en la tasa de homicidio común NRHo

Ho: Hay independencia entre municipios y periodos de la tasa de homicidio común RHo

### Región 3

Compuesta por los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda. A la luz de la distribución de Poisson no se presentan alertas fuertes; sin embargo,

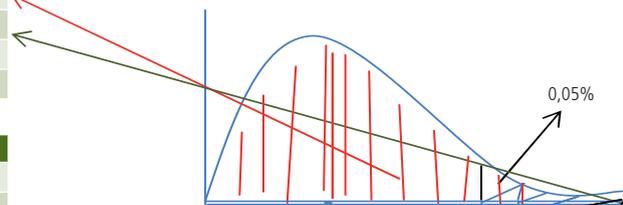
se resalta el municipio de La Virginia, como el de mayor probabilidad de ocurrencia de este fenómeno sin llegar a situaciones críticas.

Table Statistics

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Anserma	14	7	8	8	9	9	9	9	31,39%
Apía	6	9	10	10	5	5	8	8	13,78%
Balboa	4	5	6	6	6	6	6	6	2,53%
Belalcázar	11	5	9	9	7	7	8	8	18,41%
Belén de Umbria	6	9	5	5	6	6	6	6	4,99%
Chinchiná	7	7	10	10	7	7	8	7	18,41%
Dos Quebradas	7	7	7	7	7	7	7	7	9,85%
Filadelfia	9	14	6	6	5	5	8	6	13,78%
Génova	8	6	9	9	6	6	7	7	12,39%
La Celia	6	12	3	3	8	8	7	7	7,66%
La Tebaida	5	6	8	8	6	6	7	6	6,68%
La Virginia	10	13	11	11	8	8	10	11	43,78%
Marmato	4	7	11	11	3	3	7	6	6,68%
Marsella	5	7	8	8	7	7	7	7	9,85%
Marulanda	4	12	6	6	14	14	9	9	33,42%
Mistrató	15	10	6	6	9	9	9	9	31,39%
Montenegro	6	4	8	8	5	5	6	6	4,26%
Neira	8	6	6	6	8	8	7	7	9,85%
Palestina	9	6	3	3	6	6	6	6	2,53%
Pereira	6	7	8	8	6	6	7	7	8,71%
Pijao	3	8	2	2	5	5	4	4	0,38%
Quimbaya	9	7	6	6	6	6	7	6	7,66%
Quinchía	10	9	9	9	4	4	8	9	13,78%
Salento	5	4	5	5	11	11	7	5	8,71%
Samaná	8	8	5	5	8	8	7	8	9,85%
Santa Rosa de Cabal	7	4	7	7	8	8	7	7	8,71%
Supía	12	7	5	5	5	5	7	5	6,68%
Viterbo	8	11	8	8	6	6	8	8	16,79%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	40,113	27	1,000
Pearson Chi-Square	12047,804	135	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	10431,576	135	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	5863,883	135	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	0,954		
Contigency	0,690		
Cramer's V	0,427		
Goodman-Kruskal Gamma	0,004	0,024	0,863
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,863
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,863
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,863
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,863



Zona de No Rechazo de Ho (NRHo)

Ho: Hay independia entre municipios en la tasa de homicidio común NRHo

Ho: Hay independia entre municipios y periodos de la tasa de homicidio común RHo

## Región 4

Integrada por municipios de la Metropolitana Santiago de Cali y de los departamentos de Cauca, Valle, Nariño y el Comando Operativo Especial de Buenaventura,

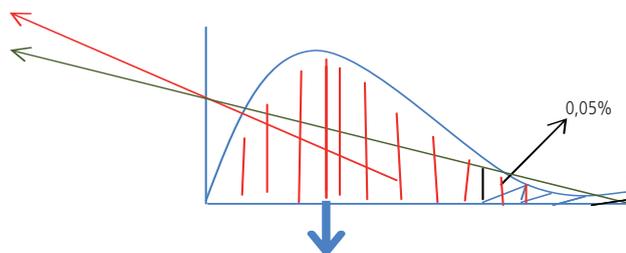
con alta probabilidad en la presencia de homicidio común durante 2009, alertada por la distribución de Poisson, se resaltan con amarillo.

**Table Statistics**

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Argelia	12	22	7	7	2	2	9	7	25,53%
Balboa	4	5	6	6	6	6	6	6	2,53%
Barbacoas	2	3	7	7	9	9	6	7	4,99%
Buenaventura	8	8	9	9	12	12	10	9	37,53%
Cali	8	8	5	5	5	5	6	5	4,26%
Corinto	7	5	5	5	4	4	5	5	1,37%
Cumbitara	1	7	16	16	21	21	14	16	80,12%
Jamundí	9	14	11	11	9	9	11	10	47,93%
La Cumbre	14	7	8	8	5	5	8	8	16,79%
Mercaderes	4	6	10	10	7	7	7	7	12,39%
Patía (El Bordo)	6	9	12	12	12	12	11	12	47,93%
Policarpa	3	10	8	8	22	22	12	9	67,00%
Puerto Tejada	3	4	11	11	9	9	8	9	16,79%
Restrepo	6	8	6	6	5	5	6	6	4,26%
Taminango	4	3	6	6	9	9	6	6	4,99%
Tumaco	6	5	10	10	11	11	9	10	27,44%
Vijes	9	4	10	10	6	6	8	8	13,78%
Yumbo	7	9	7	7	9	9	8	8	18,41%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	27,587	17	1,000
Pearson Chi-Square	13081,787	85	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	11657,662	85	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	4870,791	85	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	1,006		
Contingency	0,709		
Cramer's V	0,450		
Goodman-Kruskal Gamma	0,065	0,029	0,024
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,026
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,026
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,026
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,026



Zona de No Rechazo de Ho (NRHo)

Ho: Hay independencia entre municipios en la tasa de homicidio común NRHo

Ho: Hay independencia entre municipios y periodos de la tasa de homicidio común RHo

## Región 5

Compuesta por los municipios de los departamentos de Policía de Arauca, Cesar, Magdalena Medio, Norte de Santander y Santander, con alta probabilidad

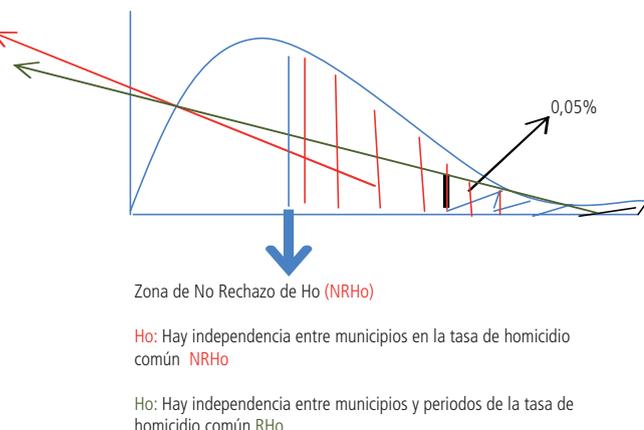
en la presencia de homicidio común durante 2009, alertada por la distribución de Poisson, se resaltan con amarillo.

Table Statistics

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Arauquita	7	8	5	5	7	7	7	7,00	6,68%
Barbosa	9	5	8	8	8	8	8	8,00	15,25%
Becerril	13	8	4	4	2	2	6	4,00	2,53%
Bosconia	13	6	5	5	1	1	5	5,00	1,70%
El Tarra	23	25	7	7	8	8	13	8,00	74,83%
El Zulia	12	9	6	6	6	6	8	6,00	13,78%
Fortul	12	6	7	7	9	9	8	8,00	21,85%
Hacarí	11	4	5	5	23	23	12	8,00	63,51%
Los Patios	10	5	6	6	5	5	6	5,50	4,99%
Puerto Rondón	9	22	3	3	4	4	8	4,00	13,78%
Sabana de Torres	8	8	9	9	7	7	8	8,00	18,41%
San Andrés	16	4	6	6	1		7	6,00	7,26%
San Diego	14	11	4	4	2	2	6	4,00	4,99%
Saravena	17	10	9	9	6	6	10	9,00	35,47%
Sardinata	6	6	5	5	13	13	8	6,00	18,41%
Tame	26	27	18	18	8	8	18	18,00	96,13%
Teorama	18	1	11	11	9	9	10	10,00	39,61%
Tibú	36	27	11	11	13	13	19	13,00	97,63%
Tona	10	3	5	5	3	3	5	4,00	1,09%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	28,869	18	0,757
Pearson Chi-Square	13575,287	90	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	12260,851	90	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	5331,921	90	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	1,021		
Contingency	0,714		
Cramer's V	0,456		
Goodman-Kruskal Gamma	-0,032	0,027	0,237
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,239
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,239
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,238
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,238



## Región 6

Los municipios de la Metropolitana del Valle de Aburrá y de los departamentos de Policía de Antioquia, Córdoba, Urabá y Chocó con mayor probabilidad

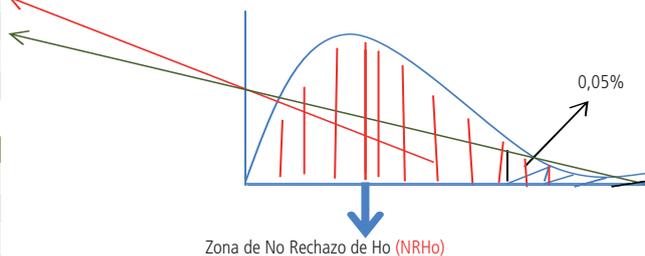
de ocurrencia de homicidio común durante el 2009, confirmada por la distribución de Poisson, son: Anorí, Granada, Mutatá, Remedios, San Carlos y Valdivia.

Table Statistics

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Abejorral	11	6	6	6	5	5	7	6	6,68%
Anorí	8	7	14	14	12	12	11	12	55,99%
Argelia	12	22	7	7	2	2	9	7	25,53%
Barbosa	9	5	8	8	8	8	8	8	15,25%
Briceño	3	3	13	13	16	16	11	13	49,98%
Cocorná	15	20	6	6	4	4	9	6	31,39%
Granada	38	12	8	8	1	1	11	8	57,92%
Mutatá	11	3	21	21	6	6	11	9	57,92%
Olaya	6	3	3	3	10	10	6	5	3,61%
Remedios	21	19	10	10	6	6	12	10	65,28%
Sabanalarga	6	3	11	11	8	8	8	8	16,79%
Salgar	7	6	6	6	11	11	8	7	16,79%
San Carlos	23	15	12	12	6	6	12	12	68,67%
San Rafael	7	11	8	8	3	3	7	8	7,66%
Santo Domingo	21	13	10	10	5	5	11	10	49,98%
Sonsón	13	9	5	5	3	3	6	5	5,80%
Tarazá	1	2	6	6	11	11	6	6	4,99%
Valdivia	8	4	22	22	11	11	13	11	74,83%
Yarumal	12	3	7	7	4	4	6	6	4,99%
Yolombó	13	2	7	7	6	6	7	7	8,71%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	14,067	7	0,994
Pearson Chi-Square	14587,658	95	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	13274,891	95	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	5642,269	95	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	1,055		
Contingency	0,726		
Cramer's V	0,472		
Goodman-Kruskal Gamma	0,012	0,026	0,640
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,640
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,640
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,640
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,640



Zona de No Rechazo de Ho (NRHo)

Ho: Hay independencia entre municipios en la tasa de homicidio común NRHo

Ho: Hay independencia entre municipios y periodos de la tasa de homicidio común RHo

## Región 7

En los departamentos de Policía de Casanare, Guaviare, Meta, Amazonas, Guainía, Vaupés y Vichada, los municipios que presentan alerta temprana para el

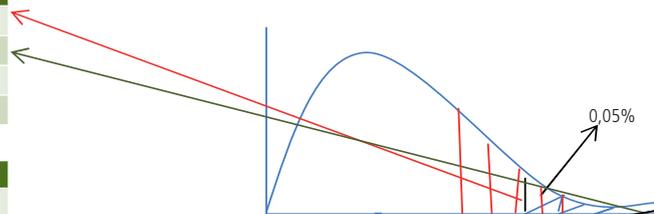
2009, según la aplicación de la distribución de Poisson para el cálculo de la probabilidad que ocurran 10 o más homicidios por cada 100.000 habitantes son 14, que se resaltan con amarillo; es de anotar que esta región es la más afectada por esta epidemia.

Table Statistics

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Acacias	7	8	5	5	9	9	7	8	11,08%
Aguazul	13	21	13	13	9	9	13	13	74,83%
Barranca de Upía		8	13	13	10	10	11	10	51,60%
Castilla La Nueva	19	14	8	8	13	13	13	13	70,29%
Cubarral	24	3	11	11	21	21	15	16	88,94%
El Castillo	61	27	8	8	5	5	19	8	98,17%
El Dorado	20	25	17	17	5		17	17	94,61%
El Retorno	8	2	6	6	10	10	7	7	9,85%
Fuente de Oro	21	27	14	14	12	12	17	14	94,27%
Granada	38	12	8	8	1	1	11	8	57,92%
Hato Corozal	7	4	6	6	10	10	7	7	11,08%
La Macarena	18	13	2	2	1	1	6	2	4,99%
La Uribe	7	10	4	4	18	18	10	9	43,78%
Lejanías	12	14	4	4	5	5	7	5	12,39%
Maní	2	10	5	5	5	5	5	5	2,08%
Mesetas	29	27	13	13	13	13	18	13	96,96%
Monterrey	5	10	9	9	6	6	8	8	13,78%
Pore	9	10	2	2	5	5	6	5	2,53%
Puerto Concordia	5	6	14	14	4	4	8	6	16,79%
Puerto Gaitán	6	3	4	4	8	8	6	5	2,53%
Puerto Lleras	22	16	7	7	12	12	13	12	71,86%
Puerto López	5	6	3	3	11	11	7	6	6,68%
Puerto Rico	15	8	11	11	16	16	13	13	73,37%
Restrepo	6	8	6	6	5	5	6	6	4,26%
Sabanalarga		3	11	11	8	8	8	8	20,45%
Sacama	25	10	14	14		5	14	14	79,63%
San Carlos de Guaroa	6	17		0	11	11	9	11	29,40%
San Juan de Arama	37	35	28	28	14	14	26	28	99,97%
San José	9	4	5	5	6	6	6	6	3,61%
Tauramena	3	14	11	11	11	11	10	11	43,78%
Vista Hermosa	15	23	39	39	40	40	33	39	100,00%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	47,773	30	0,357
Pearson Chi-Square	13715,792	150	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	12649,758	150	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	8489,507	150	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	0,986		
Contingency	0,702		
Cramer's V	0,441		
Goodman-Kruskal Gamma	0,086	0,018	0,000
Kendalls tau-b	0,001	0,000	0,000
Stuart's tau-c	0,002	0,000	0,000
Somer's D (C R)	0,001	0,000	0,000
Somer's D (R C)	0,001	0,000	0,000



Zona de No Rechazo de Ho (NRHo)

Ho: Hay independencia entre municipios en la tasa de homicidio común NRHo

Ho: Hay independencia entre municipios y periodos de la tasa de homicidio común RHo

## Región 8

El municipio de Chalán, ubicado en el departamento de Sucre, presenta una probabilidad calculada bajo la distribución de Poisson del 61% de que

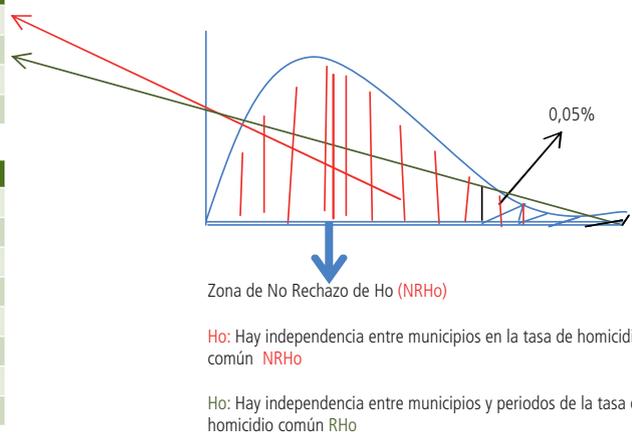
se presenten más de 10 homicidios por cada cien mil habitantes durante el 2009; esta región está compuesta por los departamentos de Policía Atlántico, Bolívar, Guajira, Sucre, Magdalena y San Andrés.

**Table Statistics**

OBSERVED COUNTS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	PROMEDIO	ESPERADO	POISSON
Chalán	14	12	15	15		2	12	14	60,95%
Dibulla	7	7	12	12	11	11	10	11	41,70%
Fonseca	5	8	5	5	6	6	6	6	3,61%
Maicao	8	7	5	5	4	4	6	5	2,53%
Riohacha	10	8	8	8	7	7	8	8	18,41%
Sabanalarga	6	3	11	11	8	8	8	8	16,79%
San Juan del Cesar	5	16	5	5	7	7	8	6	13,78%
Urumita	10	11	3	3	14		8	10	20,45%

TEST STATISTICS	VALUE	DF	P-VALUE
Pearson Chi-Square M/pios	14,067	7	0,989
Pearson Chi-Square	13917,504	35	0,000
Continuity Adjusted Chi-Square	12395,011	35	0,000
Likelihood Ratio Chi-Square	2664,313	35	0,000

MEASURES OF ASSOCIATION	VALUE	STD. ERROR	P-VALUE
Phi	1,059		
Contingency	0,727		
Cramer's V	0,474		
Goodman-Kruskal Gamma	0,033	0,045	0,472
Kendalls tau-b	0,000	0,000	0,473
Stuart's tau-c	0,000	0,000	0,473
Somer's D (C R)	0,000	0,000	0,473
Somer's D (R C)	0,000	0,000	0,473



## CONCLUSIÓN

Es de anotar que se encontrarán casos de municipios que muy probablemente aparecen en el desarrollo de la investigación, lo que se podría pensar que son eventos que se dan con frecuencia; con esta aplicación de la distribución de Poisson, en la búsqueda de alertar tempranamente al Estado colombiano sobre aquellos que, como lo nombra el secretario Insulza, de la OEA, en reunión del 8 de octubre de 2008 en Ciudad de México con los ministros de los países latinoamericanos, ya presentan una epidemia alarmante de diez o más homicidios comunes por cada cien mil habitantes, se hallan las probabilidades de ocurrencia de este fenómeno en municipios por región y unidad (ver cuadro 1).

Como investigador, sin ninguna implicación en el Estado, sugiero que se tengan en cuenta las probabilidades de ocurrencia, con el objeto de minimizar esta epidemia.

Regiones	Unidad	Municipio	Probabilidad
Región 2	Caquetá	Cartagena del Chairá	75%
		El Paujil	62%
		Puerto Rico	73%
	Huila	Baraya	81%
	Putumayo	Puerto asís	92%
San Francisco		78%	
Valle del Guamuez		56%	
Región 3	Risaralda	La Virginia	44%
Región 4	Nariño	Cumbitara	80%
		Policarpa	67%
Región 5	Arauca	Tame	96%
	Nte. Santander	El Tarra	75%
		Hacarí	64%
Región 6	Antioquia	Anorí	56%
		Valdivia	75%
		Granada	58%
		Remedios	62%
		San Carlos	69%
	Córdoba	San Carlos	69%
Urabá	Mutatá	92%	
Región 7	Casanare	Sacama	80%
		Aguazul	75%
	Meta	Barranca de Upía	52%
		Castilla la Nueva	70%
		Cubarral	89%
		El Castillo	98%
		El Dorado	94%
		Fte. de Oro	94%
		Granada	58%
		Mesetas	97%
		Sn Juan de Arama	100%
		Puerto Lleras	72%
		Puerto rico	73%
Vista Hermosa	100%		
Región 8	Sucre	Chalán	61%

**Cuadro 1**

**Aplicación de la distribución de Poisson para alertas tempranas con probabilidad de ocurrencia de 10 o más homicidios por cada cien mil habitantes**

## BIBLIOGRAFÍA

1. Berk, Kenneth N. & Carey, P. (2000). *Análisis de datos con Excel*. México: Thomson.
2. Cifuentes Muñoz, Eduardo (2001). *Derecho a la vida*. Defensoría del Pueblo, Derechos humanos para vivir en paz.
3. Mata, Alato (2008). *OEA advierte que la violencia ya es epidemia*, periódico mexicano. Recuperado el 15 de marzo de 2009, de <http://www.excelsior.com.mx>.
4. Pérez, Volmar (2003). *Defensoría delegada para la evaluación de riesgos de la población civil como consecuencia del conflicto armado*. Defensoría del Pueblo, Derechos humanos para vivir en paz.
5. Walpole, R., Myers, R. & Myers, S. (2007). *Probability & Statistics for Engineers & Scientists*, 8/E, Pearson.

## Definiciones

**Variable aleatoria** (v. a.)  $X$  es una función real definida en el espacio muestral asociado a un experimento aleatorio.

**Media geométrica:** La media geométrica se define como la raíz  $n$ -ésima de la productoria de los índices de variación.

$$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

**Sistema de alertas tempranas - SAT.** Es un instrumento diseñado por la Defensoría del Pueblo para monitorear y advertir las situaciones de riesgo de la población civil en relación con el conflicto armado. En desarrollo de su misión, el SAT acopia, verifica y analiza información de diferentes fuentes, identifica y valora las amenazas y situaciones de vulnerabilidad que afectan los derechos fundamentales de las comunidades, elabora documentos de análisis estructural y emite informes de riesgo sobre factibles violaciones masivas de los derechos humanos, con el fin de que las autoridades competentes coordinen sus acciones y brinden una atención integral y oportuna a la población civil afectada.

**Distribución de probabilidad.** La distribución de probabilidad de la variable aleatoria  $X$  es la función  $F_x(x)$ , que asigna a cada evento definido sobre  $X$  una probabilidad, que está definida por:

$$F_x(x) = P(X \leq x)$$

Donde  $F_x(x)$  cumple las siguientes tres condiciones:

1.  $\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0$  y  $\lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1$
2. Es continua por la derecha.
3. Es monótona no decreciente.

Para simplificar la notación, cuando no hay lugar a confusión se omite el subíndice  $X$ , y se escribe simplemente  $F(x)$ .

La función de distribución es la acumulada de la función de densidad de probabilidad  $f(x)$ .

**Distribución de Poisson.** Es una distribución de probabilidad discreta, que expresa la probabilidad de ocurrencia de un número  $k$  de eventos en un tiempo o espacio fijo, si estos eventos ocurren con una tasa media conocida, y son independientes del tiempo o espacio desde el último evento.

$$f(k; \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!},$$

- $e$  es la base del logaritmo natural ( $e = 2,71828\dots$ ),
- $k!$  es el factorial de  $k$ ,  $k$  es el número de ocurrencias de un evento,
- $\lambda$  es un número real positivo, equivalente al número esperado de ocurrencias durante un intervalo dado.

**Prueba de Ji-cuadrado.** Se utiliza para probar la independencia de dos variables entre sí, mediante la presentación de los datos en tablas de contingencia.

La fórmula que da el estadístico es la siguiente:

$$x^2 = \sum_i \frac{(\text{observada}_i - \text{teórica}_i)^2}{\text{teórica}_i}$$

Cuanto mayor sea el valor de  $\chi^2$ , menos verosímil es que la hipótesis sea correcta. De la misma forma, cuanto más se aproxima a cero el valor de Ji-cuadrado, más ajustadas están ambas distribuciones.

Los grados de libertad (gl) vienen dados por:

$gl = (r - 1)(k - 1)$ . Donde  $r$  es el número de filas y  $k$  el de columnas.

Criterio de decisión:

Se acepta  $H_0$  cuando  $X^2 < X^2_{\alpha}(r-1)(k-1)$ . En caso contrario, se rechaza.

Donde  $t$  es el área a la derecha (o nivel de significancia) que deja la distribución Ji-cuadrado con  $(r - 1)(k - 1)$  grados de libertad.

**SIEDCO:** Sistema de Información Estadística Delincuencial, Contravencional y Actividad Operativa que realiza la Policía Nacional.  $X^2 < X^2_{\alpha}(r-1)(k-1)$