

Uso de dinámica de sistemas para el análisis del microtráfico y narcomenudeo

Jairo Miguel Marulanda Giraldo, Jorge Juan Araujo Álvarez, Brahyán Esteban Ríos Soto, Juan José Wilches Rivas

Modelación y Simulación III, matemáticas, Escuela de Ciencias
Universidad EAFIT

jmmarulang@eafit.edu.co, jjaraujoa@eafit.edu.co, berioss@eafit.edu.co, jjwilchesr@eafit.edu.co

I. Introducción

El siglo XX dejó una gran marca en la sociedad colombiana, una marca de sangre y guerra, todo esto gracias al auge del mercado de los estupefacientes en los países desarrollados, principalmente en Estados Unidos. Este suceso es de gran importancia ya que genera un espacio de inclusión de las poblaciones marginadas de Colombia, [1] “las drogas han generado mayor inclusión y participación en los mercados para las poblaciones socialmente marginadas” (...) “la droga funciona como medio de inclusión social.” Así las drogas se convirtieron más que en una fuente ilícita de ingresos, en una plataforma de inclusión social.

Con la muerte de los grandes carteles y el aumento de los esfuerzos para acabar con la exportación de drogas, los herederos de este mercado (ya con menor poder que el de sus antecesores) vieron el mercado internacional como una apuesta más riesgosa. [2] “La persecución de los grandes carteles de la droga tuvo como resultado” (...) “la proliferación de organizaciones criminales de menor escala asociadas al narcotráfico que vieron la ampliación del mercado local como una importante oportunidad de negocio”, así desde inicios de la primera década de siglo XXI el microtráfico y el narcomenudeo han tenido un aumento significativo en la sociedad colombiana.

El microtráfico ha modificado las percepciones de criminalidad y se ha alimentado de la cultura de la ilegalidad sembrada en las comunidades abandonadas por el estado, ya hace muchas décadas.

Con todo esto en mano este trabajo busca identificar los principales actores, sus comportamientos y como se relacionan estos con el estado, en estos crecientes ambientes de microtráfico y narcomenudeo, centrado en aquellas comunidades excluidas de la sociedad que han visto al narcotráfico y narcomenudeo como una forma de integración social y como herramienta la dinamiza de sistemas.

II. Descripción del problema

El narcomenudeo, así como la adicción y la violencia que conlleva, es un problema complejo donde juegan un papel importante gran variedad de actores, ya sea de manera directa o indirecta, como se puede observar en la Fig. 1 el narcomenudeo tiene un aumento considerable en los últimos años.

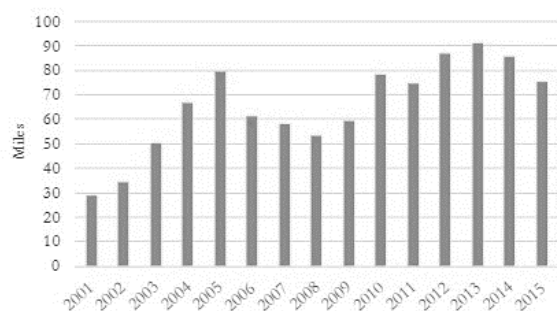


Fig.1 Capturas por el delito de porte, fabricación y tráfico de estupefacientes en Colombia [3]

El estado y las bandas criminales no son los únicos actores [4], debemos tener en cuenta la influencia que consumidores y toda la población afectada tienen en el desarrollo del problema, así como el entorno y las condiciones que habitan.

Periodo	1996			2008		
	%	Intervalo 95	%	%	Intervalo 95	%
Alguna vez en la vida	1,6	1,2	1,9	2,5	2,1	2,8
En el último año	0,3	0,2	0,5	0,7	0,6	0,9

Fuente: Cálculos propios

Fig.2 comparación consumo de cocaína en la población general 1996 y 2008[5]

Con base en la retroalimentación anteriormente observada y analizando la estructura del problema en cuestión, se decidió hacer uso de dinámica de sistemas para profundizar este análisis, y así poder mejor comprenderlo, a través de estructuras de flujos y niveles. Siendo así, el sistema que se busca analizar viene a ser la comunidad afectada e influenciada por el narcomenudeo, haciendo énfasis en los consumidores y criminales de todo tipo involucrados, así como el efecto que puedan tener las acciones del estado en el mismo.

Se considera que el problema se propicia para este tipo de análisis pues, siendo este un análisis poblacional, existen evidencias de que dentro del sistema descrito se presentan acciones que se retroalimentan positiva y negativamente entre sí [4] [6]. Por ejemplo, el aumento de la población

consumidora se correlaciona con el aumento en la población criminal y viceversa [6]. Adicionalmente, existen dentro de este sistema acciones que tienen un efecto más lento que otras, es decir, existen acciones con retardo. Por ejemplo, mientras que una disminución en el precio de la droga puede tener un efecto inmediato en el sistema [2], el aumento en la producción de esta puede ser más lento [7]. Aún más, y como se evidenciará más adelante, aunque el sistema es complejo, es posible descomponerlo en ciclos de retroalimentación más simples que constituyen el sistema completo, con patrones de comportamiento generalizables.

Es por las anteriores características que se considera este un sistema no solo posiblemente analizable a través de flujos y niveles, sino propicio a ser formulado a través de este acercamiento.

En este proyecto buscamos generar un modelo genérico que represente el comportamiento durante 40 años de una comunidad que sé que se ve inmersa en dinámicas de narcomenudeo.

III. DIAGRAMA CAUSAL

Explicación sobre los ciclos más importantes en el diagrama causal:

Diagrama 1: Partimos desde la base de que, en una población, existe un negocio, con dos entes principales, un comprador y un vendedor, unos consumidores de drogas ilícitas, y unos criminales, que en este caso son los vendedores de estas drogas, pero en este modelo, suponemos toda la violencia que tiene detrás el comercio de drogas ilícitas.

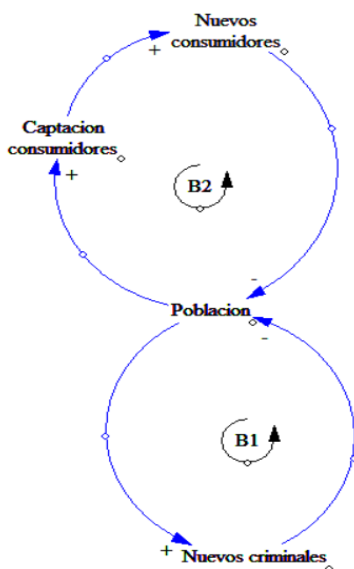


Diagrama 2:

Se le suma, los ciclos que añaden consistencia al modelo de epidemias, al igual que los consumidores.

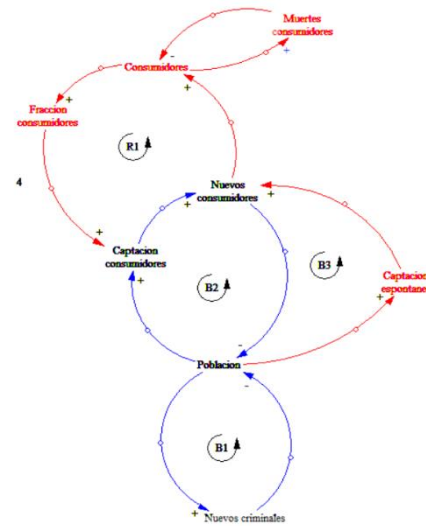


Diagrama 3: Completamos los ciclos que afectarán a las variables de consumidores y criminales, añadiendo las entradas y las salidas de ambos, junto con las tasas que afectan su crecimiento de decrecimiento.

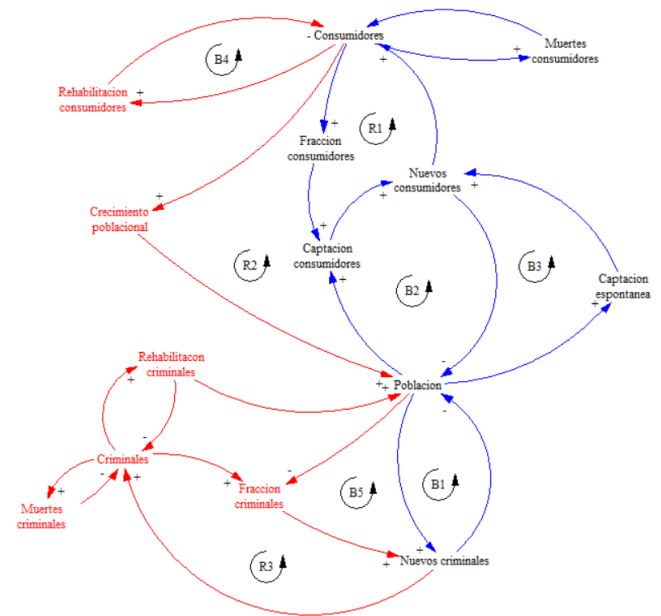


Diagrama 4: Las variables en las que el estado puede influir en el modelo toman protagonismo, al igual que variables tan subjetivas como corrupción y sobre todo cultura de la ilegalidad, siendo esta la normalización del crimen, y adoptarlo como algo de la vida cotidiana, generando que las personas mantengan estas prácticas, generación tras generación. [7]

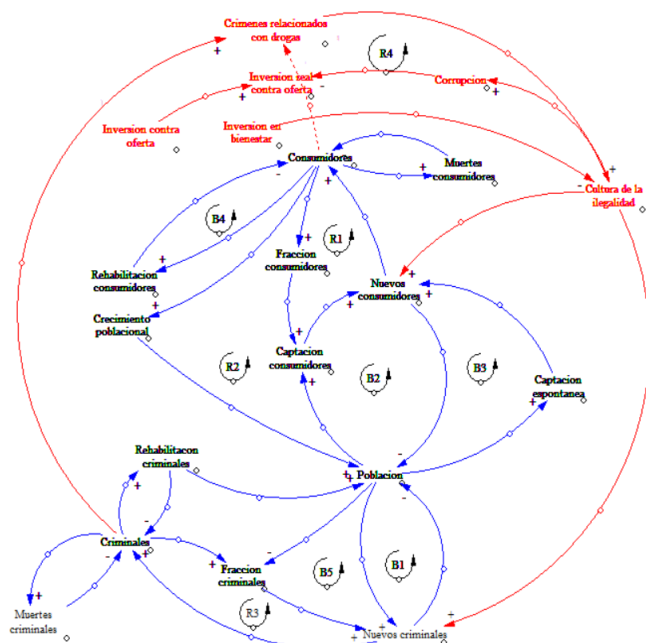
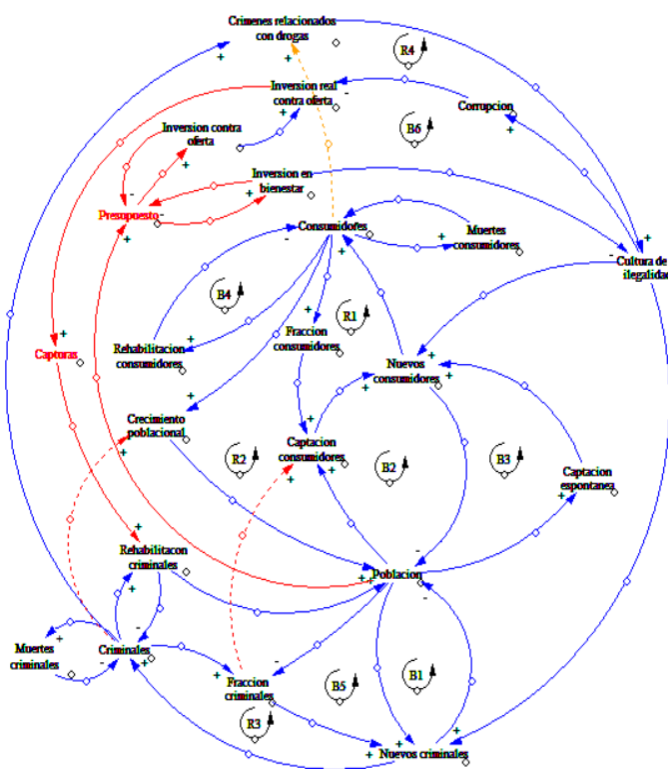
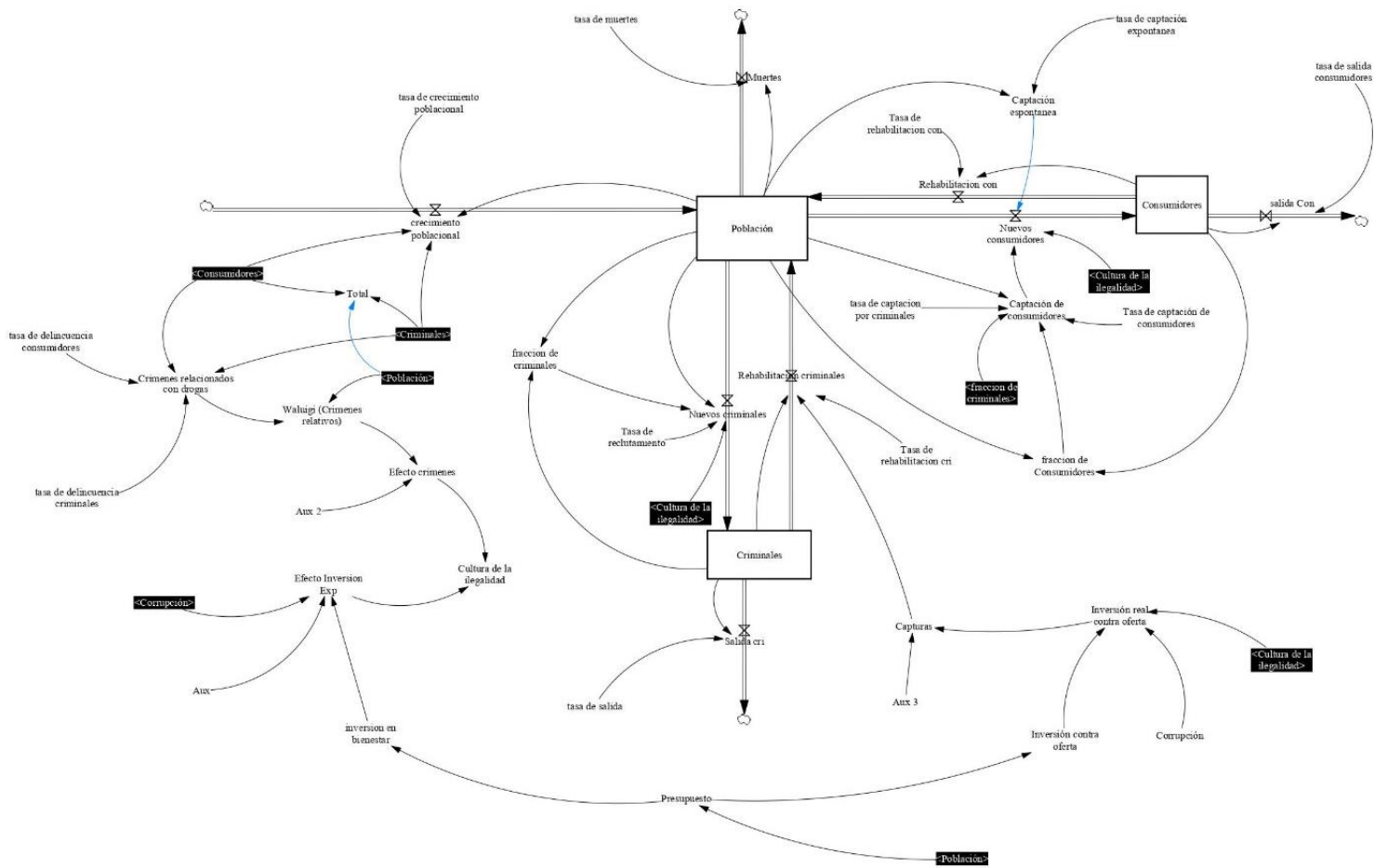


Diagrama 5: Para concluir estos ciclos marcados, se centran todos los esfuerzos del estado, en la variable de presupuesto, y se añade el papel de las capturas en el modelo, para que evidencie lo que el estado, como ente, puede influir.



IV. DIAGRAMA DE FLUJO



Variables y ecuaciones

Tasa de captacion de consumidores	Exogena	Constante	0.01	1/año	
Tasa de captacion espontanea	Exogena	Constante	1.00E-05	1/año	
Tasa de captacion por criminales	Exogena	Constante	0.1	1/año	
Tasa de crecimiento poblacional	Exogena	Constante	0.02	1/año	
Tasa de delincuencia consumidores	Exogena	Constante	0.1	crimenes/personas	
Tasa de delincuencia criminales	Exogena	Constante	5	crimenes/personas	
Tasa de muertes	Exogena	Constante	0.006	1/año	
Tasa de reclutamiento	Exogena	Constante	0.05	1/año	
Tasa de rehabilitacion con	Exogena	Constante	0.001	1/año	
Tasa de rehabilitacion cri	Exogena	Constante	0.0009	1/año	
Tasa de salida consumidores	Exogena	Constante	0.01	1/año	
Tasa de salida criminales	Exogena	Constante	0.016	1/año	
Aporte por Persona	Exogena	NA	0.008	PeriCoin/Personas	
Porcentaje contra oferta	Exogena	Constante	0.75	1	
Divisor por captura	Exogena	Constante	25	personas/(year*PeriCoin)	

Consumidores	Nivel	Nuevos consumidores-Rehabilitacion con-salida Con	1200	personas	Se decide implementar la población de consumidores de la comunidad como un nivel pues su valor se acumula dependiendo del estado del sistema
Criminales	Nivel	Nuevos criminales-Rehabilitacion cri-Salida cri	500	personas	Se decide implementar la población de criminales de la comunidad como un nivel pues su valor se acumula dependiendo del estado del sistema
Poblacion	Nivel	crecimiento poblacional+Rehabilitacion con+Rehabilitacion cri-Muertes-Nuevos consumidores-Nuevos criminales	30000	personas	Se decide implementar la población de la comunidad como un nivel pues será la base de la que dependen todos los otros niveles poblacionales, que juega un mayor papel el sistema

Crecimiento poblacional	Flujo	tasa de crecimiento poblacional*(Población+Criminales+Consumidores)	NA	personas/año	Llega a Poblacion. Representa cualquier entrada a la poblacion, sea nacimientos u otras causas
Muertes	Flujo	tasa de muertes*Población	NA	personas/año	Llega a un sumidero. Muertes de los integrantes de la poblacion (No son criminales ni consumidores) en un año
Nuevos consumidores	Flujo	(Captación espontanea+Captación de consumidores)*Cultura de la ilegalidad	NA	personas/año	Representa el paso de un numero de integrantes de la poblacion a ser consumidores en un año. Las causas consideradas son mejor descritas por variables del sistema
Nuevos criminales	Flujo	(Tasa de reclutamiento*fraccion de criminales*Población*Cultura de la ilegalidad)	NA	personas/año	Representa el paso de un numero de integrantes de la poblacion a ser criminales en un año. Las causas consideradas son mejor descritas por variables del sistema
Rehabilitacion con	Flujo	IF THEN ELSE(Consumidores<=0, 0, Consumidores*Tasa de rehabilitacion con)	NA	personas/año	Representa el reingreso de consumidores a la poblacion gracias a procesos de rehabilitacion
Rehabilitacion cri	Flujo	Criminales*Tasa de reahbilitación+Capturas	NA	personas/año	Representa el reingreso de criminales a la poblacion gracias a procesos de rehabilitacion
Salida con	Flujo	Consumidores*tasa de salida consumidores	NA	personas/año	Llega a un sumidero. Salida del sistema de consumidores en un intervalo de tiempo
Salida cri	Flujo	tasa de salida*Criminales	NA	personas/año	Llega a un sumidero. Salida del sistema de criminales en un intervalo de tiempo

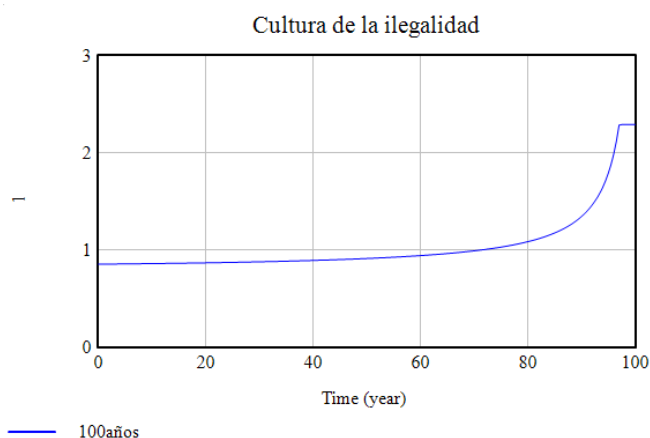
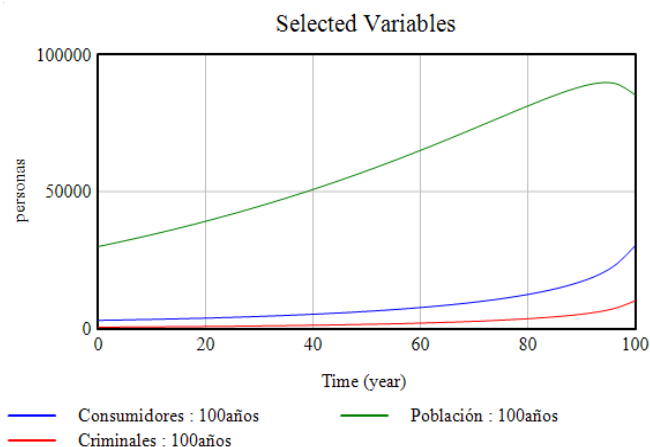
Nombre	Tipo	Ecuacon o Diferencial	Valor o Valor Inicial	Unidades	Descripcion o justificacion
Aux	Endogena	Constante	1	1/personas	
Aux 2	Endogena	Constante	1	personas/crimenes	
Aux 3	Endogena	Constante	1	personas/(year*PeriCoin)	
Captacion de consumidores	Endogena	(Población*Tasa de captación de consumidores*fraccion de Consumidores)+(fraccion de criminales*tasa de captacion por criminales*Población)	NA	personas/año	La influencia de consumidores existentes y criminales hacia la poblacion para convertirse en nuevos
Captacion espontanea	Endogena	Población*tasa de captación espontanea	NA	personas/año	La influencia de otros factores sociales sobre la población para convertirse en nuevos consumidores. Por ejemplo, curiosidad personal
Crímenes relacionados con drogas	Endogena	(tasa de delincuencia consumidores*Consumidores)+(tasa de delincuencia criminales*Criminales)	NA	crimenes	Toda forma de comportamiento ilícito grave que sea promovido por el consumo y la distribución de sustancias ilícitas que tenga un impacto en el comportamiento de la población
Cultura de la ilegalidad	Endogena	Efecto crímenes*Efecto Inversion Exp	NA	1	Creencias sociales que hacen a una poblacion más propensa a la criminalidad y el consumo de sustancias ilícitas
Efecto crímenes	Endogena	IF THEN ELSE(Waluigi < 0.47, POWER((Crímenes relativos*Aux 2)+0.4, 5)*4 + 1, 3)	NA	1	
Efecto Inversion Exp	Endogena	EXP(-((Aux*inversion en bienestar+2))/25)+0.05	NA	1	
Fraccion de consumidores	Endogena	Consumidores/(Población+Consumidores)	NA	1	
Fraccion de criminales	Endogena	Criminales/(Población+Criminales)	NA	1	
Inversion real contra oferta	Endogena	Inversión contra oferta*(1-(Corrupción*Cultura de la ilegalidad))	NA	dinero	Inversion contra oferta con un efecto real en el sistema, tras tener en cuenta el efecto de la corrupcion
Capturas	Endogena	Tasa real contra oferta/Division por captura	NA	1/año	Cantidad de criminales capturados en un año
Total	Endogena	Consumidores+Criminales+Población	NA	personas	La poblacion en su totalidad, teniendo en cuenta a los consumidores y criminales
Crímenes relativos	Endogena	Crímenes relacionados con drogas/Población	NA	crimenes/personas	
Presupuesto	Endogena	Aporte por Persona*Población	NA	PeriCoin	
Porcentaje bienestar	Endogena	1-Porcentaje contra oferta	0.25	1	
Corrupcion	Exogena	Constante	0.5	1	Un porcentaje del dinero invertido que no tiene un efecto real
Inversion contra oferta	Exogena	0,75*Presupuesto	NA	dinero	Dinero invertido por el estado que busca disminuir la oferta de sustancias ilícitas.
Inversion en bienestar	Exogena	0,25*Presupuesto	NA	personas	Dinero invertido por el estado que busca tener efectos sociales positivos. Por ejemplo, oportunidades de estudio o apoyo empresarial

V. VALIDACIÓN

A continuación, veremos los diferentes métodos de verificación que usamos para comprobar la validez de nuestro modelo:

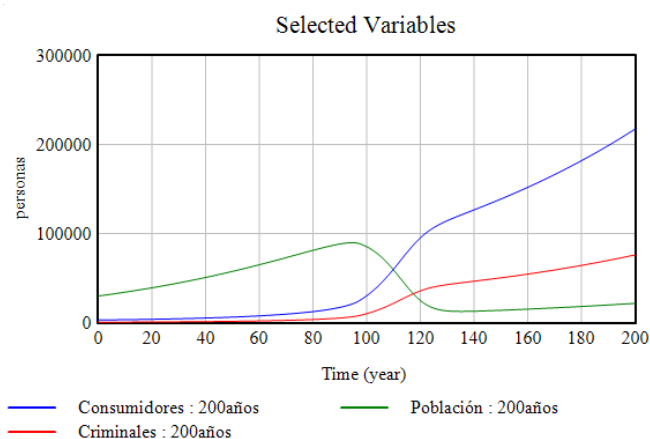
Prueba de Validación Horizonte de Tiempo:

100 años:

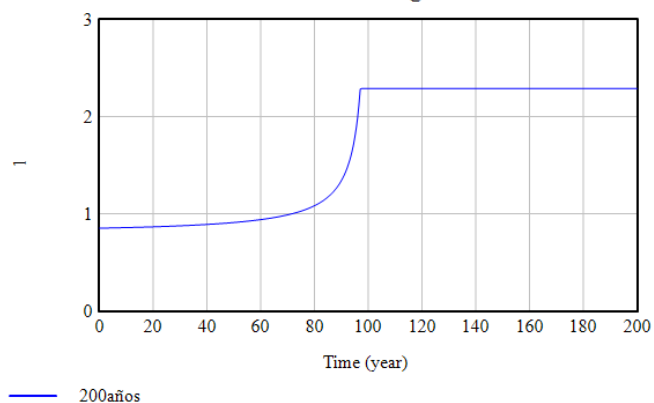


El modelo mantiene una consistencia a través del tiempo, en este caso, nuestro modelo empieza a mostrar los problemas de mantener un ciclo de criminalidad todo este tiempo.

200 años:

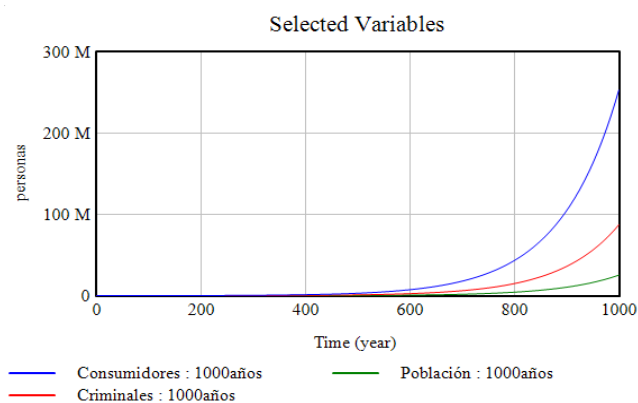


Cultura de la ilegalidad



En este punto del tiempo, se observa claramente las consecuencias de la cultura de la ilegalidad, estabilizándose en un punto máximo, lo que terminó por condenar la población al encontrarse una situación inaguantable al tener mucho mayor número de consumidores, y por consecuencia, más criminales, transformando el negocio de las drogas ilegales, en el quehacer de la mayoría de la ciudad.

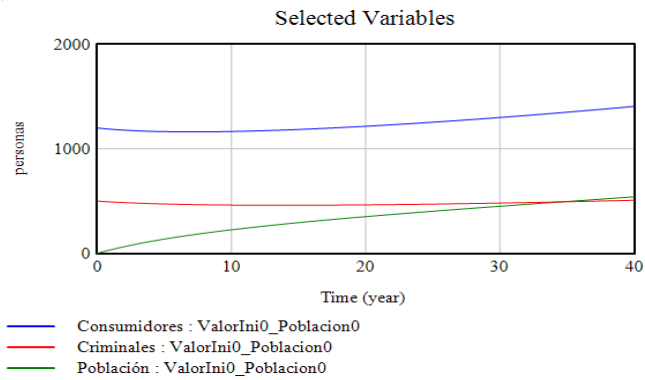
1000 años:



Luego de la crisis que se vivió, la modalidad de vida continuó siendo igual a través del tiempo, hasta el punto de precisamente adoptar la criminalidad como cultura, algo normalizado que las generaciones fueron aprendiendo de sus antepasados. Y esto nos deja suponer que la tendencia persiste, verificando la consistencia del modelo durante muchos años.

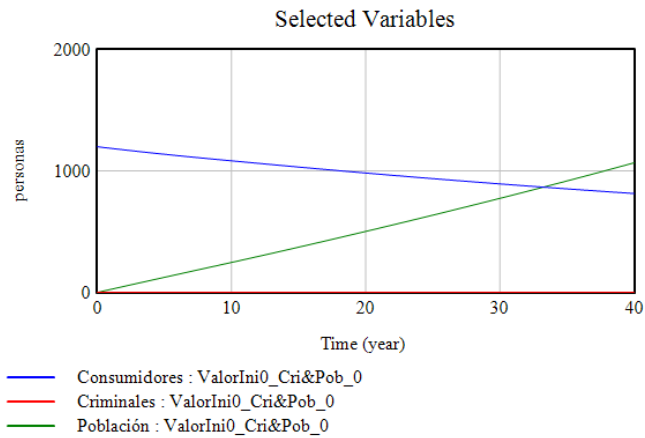
Prueba de Validación Valores Extremos:

Población Inicial 0:



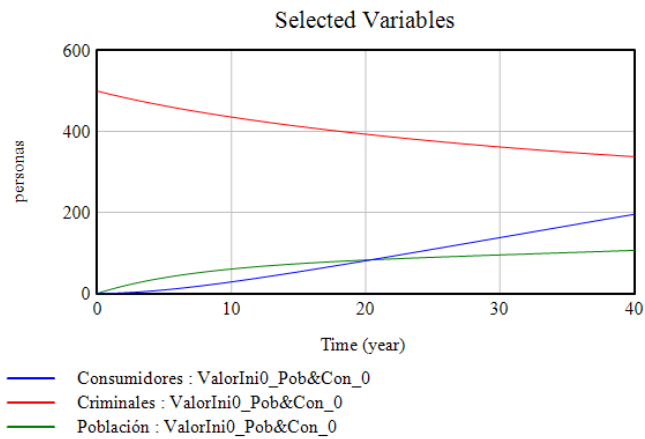
La población incrementa ya que incrementa con la suma del total de la población (población + criminales + consumidores) y con la rehabilitación de criminales y consumidores

Población y Criminales Iniciales 0:



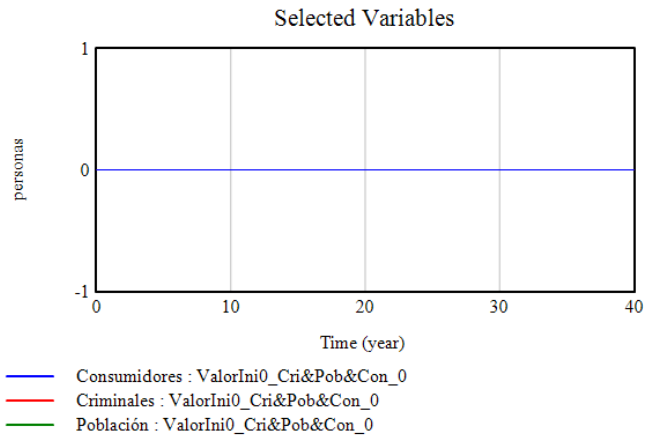
Los criminales no aumentan ya que, dado que la base del modelo es uno de epidemias, lo existen los “Contagiados” que precisamente contagien a la población.

Población y Consumidores Iniciales 0:

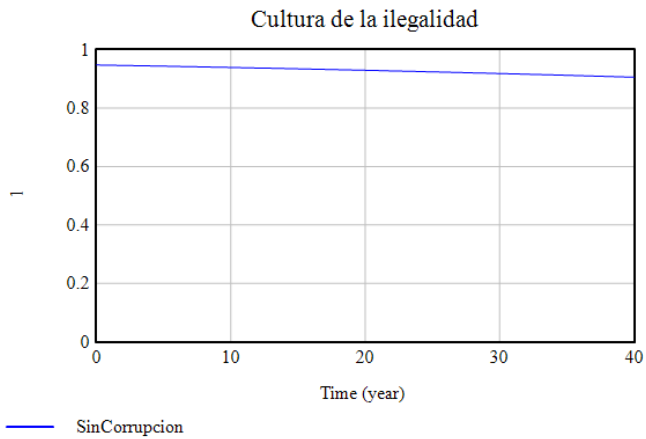
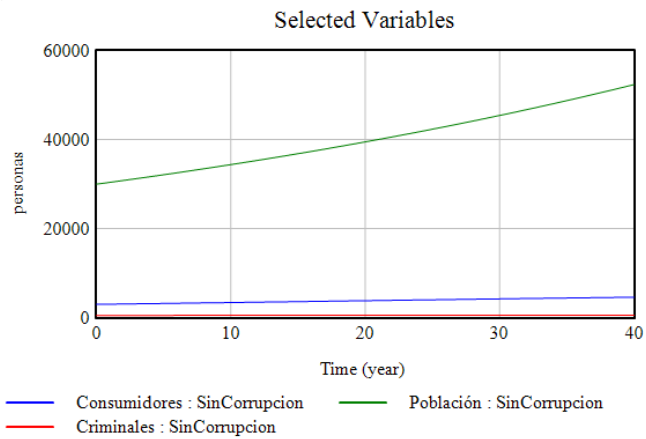


Los consumidores aumentan ya que estos crecen con una tasa constante, y a su vez, también crecen ya que los criminales, en cierta forma incitan a que se consuma.

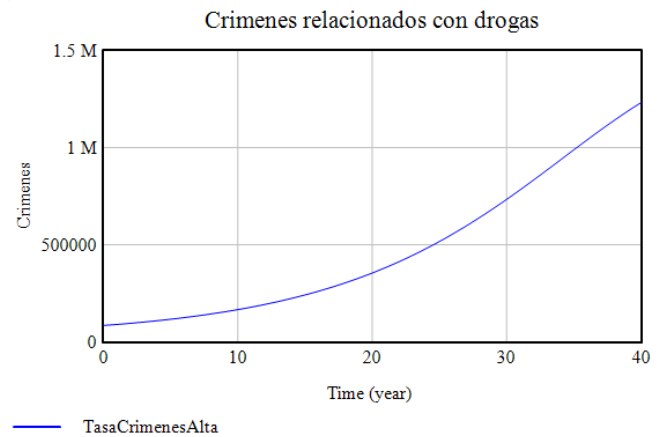
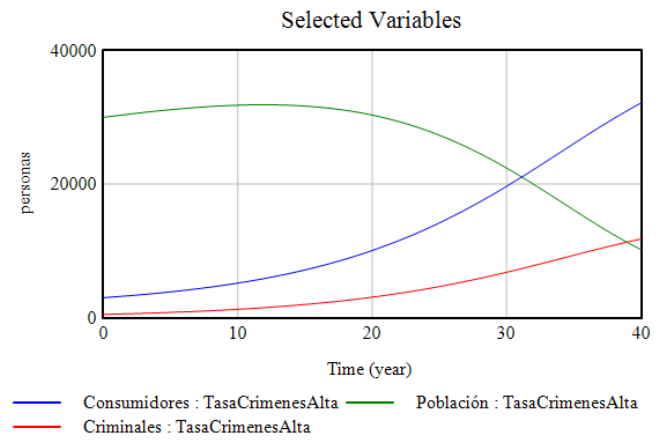
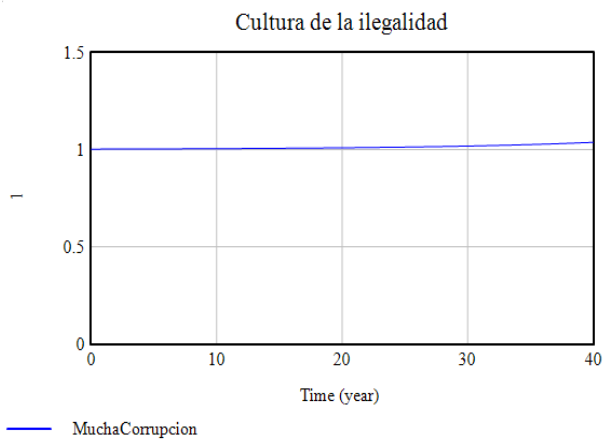
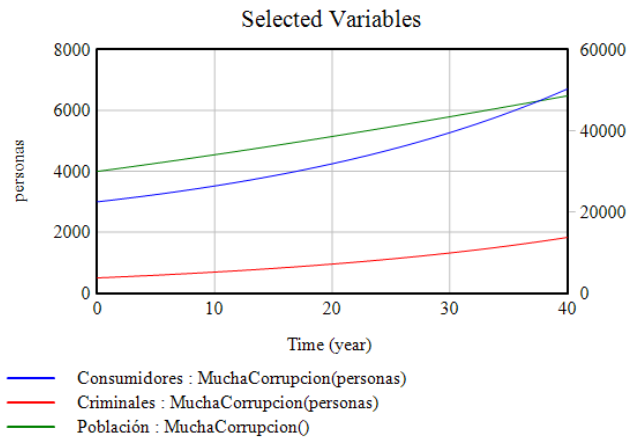
Población, Consumidores y Criminales Iniciales 0:



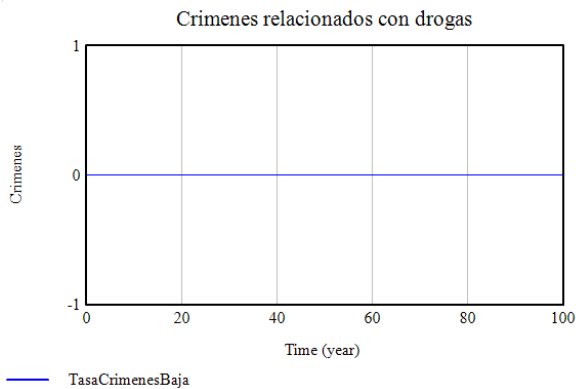
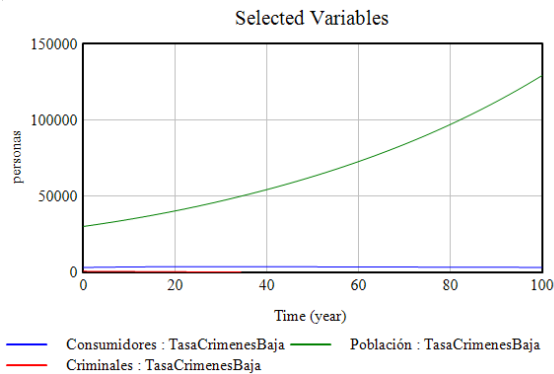
Corrupción 0:



Mucha Corrupción:



Tasa de Crímenes Muy Baja:



Tasa de Crímenes Muy Alta:

Con las pruebas vistas anteriormente podemos concluir que el modelo tiene un comportamiento valido

VI. RESULTADOS

Nuestro factor de estudio principal para nuestros casos de estudio es en la distribución de inversión (Inversión en Bienestar & Inversión contra Oferta) con los siguientes valores:

Nombre	%Inversión contra Oferta (ICO)	%Inversión en Bienestar (IB)
Base	75%	25%
50-50	50%	50%
Todo Bienestar	0%	100%
Todo Contraoferta	100%	0%

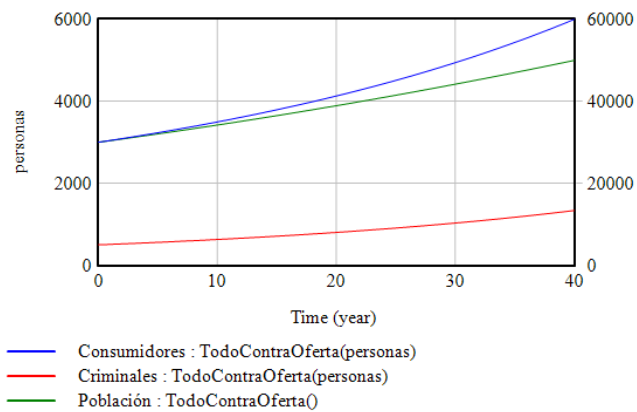
La inversión contra oferta afecta directamente el número de criminales, aumentando el número de capturas, esta es una solución inmediata y efectiva a corto plazo. Por otro lado, la inversión en bienestar afecta la cultura de la ilegalidad y mientras mayor sea la inversión menor será la cultura de la ilegalidad, esta interacción es a largo plazo, ya que, este cambio en el valor de la cultura de la ilegalidad tiene varios retrasos hasta afectar directamente el número de criminales. Por el lado de los consumidores, tanto el número de criminales como la cultura de la ilegalidad juegan un papel importante en el crecimiento de esta población, ya veremos cómo se

manifiesta cada caso en el número de consumidores y su crecimiento.

Las diferentes variaciones en porcentajes de inversión sobre el presupuesto total darán resultados con impactos diferentes a corto plazo (0 a 8 años), mediano plazo (9 a 26 años) y largo plazo (27 en adelante).

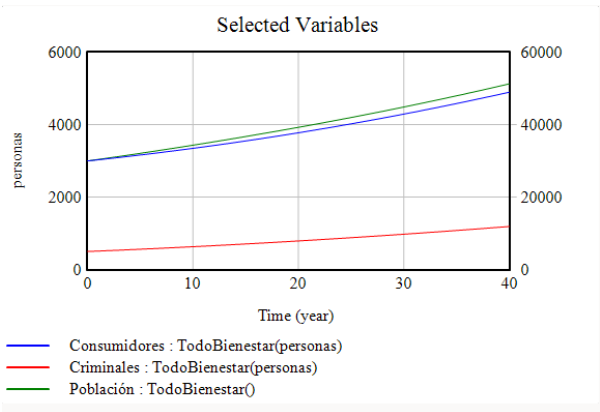
Ahora observemos las gráficas y tablas significativas para concluir cuales son los porcentajes de inversión más efectivos a cada plazo

Poblaciones (Criminales-Consumidores-Población)
TodoContraOferta (ICO 100% - IB 0%)



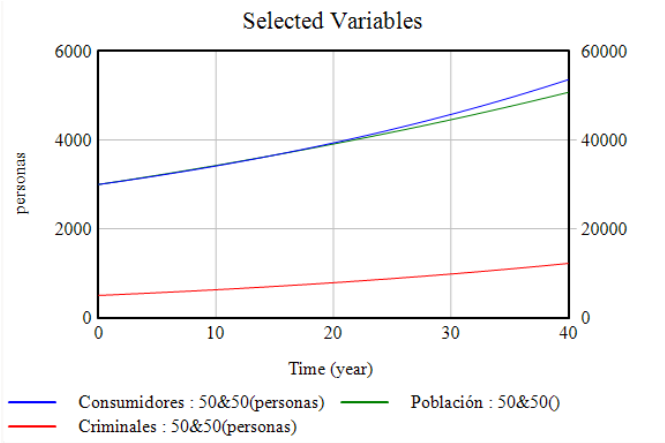
Vemos como el número de consumidores al final de la simulación es el mayor entre todos los casos, lo que refleja esa falta de intervención en la cultura de la ilegalidad es mucho más importante que el número de criminales para el criamiento de esta población

TodoBienestar (ICO 0% - IB 100%)

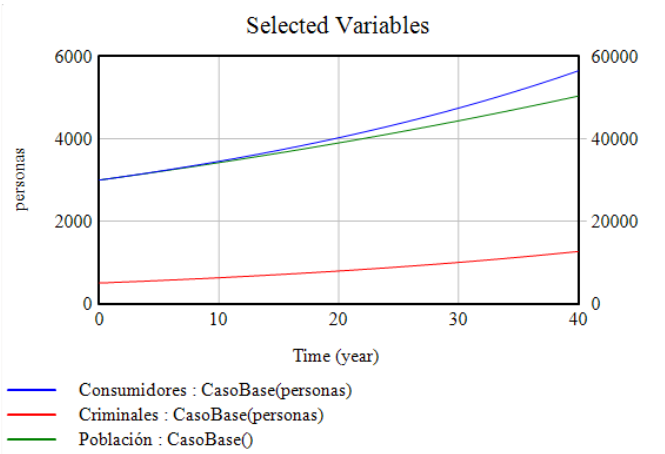


Es evidente la clara intervención del bienestar al final de la simulación ya que este caso, ya que, este es el único caso en el cual la población es mayor al número de consumidores

50&50 (ICO 50% - IB 50%)



CasoBase (ICO 75% - IB 25%)



El caso base y el 50-50 se parecen bastante, pero el 50-50 es más eficiente a largo plazo.

Ahora observaremos las gráficas para ver más detalladamente el corto y mediano plazo, pero nos centraremos en los criminales solamente en este caso, observaremos los resultados de las gráficas cada 2 años desde el año 0 al año 28.

- 1. Mas Eficiente
- 2. Segunda más eficiente
- 3. Tercero más eficiente
- 4. Menos eficiente

Time (Time)	0	2	4	6	8
Criminales: Todo Bienestar	500	524.595	550.161	576.719	604.287
Criminales: Todo Contraoferta	500	523.392	548.073	574.124	601.627
Criminales: 50&50	500	523.392	547.844	573.398	600.096
Criminales: Caso Base	500	523.233	547.62	573.219	600.091

Time (Time)	10	12	14	16	18
Criminales: Todo Bienestar	632.883	662.523	693.222	724.993	757.846
Criminales: Todo Contraoferta	630.675	661.362	693.792	728.074	764.328
Criminales: 50&50	627.982	657.101	687.499	719.222	752.319
Criminales: Caso Base	628.298	657.909	688.993	721.623	755.877

Time (Time)	20	22	24	26	28
Criminales: Todo Bienestar	791.79	826.83	862.972	900.215	938.557
Criminales: Todo Contraoferta	802.676	843.252	886.2	931.674	979.837
Criminales: 50&50	786.838	822.828	860.338	899.42	940.125
Criminales: Caso Base	791.834	829.579	869.201	910.792	954.449

Ahora con los resultados anteriores podemos concluir varios puntos:

- A corto plazo el Caso Base, el cual es la misma distribución que usa el gobierno colombiano, es la más eficiente.
- A mediano plazo el 50&50 es la mejor opción e incluso cuando se pasa a largo plazo sigue siendo una opción muy tentadora.
- A largo plazo como era de esperarse es dominado por el TodoBienestar, pero a corto y mediano plazo no tiene buen rendimiento.
- En ningún momento TodoContraOferta dio buen rendimiento, siendo de lo pero en corto y mediano plazo y ni hablar a largo plazo.

VII. Referencias

- [1] A. Londoño, “Consideraciones en torno al fenómeno del narcomenudeo en Medellín” Cuadernos de Ciencias Políticas, Núm. 05,2013.
- [2] A. González, D. Monroy, I.L. Beltrán, S. González y Y. Cortes, (enero de 2016),” MICROTRÁFICO COMERCIALIZACIÓN DE SUSTANCIAS PSICOACTIVAS EN PEQUÑAS CANTIDADES EN CONTEXTOS URBANO”S (1ra ed.) [online] Disponible: <http://www.odc.gov.co/PUBLICACIONES/ArtMID/4214/ArticleID/5891/Microtr225fico-y-comercializaci243n-de-sustancias-psicoactivas-en-peque241as-cantidades-en-contextos-urbanos-Cartilla-de-gu237a-metodo1243gica>
- [3] I. Gutiérrez y S. Tobón (2018,nov,13) El gasto fiscal de la guerra contra los portadores de drogas ilícitas: una aproximación para Colombia [online] disponible: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/lecturasdeeconomia/article/view/339173>
- [4] Lisbeth Katherine Duarte Herrera, José Adolfo Pedraza Beleño, “Escalation and de-escalation of urban armed conflict in Medellin from 2001 to 2008.”, Universidad Autonoma de Bucaramanga, 2018.
- [5] O. Escoppetta “CONSUMO DE DROGAS EN COLOMBIA: CARACTERISTICAS Y TENDENCIAS”. Bogotá DC: Editora Guadalupe S.A.,2010
- [6] F. Nyabadza y L. Coetzee, “A Systems Dynamic Model for Drug Abuse and Drug-Related Crime in the Western Cape Province of South Africa”, Computational and Mathematical Methods in Medicine, vol. 2017, Article ID 4074197, 13 pages, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/4074197>
- [7] L. Raffo y D. Gómez,” REDES CRIMINALES Y CORRUPCIÓN EN LA ERA DEL MICROTRÁFICO Y EL NARCOMENUDEO”, Revista de economía institucional universidad externado, vol. 19, no. 37 pp.227-261,nov.2017.DOI: <https://doi.org/10.18601/01245996.v19n37.12>.