



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA

**POLITÉCNICO  
GRANCOLOMBIANO**

**CONFLICTO ARMADO ENTRE EL ESTADO COLOMBIANO Y LAS FARC A LA  
LUZ DE LA TEORÍA DE JUEGOS**

**Laura Natalia Martínez Piña**

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas  
Bogotá, Colombia  
2016



**CONFLICTO ARMADO ENTRE EL ESTADO COLOMBIANO Y LAS FARC A LA  
LUZ DE LA TEORÍA DE JUEGOS**

**Laura Natalia Martínez Piña**

Tesis presentada como requisito para optar al título de:  
**Matemática**

Asesor:  
Henry Rodríguez Granobles

Línea de Investigación:  
Teoría de Juegos

Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano  
Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas  
Bogotá, Colombia  
2016



A mis padres Mauricio y Olga, gracias por hacer posible este sueño.

Las matemáticas son el alfabeto con el cual Dios ha escrito el Universo. Galileo Galilei



## Agradecimientos

Agradezco especialmente al profesor Henry Rodríguez por creer en el proyecto que tenía en mente desde hace mucho tiempo, a Camilo Rey por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, a Rafael García por convertirse en un padre para mí dentro la institución, a Angélica Chappe por enseñarme a amar la teoría de juegos, a Diego Arévalo por siempre creer en mi, colaborarme y no dejarme desfallecer y a todas y cada una de las personas que apoyaron y contribuyeron en mi formación, entre ellas: Humberto Albarracín, Jhon Ardila, Carlos Arias, Miguel Bernal, Alejandro Hernández, Carlos Lesmes, Julio Lizarazo, Claudia Mejía, Ricardo Mendoza, Agustín Moreno, Efraín Moreno, Sandor Ortégón, Jaime Posada, César Quiñones, Hugo Ramírez, Julián Rodríguez, Diana Velásquez y Hugo Zamora.



## Resumen

Esta tesis fue realizada con el propósito de incluir elementos basados en datos más recientes que se consideran relevantes en el modelo de Yuri Gorbaneff y Flavio Jácome en 2000 entre el estado colombiano y un grupo guerrillero, a partir de un recorrido histórico, teniendo en cuenta los intentos de acercamiento fallidos de diferentes gobiernos a los grupos subversivos asumiendo el hecho de que no llegaron a un acuerdo final, hace que no se tengan en cuenta como negociaciones, por lo cual Colombia se ha convertido en el país con el conflicto sin negociar más antiguo el mundo <sup>1</sup>. Para ello se estudió teoría de juegos, donde se proporcionan las principales definiciones que deben tenerse claras en el desarrollo del trabajo. Al momento de tomar decisiones fue necesaria la ayuda de las TIC's, las cuales facilitaron los cálculos que fueron inevitables a lo largo del trabajo.

**Palabras clave:** Teoría de juegos, agentes, estrategias, utilidad, axiomas, juegos no cooperativos, juego dinámico, economía, interacción, juego extensivo, conflicto armado, gobierno, efectividad.

## Abstract

This thesis was made in order to include based on more recent data considered relevant in the Yuri Gorbaneff and Flavio Jacome model in 2000 between the state and a guerrilla group, from a historical elements, taking into account attempts failed approach of different governments assuming the subversive groups that did not reach a final agreement that does not take into account as negotiations, for which Colombia has become the country with the oldest conflict without negotiating the world <sup>2</sup>. For this theory of games, where the main definitions that need to be clear in the development work we studied are provided. When making decisions the help of TIC's was necessary, which facilitated the calculations were inevitable during the work.

**Keywords:** Theory of games, players, strategy, utility, axioms, noncooperative games, dynamic game, economy, interaction, extensive game, armed conflict, government, effectiveness

---

<sup>1</sup>Vicenç Fisas y Escola de Cultura de Pau, Anuario de procesos de paz 2012

<sup>2</sup>Vicenç Fisas y Escola de Cultura de Pau, Anuario de procesos de paz 2012

# Contenido

<b>Agradecimientos</b>	<b>VII</b>
<b>Resumen</b>	<b>IX</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Teoría de Juegos</b>	<b>4</b>
2.1. Cronología . . . . .	4
2.2. ¿Qué es? . . . . .	5
2.3. Una clasificación de los juegos . . . . .	6
2.4. Representación de Juegos . . . . .	7
<b>3. Conflicto Armado Colombiano</b>	<b>9</b>
3.1. Inicios . . . . .	9
3.2. Evolución . . . . .	11
3.3. Actualidad . . . . .	13
<b>4. Modelo en tres etapas</b>	<b>14</b>
4.1. Etapa 3: La familia campesina . . . . .	16
4.2. Etapa 2: Las FARC . . . . .	19
4.3. Etapa 1: El gobierno colombiano . . . . .	20
4.4. Equilibrio de Nash . . . . .	21
4.5. Análisis Cuantitativo . . . . .	21
4.5.1. Familia campesina . . . . .	22
4.5.2. Las FARC . . . . .	23
4.5.3. El Gobierno . . . . .	24
<b>5. Conclusiones y trabajo futuro</b>	<b>25</b>
5.1. Conclusiones . . . . .	25
5.2. Trabajo futuro . . . . .	27
<b>Bibliografía</b>	<b>28</b>

# 1 Introducción

Colombia enfrenta uno de los conflictos guerrilleros-gobierno más antiguos del mundo; dicho conflicto se puede estudiar evolutivamente en diferentes periodos. El primer periodo (1958-1982) en el cual se pasa de una violencia bipartidista con el frente nacional a una subversiva por la aparición de las primeras guerrillas de izquierda ELN, FARC, M-19, entre otros; la última netamente urbana, las dos primeras rurales, que nacen en una etapa que el pueblo se encontraba inconforme con el gobierno y que el mundo estaba en el auge del comunismo, en principio aparecen como guerrillas campesinas que luchan por el pueblo y sus tierras; hecho por el cual no se le prestó la atención debida dado que no afectaba al poder político del país; El segundo periodo (1982-1996) se caracteriza por el fortalecimiento de las guerrillas y su proyección política, la aparición de los grupos paramilitares y el posicionamiento del narcotráfico. En el tercer periodo (1996-2005) se identifica particularmente por el recrudecimiento de la guerra y el narcotráfico y se concibe una solución militar al conflicto y el sector campesino ha sido el más afectado. El cuarto periodo (2005-2012) marca el mayor grado de eficacia militar frente a las guerrillas y el último (2012-Actualidad) la intensificación de la guerra, las negociaciones en la Habana con las FARC en las que se busca un acuerdo de paz pero que aun así sigue afectando a los campesinos y todos los sectores rurales ya que la ausencia del estado facilita que las filas de estos grupos se acrecienten con los campesinos día tras día.

La teoría de juegos en la actualidad desempeña un papel importante en áreas como las matemáticas aplicadas, la economía, la biología, la sociología, entre otras. Sus comienzos no son muy remotos, de hecho, no más de medio siglo atrás se encontraron dos refugiados de la Segunda Guerra Mundial en una reunión realizada en la Universidad de Princeton, uno de ellos, el matemático húngaro-judío John von Neumann y el otro, Oskar Morgenstern economista austriaco, quienes años después y como fruto de dicho encuentro, publicaron, en 1944 *Theory of Games and Economic Behavior*, libro en el que se estudian estructuras formalizadas de incentivos, llamadas *juegos*, en los que se llevan a cabo procesos de decisión, conjuntamente con la escogencia de estrategias óptimas.

El estudio de los juegos ha dado paso a dos vertientes: los *juegos no cooperativos*, asociados a "individuos" o agentes egoístas que toman sus decisiones *independientemente* unos de otros, y los *juegos cooperativos*, en donde los mismos agentes, al considerar que la cooperación los puede beneficiar, forman coaliciones.

Pese a este interés, en los procesos de negociación se combinan aspectos de cooperación y de conflicto, lo que decididamente le da el carácter de juego. Las situaciones que pueden

declararse como una negociación son muy frecuentes y existen varios ejemplos de ello: la asignación de tareas domésticas, las conversaciones de paz entre dos países en guerra, las decisiones entre empresarios con trabajadores, etc.

En este trabajo se parte del modelo de Yuri Gorbaneff y Flavio Jácome en 2000 entre el estado y un grupo guerrillero, exponiendo condiciones en las cuáles el conflicto no continua y condiciones en las cuáles si continua, incluyendo elementos recientes, además puntos de vista diferentes a los autores que potencialmente tienen implicaciones en el modelo y su solución y aplicando dicho modelo al caso específico de las FARC; en el capítulo 1, encontrará un preámbulo sobre la teoría juegos, sus inicios, significado, clasificación, modos de representación. En el capítulo 2, un recorrido histórico del conflicto armado colombiano teniendo en cuenta la aparición de las guerrillas de izquierda, su evolución y todos los factores que influyen en el sostenimiento del conflicto especialmente sobre las FARC. En el capítulo 3, se desarrolla el modelo en tres etapas. Se utiliza inducción hacia atrás para encontrar una solución en un modelo en el que se tiene en cuenta el papel del campesino, el grupo subversivo y el gobierno, con una representación de juegos en forma extensiva.

## 2 Teoría de Juegos

### 2.1. Cronología

A través del lente de la teoría de juegos se puede reconocer la evolución de la teoría económica, de las matemáticas aplicadas y de modelos que responden a situaciones de interacción. Se ha pasado de planteamientos simplemente “teóricos” a optimizar los resultados en diferentes sectores como las finanzas, la industria, las ingenierías, la política, entre otros.<sup>1</sup>

Año	Acontecimiento
1713	James Waldegrave da la primera demostración matemática para un caso de dos jugadores
1838	Antoine Augustin Cournot publica una solución teórica al caso de dos jugadores.
1928	John von Neumann presenta una serie de artículos sobre el tema.
1930	Frederik Zeuthen publica <i>Problems of Monopoly and Economic Warfare</i> .
1944	John von Neumann junto con Oskar Morgenstern publican <i>Theory of Games and Economic Behavior</i> .
1950	Albert W. Tucker presentó formalmente “el dilema del prisionero”, fundamental en la teoría de juegos. John Forbes Nash, bajo la dirección de Albert W. Tucker, se doctora con una tesis sobre juegos no cooperativos, que incluye lo que más tarde se denominó como <i>el equilibrio de Nash</i> .
1965	Reinhard Selten introdujo su concepto de solución de los equilibrios perfectos del subjuego, que más adelante refinó el equilibrio de Nash.
1967	John Harsanyi desarrolló los conceptos de la información completa y de los juegos bayesianos.
1970	Paul Samuelson gana el Premio Nobel de Economía, por sus contribuciones a la teoría estática y dinámica.
1982	En biología John Maynard Smith introduce el concepto de estrategia evolutivamente estable.

---

<sup>1</sup>Tony Crilly (2011). *50 cosas que hay que saber sobre matemáticas*. Ed. Ariel.

1994	John Harsanyi desarrolló los problemas de información inherentes a todo problema de interacciones, John Nash definió y conceptualizó la existencia del equilibrio que adopta su apellido "equilibrio de Nash" y Reinhard Selten estudió la dinámica de los juegos; por lo cual ganan el Premio Nobel de Economía.
2005	Thomas Schelling y Robert Aumann ganan el premio Nobel de Economía, por sus aportes a la comprensión de los conflictos y la cooperación por medio del análisis de la teoría de juegos. Schelling contribuyó a la aplicación creativa de la teoría de juegos a la resolución de importantes problemas económicos, políticos y sociales; trabajó modelos dinámicos al estudiar el calentamiento global como un problema de negociación. Aumann fue el primero en realizar un análisis formal de los juegos infinitamente repetidos, teniendo como resultado el <i>Teorema de Folk</i> , además fue el primero en definir el concepto de equilibrio correlacionado, el cual es tu tipo de equilibrio en los juegos no cooperativos siendo más flexible que el clásico equilibrio de Nash.

## 2.2. ¿Qué es?

La teoría de juegos estudia modelos de interacción y toma de decisiones en situaciones de conflicto. En un principio fue destinada para pronosticar comportamientos económicos, pero tomó importancia durante la guerra fría luego de la finalización de la Segunda Guerra Mundial, cuando fue utilizada en el diseño de estrategias militares, especialmente bajo el concepto de destrucción mutua garantizada, que formalizaron John von Neumann y Oskar Morgenstern por ese tiempo.

El acontecer de conflictos reales y las decisiones tomadas por los agentes involucrados están sometidos a un gran número de variables, así que se requiere de un prototipo de interacción como los juegos. Su estructura básica considera:

- Jugador o agente: parte interesada en la situación.
- Estrategia: cada posible acción de los jugadores, dentro de un marco de reglas establecidas.
- Conjunto de estrategias: las posibles estrategias u opciones que tiene cada jugador.
- Pago o utilidad: es una medida de la satisfacción del jugador por una estrategia en particular.
- Equilibrio: estrategia más conveniente para todos los jugadores.

De otra forma, un juego no es otra cosa que un proceso de elección de estrategias por parte de agentes que esperan un pago proveniente del otro jugador o por alguna otra fuente. Sin embargo, la utilidad no es el único criterio de elección, los jugadores indagan acerca de prioridades comparativas que determinada estrategia les proporciona es decir, qué beneficio obtiene cada uno al elegir las distintas estrategias, que no necesariamente representen una utilidad monetaria. En conclusión los juegos se caracterizan por: agentes involucrados, pagos y decisiones.

## 2.3. Una clasificación de los juegos

La teoría cataloga los juegos dependiendo del método específico para hallar la solución, las más comunes incluyen:

- Juegos simétricos y asimétricos
  - Simétricos: son aquellos en que la utilidad depende de las estrategias que utilice el otro jugador y no de quién las juegue. Si las identidades de los jugadores pueden intercambiarse sin que se modifiquen las recompensas de las estrategias, entonces el juego es simétrico. Por ejemplo, las representaciones estándar del juego del gallina<sup>2</sup>, el dilema del prisionero<sup>3</sup> y la caza del ciervo<sup>4</sup>.
  - Asimétricos: en donde no hay conjuntos de estrategias idénticas para ambos jugadores. Por ejemplo, el juego del ultimátum<sup>5</sup> y el juego del dictador<sup>6</sup>, tienen diferentes estrategias para cada jugador.
- Juegos de suma cero y de suma no cero
  - Suma cero: en los que el beneficio total para todos los jugadores en cada combinación de estrategias siempre suma cero; en otras palabras, un jugador se beneficia solamente a expensas de otros. El *go*, el ajedrez, el póquer y el juego

<sup>2</sup>El *juego del gallina* consiste en dos automovilistas que se dirigen uno contra el otro a gran velocidad. Si uno de ellos se aparta, pierde un poco de estatus social por cobarde, mientras que el otro lo gana. Si ambos se apartan, ninguno pierde nada, mientras que si ambos siguen, se estrellan y se matan.

<sup>3</sup>El *dilema del prisionero* trata dos sospechosos que son arrestados por la policía y deben decidir si cooperan o no con la justicia y dependiendo de ello habrá variación en la pena que les imputaron. Si uno confiesa y su cómplice no, el cómplice será condenado y el primero será liberado; si uno calla y el cómplice confiesa, el primero será condenado y el cómplice quien salga libre. Si ambos confiesan, ambos serán condenados a la misma pena; si ambos lo niegan, todo lo que podrán hacer será encerrarlos por un cargo menor.

<sup>4</sup>La *caza del ciervo* considera dos lobos que deben decidir entre cazar un conejo o cooperar y cazar un ciervo, dependiendo de ello, uno come y el otro no, o ambos comen.

<sup>5</sup>Se explicará más adelante en las formas de representación.

<sup>6</sup>El *juego del dictador* es similar al juego del ultimátum. La diferencia consiste en que el dictador decide cómo es la división del dinero entre él y otro jugador conocido como receptor.

del oso, son ejemplos de juegos de suma cero, porque se gana exactamente la cantidad que pierde el oponente.

- Suma no cero: son aquellos donde la ganancia de un jugador no corresponde a la pérdida de otro.
- Juegos cooperativos: en estos, dos o más jugadores no compiten, si no que se esfuerzan por alcanzar el mismo objetivo y por lo tanto ganan o pierden, como un grupo. En otras palabras, es un juego donde grupos de jugadores o coaliciones pueden adoptar comportamientos cooperativos, ya que el juego es una competición entre coaliciones de jugadores más que entre jugadores individuales.
- Juegos no cooperativos: los jugadores toman decisiones independientemente para su beneficio, lo cual no impide que en algunos casos esto pueda favorecerlos a todos, como puede ocurrir en los juegos cooperativos.
- Simultáneos y secuenciales: en los juegos simultáneos los jugadores juegan al mismo tiempo o desconocen los movimientos anteriores de los otros jugadores. En los juegos secuenciales o dinámicos, los jugadores tienen algún conocimiento de las acciones previas. Este conocimiento no es necesariamente perfecto, es decir, el jugador no posee toda la información existente respecto al juego. Por ejemplo, un jugador puede saber que otro jugador no escogió una determinada acción, pero no saber cuál de las otras acciones disponibles eligió.
- Juegos de información perfecta: en éstos, cada jugador conoce los “movimientos” que han efectuado previamente los demás jugadores.
- Juegos con información completa: son los que requieren que cada jugador conozca las estrategias y recompensas del resto, pero no necesariamente las acciones o decisiones.

## 2.4. Representación de Juegos

La forma en que se visualiza un juego, permite claridad en las opciones disponibles y los posibles resultados del juego según cada elección de los jugadores. Además posibilita distinguir muchas veces las diferentes clases de juegos.

1. Forma normal o estratégica: a partir de una bimatriz de pagos, en la cual aparecen los jugadores, sus estrategias y su utilidad o pago por cada combinación de estrategias.
2. Forma extensiva: se emplean árboles donde cada vértice o nodo es un punto donde el jugador toma decisiones, los números situados junto al vértice indican el jugador.

Las líneas que parten del vértice son las estrategias para el jugador que señala el vértice. Los pagos se especifican en las hojas del árbol.

La diferencia entre los juegos secuenciales y simultáneos radica en su forma de representación, debido a que se interpretan de forma extensiva y normal, respectivamente.

A continuación se ejemplifican las dos formas de representación anteriores, para el *juego del ultimátum*.

El jugador 1 hace una oferta, F o U, al jugador 2, para proponer la repartición de diez unidades monetarias y el jugador 2 decide si acepta o rechaza tal oferta (A o R). Si el jugador 1 decide jugar con su estrategia F y el jugador 2 acepta, ambos obtienen cinco unidades; si el jugador 1 juega con su estrategia U y el jugador 2 acepta entonces el jugador 1 se lleva ocho unidades y el jugador 2, los restantes. Si los jugadores no llegan a un acuerdo, es decir, el jugador 2 rechaza, no habrá torta que repartir y ambos se quedarán sin ganancia alguna. En la siguiente bimatriz vemos la representación en forma normal o estratégica de este juego:

		Jugador2	
		A	R
Jugador1	F	(5,5)	(0,0)
	U	(8,2)	(0,0)

Figura 2-1

Y el árbol que aparece a continuación, su representación en forma extensiva

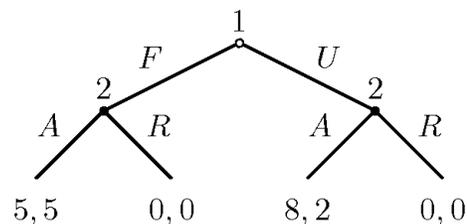


Figura 2-2

## 3 Conflicto Armado Colombiano

Es importante tener claro que el conflicto armado colombiano no es un problema actual sino que ha sido un problema recurrente en nuestra historia que ha conllevado una transformación política, social y económica del país. A continuación se hará un recorrido histórico donde el lector podrá tener una visión general de lo que ha sido el conflicto armado hasta nuestros días.

### 3.1. Inicios

Después del periodo de independencia tanto Colombia como los países pertenecientes a la zona política de Hispanoamérica entraron en una etapa de consolidación sociopolítica que bajo la influencia directa de los movimientos revolucionarios que se habían gestado en Europa y por los cuales se hacía cada vez más clara la imperiosa necesidad de restablecer el orden social de los pueblos envueltos en episodios de guerra y, con la intención de unificar todos los estamentos de la sociedad reducto de la época colonial, asumían confiadamente diferentes tipos de estado nación sobre los cuales se pretendía oficializar un modelo de gobierno participativo y económicamente solvente. Esta situación permitió que durante la segunda mitad del siglo XIX, las regiones que antes pertenecían a la Nueva Granada y que ahora se hallaban en la disyuntiva de tener la obligación histórica de ser protagonista y responsable de los intereses y las necesidades reales de los pueblos andinos y sectores sociales, sin tener una identidad nacional visible, empezaron a asumir roles impuestos por disposición de algunos sectores populistas que de manera considerable truncaron el desarrollo económico del prospecto soberano de país. Ahora bien este conjunto de elementos dispares sugería políticamente tres aspectos por los que se iniciaría, en la inestable y primigenia nación colombiana, la cultura de la intolerancia y la violencia, a saber, las luchas campesinas por la reivindicación de los derechos de las minorías así como la abolición de la esclavitud. La implementación de la educación laica como garante democrático de los fines hacia los cuales debía orientarse la identidad nacional de un nuevo estado; las disputas por el territorio y su relación directa con los medios de producción y el comercio campesino entre centralistas y federalistas de manera sistemática fue generando inequidad en la distribución de la tierra y la propiedad privada. Los regionalismos fuertemente marcados por los intereses latifundistas de los grandes terratenientes que abogaban por la instauración de un modelo confederado de gobierno que

les permitiera influir directamente sobre los comerciantes, campesinos y líderes políticos, de esta manera se mantendría la división cultural de un país que debatía, no con elemento de razón e ideas, el modelo que necesitaba implementar. Por tanto, los procesos de unificación del modelo estado nación colombiana fueron un escenario sumamente convulsionado por las guerras y los desacuerdos en materia de intereses particulares más que políticos; desde los líderes tanto federalistas como centralistas que propendían por la disgregación y la sectorización de un pueblo alienado y empobrecido. Además no se puede obviar el hecho de que las ideologías predicadas por los sectores políticos, los centralistas y los federalistas, estuvieron notablemente influenciadas por la intención de consolidar una constitución que satisficiera los gobiernos de turno y según las estrategias de repartición territorial. La conformación de los partidos políticos, liberal y conservador, presupone la preexistencia de las corrientes políticas euro centristas tradicionales que durante los siglos XVIII y XIX tuvieron su apogeo en la escena social latinoamericana y por ende el contexto colombiano. Al respecto se deben exponer los criterios por los que tanto liberales como conservadores decidieron constituir de manera formal y de carácter permanente sus agendas políticas direccionadas socialmente en programas políticos establecidos con el fin de emplazar el poder económico y el control de los estamentos jurídicos de la República de Colombia.

La hegemonía ejercida bajo el amparo oficialista de un sistema gobierno tradicionalmente centralista daba como consecuencia directa la división y la discriminación social para entonces el país se encontraba dividido entre federalistas y centralistas donde por razones políticas y sociales, surgieron grupos de campesinos y perseguidos políticamente, con el fin de hacer frente a estos hostigamientos. Ahora bien tanto los centralistas como los federalistas necesitaban hacerse con el poder oficial del estado colombiano por aspectos cuyas consecuencias ulteriores fueron socialmente de doble índole, a saber, la organización política de las regiones provinciales y la pertinencia jurisprudencial de las reformas políticas. Los centralistas estimaban necesario la focalización del ejercicio ejecutivo tanto de los estamentos del poder oficial como de las decisiones gubernamentales que tenían como objeto direccionar de forma controlada el desarrollo económico y social del país sin desligarse de las nociones republicanas de la influencia europea. Por otro lado los federalistas veían en la división y constitución autónoma de las regiones colombianas la forma más coherente de empoderar el protagonismo histórico y político de las poblaciones locales de Colombia, este proceso estaba llamado a ser el referente directo de la restructuración profunda de los sistemas de gobierno tradicionalistas. Este cambio de los liberales estaba mediado por las formas jurídicas que demandaban la autonomía legal y participativa de las regiones, motivo por el cual los centralistas veían con escepticismo que la presumible disgregación del estado y sus formas locales de gobierno fortalecería de alguna manera los cambios necesarios para una nación tradicionalmente ideologizada. Si bien los federalistas, después llamados liberales veían en el desarrollo y evolución del sistema de justicia la oportunidad para hacer de la abolición de la esclavitud un eje sobre el cual podría gra-

uitar su plan político, asumieron con similar intensidad el reconocimiento jurídico de los sectores sociales humanos que no habían sido tenidos en cuenta hasta entonces, el sector campesino no reconocido como particulares sino como un movimiento campesino oficialmente legitimado por el estado soberano suponía una nueva manera de concebir las formas de producción agrícolas, celosamente monopolizadas y potenciadas durante el inicio del siglo XIX, que exigía una nueva identidad cultural de carácter estatutario. Así mismo los centralistas, posteriormente conservadores no pretendían la autonomía de las regiones colombianas debido a la potencial peligrosidad de las ideas provenientes de las corrientes socialistas europeas y cuyos receptores principales estaban conformados por los sectores mercantiles y campesinos de las nacientes ciudades capitales de Colombia. Esta concepción requería que tanto la iglesia católica como los líderes políticos articularan de manera vertical el sistema de gobierno así como el plan operativo político, que desde una fundamentación iusnaturalista, adjudicara estabilidad y control político en todos los ámbitos de la población, tanto civil como rural. Sobre esta base establecida desde los derroteros germinales de los partidos tradicionales colombianos es preciso establecer la noción de las categorías sociales que permitieron entender y desarrollar el panorama político colombiano durante el primer cuarto del siglo XIX, a saber, la identificación social de las clases obrera campesina e industrial capitalista. Posteriormente, se recrudece el conflicto por el poder entre liberales y conservadores en el periodo de 1940 a 1958 donde las persecuciones políticas aumentaron y el país quedo envuelto entre el partido liberal y el conservador, pero el hecho que genero el auge del conflicto fue el asesinato del líder liberal Jorge Eliécer Gaitán que para este momento era el candidato más opcionado a la presidencia, este acto genero gran descontento en la población colombiana tanto que las protestas por este hecho fueron de tal magnitud que se generó el llamado “Bogotazo”, para ese momento los liberales fueron perseguidos, lo que suscitó un desplazamiento masivo de estos a los campos, los cuales crearon grupos armados para defenderse de los ataques conservadores que al pasar los años se convirtieron en los hoy conocidos grupos subversivos o guerrillas.

## 3.2. Evolución

El periodo histórico siguiente fue el “Frente Nacional” que principalmente estableció una relativa paz en el país, lo que generó que las guerrillas entraran en cierto receso en las actividades subversivas y comenzara su participación en política debido a la inclusión de líderes subversivos desmovilizados en el partido opositor de esta época (Partido ANAPO<sup>1</sup>). Para entender mejor este periodo histórico debemos tener presente que la organización del sistema político del frente nacional era alternar el poder entre liberales y conservadores, cada partido con dos periodos de cuatro años.

---

<sup>1</sup>Alianza Nacional Popular

Al finalizar el Frente nacional en 1974 el gobierno comenzó a mostrar intenciones de negociar con los grupos subversivos, pero solo hasta el año 1982 con Belisario Betancur Cuartas suscitó un avance en la negociación con las guerrillas, se logró establecer un cese de actividades subversivas con la condición de que se les permitiera a estos grupos su participación en aspectos políticos por lo cual se creó el partido político Unión Patriótica (UP), Esta llamada “paz” no duro mucho tiempo debido a los actos violentos cometidos contra los líderes del partido UP, el movimiento revolucionario M-19 que hacia parte de este partido político tomo la decisión de realizar uno de los actos más atroces, la toma al palacio de justicia en 1985 con el fin de poner en juicio al presidente de esta época Belisario Betancur Cuartas, después de casi 27 horas de toma quedó un saldo aproximado de 98 muertos y 11 desaparecidos. Luego de este acto atroz el gobierno decidió acabar los diálogos con las guerrillas, estos diálogos solo se reiniciaron hasta el gobierno del presidente Virgilio Barco en el que después de varios intentos al fin se firmó la desmovilización del M-19, estos desmovilizados pasaron a formar parte de partidos políticos de izquierda con ideología progresista. Respecto al grupo subversivo de las FARC que también formo parte del UP, ellos no decidieron realizar diálogos. La creación de las FARC-EP (Fuerzas Armadas Revolucionarias de Colombia, Ejército del pueblo) surgen con la intención de hacer frente a la opresión que las caras políticas estaban aplicando a la población en aquella época, esta fuerza revolucionaria fue reconocida como un grupo terrorista debido a los actos cometidos contra el gobierno de Carlos Lleras Restrepo. El 27 de mayo de 1964, en el marco de la operación militar gubernamental contra Marquetalia, se produce el primer combate que marca la fecha simbólica de fundación de las FARC. La orientación general de Marulanda apunta a unificar los estados y allí despegaba a una lucha prolongada para la toma del poder en unión con la clase obrera y todo el pueblo trabajador<sup>2</sup>.

Al finalizar la época de terror con el narcotráfico y los carteles el grupo subversivo de las FARC tomo fuerza en el país y comenzó la crisis para el país en este aspecto. Las FARC alcanzaron a tener el poder de casi toda Colombia y solo hacia el 2000 el ejército colombiano le hizo frente con ayuda de países como Estados Unidos, Inglaterra, entre otros; que ayudaron económicamente a Colombia para afrontar esta guerra, aunque en la época de 1995 al 2005 Colombia estuvo envuelta en secuestros a personajes prestantes del país, tomas de ciudades, parlamentos y actos de terrorismo contra la población civil, esto generó que la población civil cansada en algunos sectores crearan las AUC (Autodefensas Unidas de Colombia) para protección de sus propiedades y adquisiciones. 32 países (incluida Colombia), entre ellos todos los miembros de la Unión Europea así como los países de Chile, Perú, Estados Unidos, y Canadá consideran a las FARC como una organización terrorista desde 2001. En el gobierno de Álvaro Uribe Vélez se pone en funcionamiento la ley de justicia y paz que permite la desmovilización de las AUC; luego muy polémica; en este gobierno también se generan fuertes golpes a las fuerzas revolucionarias como el abatimiento de Manuel Marulanda Vélez y Alfonso Cano que permitieron que las fuerzas

<sup>2</sup>¿Quiénes somos y por qué luchamos? FARC-EP <http://www.farc-ep.co/>

revolucionarias cedieran y permitieran un dialogo con el gobierno el cual se lleva a cabo desde el 4 de septiembre de 2012.

### **3.3. Actualidad**

En este momento se está llevando a cabo el proceso de paz con las FARC a pesar de que estas no entregarán sus armas hasta que no cambie la estructura social del país a una en que las riquezas estén mejor distribuidas. Proponen un nuevo sistema democrático para Colombia con justicia social y autodeterminación nacional. Su objetivo principal es la conquista, el mantenimiento del poder y dentro de la agenda de negociación esta clara la intención de este grupo subversivo en política ya que hace parte de la agenda de negociación.

Tras más de 50 años de conflicto armado en Colombia no se ha alcanzado un acuerdo y ninguna de las partes tanto el gobierno como los grupos subversivos han logrado sus objetivos y la violencia sigue generando una transformación social y económica junto con la militarización de gran parte del país infundando una cultura de miedo en la sociedad civil que ha sido la principal víctima de este conflicto.

Los diferentes grupos subversivos (FARC, ELN, BACRIM...) están en una etapa donde han decidido entrar en diálogos con el gobierno por la creciente efectividad militar de los últimos años y un descenso en la cantidad de combatientes por desmovilizaciones o abatimientos.

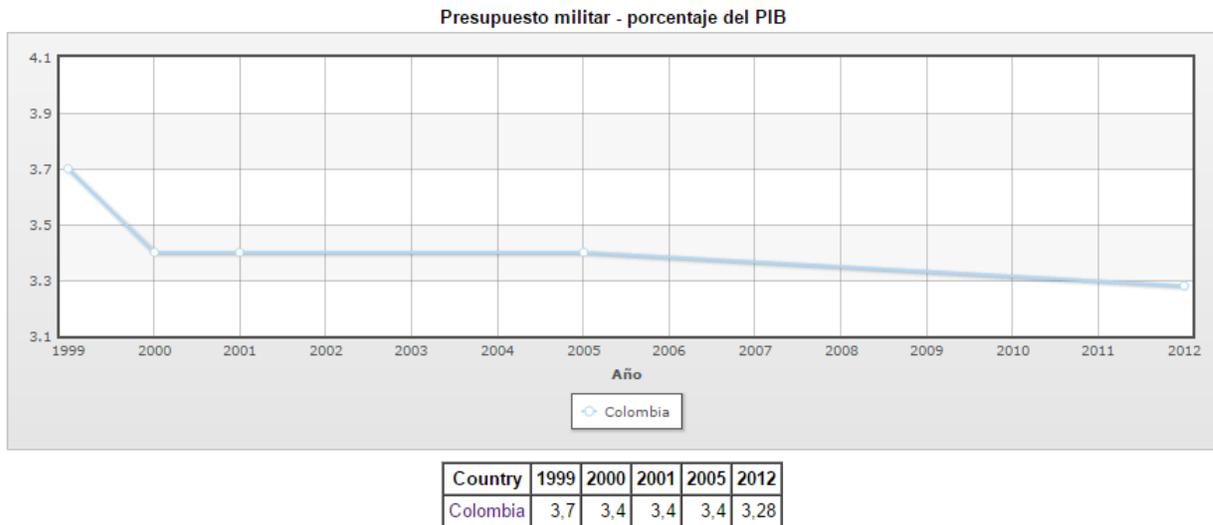
## 4 Modelo en tres etapas

La trascendencia del conflicto armado en diferentes partes del mundo ha conllevado a que sea tema fundamental en las investigaciones de diversos autores. Yuri Gorbaneff y Flavio Jácome en 2000 realizaron una recopilación de estas donde expresan especialmente el modelo planteado por Grossman y lo aplican al conflicto armado en Colombia.

Ahora, dimensionar los costos económicos del conflicto en nuestro país es un tema que divide a la sociedad por las grandes cantidades que se invierten y que al parecer no permiten un desarrollo equitativo en nuestro territorio. Este tema a pesar de ser constante en nuestra historia ha tomado auge en los últimos años dado que desde el 2012 el presidente Juan Manuel Santos divulgó el inicio de los diálogos de paz con las FARC.

Paul Collier (citado por Pizarro, 2004, p. 237), propone cinco ángulos desde los que se pueden analizar los costos de una guerra del tipo colombiano de los cuales los más importantes a analizar son: La desviación, que refiere a los recursos que deben usarse para el conflicto (adquisición de armamento, municiones, atención a víctimas, reinserción...) y la pérdida acumulada, que se mide a través del aumento o descenso del PIB por este concepto. Juliana Castellanos en su libro *¿Cuánto nos cuesta la guerra?* (2014) indica que el 17,9% del presupuesto nacional se invierte en este aspecto y que en la última década se han gastado aproximadamente 230 billones de pesos para sostener la guerra, que podrían ser invertidos en vivienda, educación, infraestructura, entre otros; en este gasto está incluido el salario de un soldado regular que es 2 millones de pesos aproximadamente más armamento y municiones; a esta cifra se le puede anexar que desde 1991 hasta 2013 se ha destinado en promedio según *Stockholm International Peace Research Institute SIPRI* 3,27% del PIB en gastos de defensa y en 2014 se designó 3,4% en el mismo aspecto. Es importante tener en cuenta que así se firme el acuerdo de paz con las FARC, existen grupos alternos como el ELN, las Bacrim, organizaciones delincuenciales, sin dejar de lado el gasto del postconflicto que no permitirá que este porcentaje disminuya. En el gráfico 4-1 se puede apreciar según *Index Mundi* el presupuesto militar vs. PIB desde 1999 hasta 2012 que para 2014 el PIB fue 377,7 mil millones de dólares (Banco Mundial), teniendo en cuenta el porcentaje utilizado serían 12,84 mil millones de dólares en presupuesto militar aproximadamente.

Según la UIAF (Unidad de Información y Análisis Financiero) del Ministerio de Hacienda las FARC pueden verse como una empresa en la cual sus finanzas son muy prometedoras ya que anualmente reciben: 23000 millones de pesos por impuestos a narcotraficantes, 7000 millones de pesos por alquiler de pistas clandestinas, 7154 millones de pesos en mi-



**Figura 4-1**

crotráfico, 88560 millones de pesos por secuestros, 71241 millones por abigeato<sup>1</sup> y 1 billón que se clasifica en otros (hurtos, extorsiones y donaciones) pero uno de los parámetros que se encontró fue que el secuestro según la DEA ha disminuido porque las FARC ahora se dedica principalmente a la minería ilegal especialmente a la explotación del COLTAN que representa 3 millones de dólares mensuales de los cuales China participa contribuyendo medio millón de dólares (Insight Crimen). Obtener datos de este grupo subversivo es muy complicado a pesar de que cuentan con 12 páginas web activas, su organización interna y sus verdaderas finanzas son un misterio. Salomón Kalmanovitz escribió el documento “El impacto económico del conflicto interno colombiano y un escenario de paz”. El economista, catedrático y ex codirector del Banco de la República, calculó que el presupuesto anual de las FARC sería de 3,6 billones de dólares, de los cuales no se destina para salarios para combatientes solo se les da un subsidio mensual a sus familias que oscila entre 150000-200000 pesos ya que sus combatientes se unen por convicción a sus filas; otro dato importante es que sus finanzas en los últimos años han mejorado por la disminución de combatientes en sus filas ya sea por desertión o por abatimientos. En 2005, las FARC contaban con una nómina cercana a los 16.000 combatientes (el doble de hoy) y 136 subestructuras armadas, que le generaba unos gastos considerables.

Este trabajo se acogerá a lo planteado por Gorbaneff y Jácome modelando un juego en tres etapas solucionándolo con inducción hacia atrás para hallar un equilibrio de Nash perfecto en subjuegos, incorporándose al modelo la minería ilegal (COLTAN); donde la tercera etapa optimiza la estrategia de la familia campesina y esta solución se incorpora a la segunda etapa donde se evalúa las posibilidades del grupo guerrillero y finalmente

<sup>1</sup>Robo de ganado

teniendo en cuenta las soluciones anteriores se resuelve la primera etapa del juego, para nuestro caso el gobierno colombiano. La finalidad del modelo consiste en hallar los determinantes del gasto en defensa a través de la utilidad en cada una de las etapas.

### 4.1. Etapa 3: La familia campesina

Cuando se trata el tema de las familias campesinas se tiene en cuenta las familias y empresas ya sea de índole rural o urbana como lo plantea Grossman “...un modelo económico formal de revoluciones debe identificar los agentes de toma de decisiones de la sociedad, incluyendo a los participantes potenciales en una revolución, y debe especificar los objetivos de estos agentes, las estrategias disponibles para ellos, y las limitaciones a las que se enfrentan. Estas limitaciones incluyen tanto una tecnología estándar de la producción, por el cual los recursos se transforman en ingredientes, y una tecnología de la revolución, por el cual los recursos se transforman en un resultado revolucionario probabilístico. Los agentes de toma de decisiones en la actual teoría son el gobernante en ejercicio, el líder potencial de una revolución, y un gran número de familias de trabajadores o campesinos, quienes son los productores. Las familias de trabajadores campesinos o no son parte de la clientela de la regla predominante o la potencial clientela del líder revolucionario”. En el modelo se tiene en cuenta que estas familias campesinas pueden dedicarse a diferentes actividades, entre ellas: al trabajo en una empresa constituida, al servicio militar, a la agricultura (trabajo casero de subsistencia), la insurgencia o la minería ilegal. De estas actividades las dos últimas ponen al campesino como un agente al margen de la ley, pero representan un rubro mayor que las otras actividades, pero el costo puede ser perder su libertad, como agente racional y según datos estos agentes no ven este parámetro con importancia por la inoperancia o inexistencia de la justicia en algunos puntos geográficos del país. La utilidad esperada de una familia campesina es:

$$U_c = W_t L + W_s S + W_E E + \left(W_i - \frac{\theta IN}{SN}\right) I + \gamma(48n - L - S - I - E)^2 \quad (4-1)$$

Donde

- $W_t$  es el sueldo típico para la economía, que los campesinos ganan en el sector formal.
- $L$  es el tiempo dedicado por una familia campesina al sector formal.
- $W_s$  es el sueldo que ganan los campesinos en el servicio militar. El gobierno paga a los militares y policías el sueldo típico de la economía por tanto se podría asumir

---

<sup>2</sup>Acá se concibe el modelo de manera diferente al propuesto por Gorbaneff y Jácome dado que los valores se estaban tomando como relativo y la S significaba dos cosas diferentes dentro del mismo por tanto fue necesario cambiarlo a valores absolutos, donde el 48 refiere el número de horas máximas que se puede trabajar la familia campesina a la semana en Colombia y n el promedio de miembros por familia campesina que son activos para el trabajo.

que  $W_t = W_s$ , aunque existen casos en que este salario puede aumentar dependiendo del riesgo que represente su labor, esto se evidencia también en algunas profesiones civiles.

- $S$  es el tiempo dedicado al servicio militar
- $W_E$  es el sueldo que un campesino puede ganar al dedicarse a la minería ilegal (COLTAN, oro...).
- $E$  es el tiempo dedicado por una familia campesina a la minería ilegal.
- $W_i$  es el sueldo máximo que un insurgente puede ganar, sin dejar de lado los descuentos que según el nivel de riesgo que hace el gerente subversivo.
- $\frac{\theta I}{S}$  Es el grado de impunidad que depende positivamente del tamaño del grupo subversivo y la organización del mismo y negativamente del número de soldados.
- $\theta$  representa la efectividad comparada de los insurgentes contra los soldados. Es una razón entre la gestión del grupo subversivo y el gobierno.

Pero al respecto  $\theta$  es tomado como un parámetro aproximado según datos encontrados de efectividad entre el gobierno y las FARC, porque según la definición del modelo original es una variable cualitativa y para efecto de la simulación no podría ser tomada. Gorbaneff y Jácome  $\theta$  lo interpretan como sigue: Teniendo en cuenta que un grupo subversivo es una empresa en ella existe un gerente que se encarga de inducir a otros a seguirle, sin obligación alguna el agente en este caso las familias campesinas racionalmente pueden decidir si seguirlo o no. Este efecto que puede causar el gerente se puede modelar como la diferencia entre los niveles mínimo ( $e$ ) y óptimo ( $e^*$ ) del esfuerzo que despliegan los empleados, asegurando que sus empleados desplieguen el mayor esfuerzo, entonces

$$\theta = \frac{(e_i^* - e_i)}{(e_s^* - e_s)} \quad (4-2)$$

donde,

- $e_i^*$  es el esfuerzo óptimo de los subversivos, desde el punto de vista del gerente.
- $e_i$  es el esfuerzo mínimo de los subversivos, según el contrato de trabajo.
- $e_s^*$  es el esfuerzo óptimo de los soldados.
- $e_s$  es el esfuerzo mínimo de los soldados, según el contrato de trabajo.
- $\Delta e_i = (e_i^* - e_i)$  es la variación del esfuerzo (siempre mayor al mínimo) de los subversivos, que se debe a la capacidad de gestión del gerente subversivo.

- $\Delta e_s = (e_s^* - e_s)$  es la variación del esfuerzo de los soldados (siempre mayor al mínimo), que se debe a la capacidad de gestión del gobierno.

Cuando aumenta la capacidad de gestión del gerente subversivo y el tamaño de las FARC, el elemento  $\frac{I}{S}$  aumenta y el salario de los subversivos disminuye.  $\gamma$  es el retorno marginal<sup>3</sup> del tiempo dedicado a la producción casera.  $\gamma > 0$  (utilidad del ocio).  $(1-L-S-I-E)$  es el tiempo dedicado por la familia campesina a la producción de subsistencia o al ocio. El tiempo dedicado a todas las actividades suma una unidad. Ahora, es claro que una persona no puede dividir su vida en diferentes ocupaciones distintas, una familia si lo puede hacer donde  $L+S$  representan el tiempo dedicado a actividades legales mientras que  $I + E$  representa el tiempo dedicado a actividades ilegales con las FARC o la minería ilegal. El campesino realmente no puede elegir si no en quedarse en casa o dedicarse a la ilegalidad porque  $L$  lo decide el sector privado y  $S$  el gobierno. Entonces, el problema de la familia campesina es:

$$\max_I U_c = W_t L + W_s S + W_E E + (W_i - \frac{\theta I}{S}) I + \gamma(48n - L - S - I - E) \quad (4-3)$$

Las condiciones de primer orden ( $U'_c$ ) generan:

$$U'_c = W_i - \frac{2\theta I}{S} - \gamma$$

Y despejando  $I$  e igualando a 0 obtenemos

$$I = (W_i - \gamma) \frac{S}{2\theta} \quad (4-4)$$

Que es la función oferta de trabajo de las FARC por los campesinos. La segunda derivada ( $U''_c$ ) asegura la concavidad de la función de utilidad de la familia campesina y por tanto un máximo global en  $U_c$ .

$$U''_c = \frac{-2\theta}{S} \quad (4-5)$$

Cuando  $W_i - \gamma > 0$  el salario ofrecido por las FARC es mayor que el de otras actividades, las FARC pueden existir. Cuando  $W_i - \gamma \leq 0$  no existe incentivo para que un campesino pueda dedicarse al trabajo con las FARC. Pero al incluir la minería ilegal se genera una condición importante  $W_i \geq W_E$  para que las FARC subsistan y los campesinos sean incentivados a trabajar con ellos y no en la minería ilegal pensando que el incentivo principal para el campesino es el dinero.

<sup>3</sup>El retorno marginal (también llamado producto marginal) se define como la respuesta adicional de producción al último aporte unitario de recurso utilizado.

## 4.2. Etapa 2: Las FARC

El gerente juega el papel de un empresario: contrata y paga a los campesinos para que sirvan como insurgentes. En contraste con Gorbaneff en el modelo las FARC son revolucionarios ya que persiguen el objetivo de capturar el poder, que es uno de los puntos de la agenda de negociación de las FARC en la Habana, donde plantean un programa político que tal vez no sea apoyado por el votante promedio y que se está evaluando actualmente su pertinencia. El gerente, siendo un ser económico racional, evalúa las FARC como un proyecto de inversión, en términos de costo-beneficio. El problema del líder es:

$$\max_{W_i} U_F = \Upsilon t_i \frac{\theta I}{S} + V \frac{\theta I}{S} - (W_i - \frac{\theta I}{S}) IN - K \quad (4-6)$$

donde

- $U_F$  Es la utilidad del grupo subversivo las FARC.
- $\Upsilon$  es el PIB de Colombia.
- $t_i$  es el porcentaje que constituye la apropiación de las FARC. Es específicamente del tributo sobre PIB que las FARC colocan en forma de como se expreso anteriormente (secuestro, abigeato, impuesto a narcotraficantes...) que se traslada a los ciudadanos en el alza de los precios y que termina pagando la economía. Depende directamente entonces de  $\frac{\theta I}{S}$  la capacidad de cobrar este tributo.
- $V$  es la ganancia de las FARC en base a otras actividades (microtráfico, minería ilegal y esta también depende de  $\frac{\theta I}{S}$ ). Es importante saber que el narcotráfico y la minería ilegal quitan ganancias a las FARC si no se cumple  $W_i \geq W_E$ .
- $N$  es la cantidad de familias campesinas en el país.
- $(W_i - \frac{\theta I}{S}) IN - K$  es el costo de mantener el grupo subversivo.
- Como las FARC se comportan como una empresa, su gerente puede plantear que el parámetro de decisión es el salario insurgente  $W_i$ .
- $K$  son otros costos, como la reposición de material de combate o gastos médicos.

La primera derivada  $U'_F$  en base a  $W_i$  igualando a 0 y despejando, la condición de primer orden será:

$$W_i = \frac{\theta(t_i \Upsilon + V)}{NS} \quad (4-7)$$

La segunda derivada de la función utilidad  $U''_F$  en base a  $W_i$  garantiza la concavidad de la función  $U_F$  y un máximo.

$$U''_F = \frac{-NS}{2\theta} \quad (4-8)$$

Cuando la capacidad de gestión del gerente aumenta obtiene mayores ingresos por ende puede pagar mejores salarios a los que se unan a su empresa igualmente sucede con el PIB. En cambio es inversamente proporcional la cantidad de soldados con la capacidad de gestión y pago del gerente a su grupo subversivo. Ahora, el resultado en este punto del juego es el siguiente:

$$I^* = \frac{(t_i \theta \Upsilon) - (NS\gamma) + (V\theta)}{2NS} \quad (4-9)$$

Se evidencia entonces que las FARC dependen directamente del impuesto rebelde sobre la economía ( $t_i$ ), del tamaño de los ingresos por otros conceptos y claramente de la capacidad de gestión del gerente pero esto es inverso a la cantidad de soldados que disponga el gobierno.

### 4.3. Etapa 1: El gobierno colombiano

Como la finalidad del gobierno es mantener la estabilidad socio-económica de Colombia, entonces se puede modelar como sigue:

$$\max_S U_G = (\Upsilon - \Upsilon t_i \frac{\theta I}{S})^2 \quad (4-10)$$

$\Upsilon - \Upsilon t_i \frac{\theta I}{S}$  es la apropiación de las FARC del PIB. La diferencia entre el tributo subversivo y el PIB es lo que el gobierno pretende maximizar, esta diferencia se encuentra al cuadrado para garantizar su continuidad y derivabilidad. La variable de decisión del gobierno es  $S$ , que al introducir el resultado de las etapas anteriores, el gobierno se enfrenta a lo que sigue:

$$\max_S U_G = (\Upsilon - \Upsilon t_i \frac{\theta t_i \theta \Upsilon - NS\gamma + V\theta}{2NS S})^2 \quad (4-11)$$

Al derivar  $U_G$  respecto a  $S$  e igualar a 0 y despejar, se obtienen las condiciones de primer orden:

$$S^* = \frac{\theta t_i (t_i \Upsilon + V)}{N(\gamma t_i + 2)} \quad (4-12)$$

$$NS^* = \frac{\theta t_i (t_i \Upsilon + V)}{\gamma t_i + 2} \quad (4-13)$$

Al realizar la segunda derivada ( $U_G''$ ) respecto a  $S$  se establecen condiciones para que el gobierno en su función de utilidad encuentre en el óptimo y es garantizando su concavidad es decir:

$$U_G'' = \frac{\theta t_i \Upsilon^2 (3(t_i)^2 \theta \Upsilon - 2\gamma N S t_i - 4NS + 3t_i \theta V)(t_i \Upsilon + V)}{2N^2 S^4} \quad (4-14)$$

En donde es suficiente para la concavidad se da  $3t_i \theta (t_i \Upsilon + V) < 2NS(\gamma t_i + 2)$ , la cual se cumple al ser  $N$  lo suficientemente grande. Para garantizar que los campesinos no

participen con las FARC es necesario que el gobierno propicie actividades alternas por lo menos tan rentables con las que ofrece el gerente subversivo. Es claro que la capacidad de gestión del Gobierno depende directamente de la capacidad de gestión del gerente subversivo, del tamaño del PIB, del tributo rebelde sobre la economía del país, así como del volumen de ingresos alternativos del grupo subversivo, y depende negativamente de la productividad del trabajo de subsistencia (ocio), sin dejar de lado lo rentable que es ahora ingresar a la minería ilegal.

## 4.4. Equilibrio de Nash

Al reemplazar el resultado del juego de la segunda etapa ( $I$ ) con el de la primera ( $S^*$ ), se obtiene:

$$W_i^* = \gamma + \frac{2}{t_i} \quad (4-15)$$

$$I^* = \frac{t_i \Upsilon + V}{N(\gamma t_i + 2)} \quad (4-16)$$

$$NI^* = \frac{t_i \Upsilon + V}{\gamma t_i + 2} \quad (4-17)$$

Entonces, el equilibrio de Nash perfecto en subjuego<sup>4</sup>  $ENPS = [NS^*, (W_i)^*, NI^*]$ . Este resultado verifica que el tamaño de las FARC depende directamente del impuesto rebelde sobre la economía, del volumen del PIB y de otros ingresos del gerente subversivo. En cambio, si crece la utilidad del ocio o minería ilegal, las FARC disminuye porque no es rentable para el gerente. El conflicto persiste mientras el gobierno no incentive a los campesinos a participar en otras actividades que sean igualmente rentables para ellos. Esto haría las FARC económicamente inviables porque no tendrían fuerza de trabajo, es por esto que sus filas han disminuido en los últimos años por los beneficios y subsidios que está ofreciendo el gobierno al campo, las desmovilizaciones y que esta creciendo otro problema de manera exponencial, la minería ilegal.

## 4.5. Análisis Cuantitativo

Para analizar el comportamiento de cada agente al variar los salarios se tomaron algunos valores que a lo largo del trabajo fueron encontrados<sup>5</sup>.

<sup>4</sup>Una estrategia es un equilibrio de Nash perfecto en subjuegos si genera un equilibrio en cada subjuego del original.

<sup>5</sup>Se encontraron inconvenientes en la modelación ya que este fue planteado para un análisis cualitativo y no cuantitativo

### 4.5.1. Familia campesina

Cuando se realizó una variación del salario que pueden recibir los campesinos en el sector formal teniendo en cuenta que el único incentivo para él es el dinero se obtuvo lo siguiente:

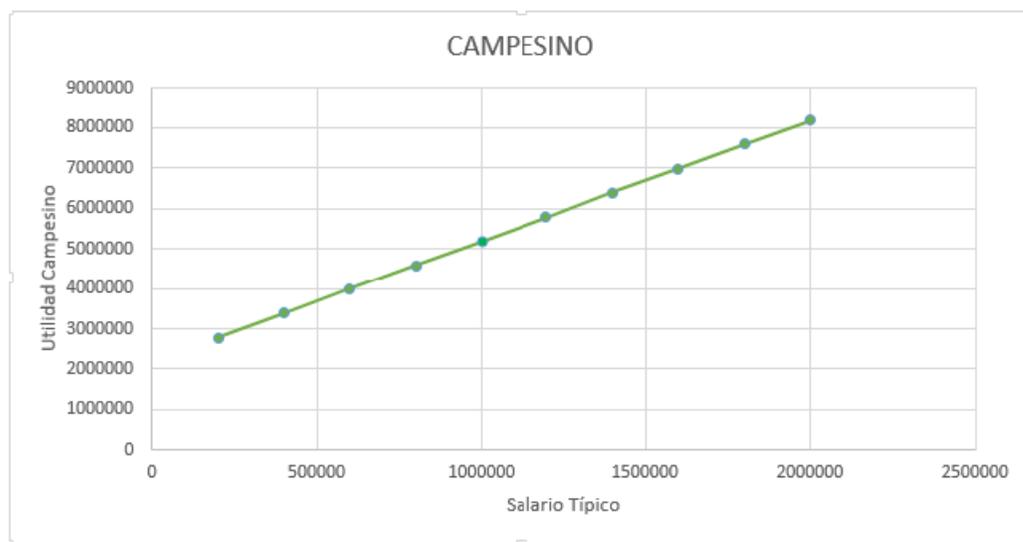


Figura 4-2

Los valores usados para modelar la utilidad del campesino fueron investigadas, pero algunas de ellas no se encontró un valor exacto por lo cual se le da un valor aproximado.

- $\theta = 0,035185185$  este valor se calcula con base a la cantidad de combatientes en las FARC respecto a la cantidad de soldados con los que cuenta el gobierno<sup>6</sup>.
- $\gamma = 1$  fue tomado de esta manera ya que en el modelo se declaró que este parámetro debía ser mayor que cero y es el tiempo que una familia campesina dedica al ocio.
- $W_i = 150000$  este salario es el que ganan aproximadamente los combatientes en las FARC y fue tomado de la UIAF del Ministerio de Hacienda.
- $W_S = 94000$  Salario devengado en el servicio militar.
- $W_E = 300000$  Salario devengado aproximadamente al dedicarse a la minería ilegal.
- $I = 6$  Tiempo aproximado dedicado por una familia a la insurgencia.
- $S = 4$  Tiempo aproximado dedicado por una familia al servicio militar.

<sup>6</sup>Todos los datos del ejército fueron entregados por el capitán del ejército Javier Alejandro Gálvis Ramírez, datos tales como promedio de salario, salario de los soldados campesinos y bachilleres y cantidad de efectivos del ejército

- $L = 3$  Tiempo aproximado dedicado por una familia al sector formal.
- $E = 3$  Tiempo aproximado dedicado por una familia a la minería ilegal.
- $n = 4$  Promedio de miembros productivos en una familia campesina.

Claramente si el salario ofrecido por el sector formal aumenta, la utilidad de la familia campesina aumentará.

### 4.5.2. Las FARC

Cuando se realizó una variación del salario que pueden recibir los combatientes en las FARC se obtuvo lo siguiente:

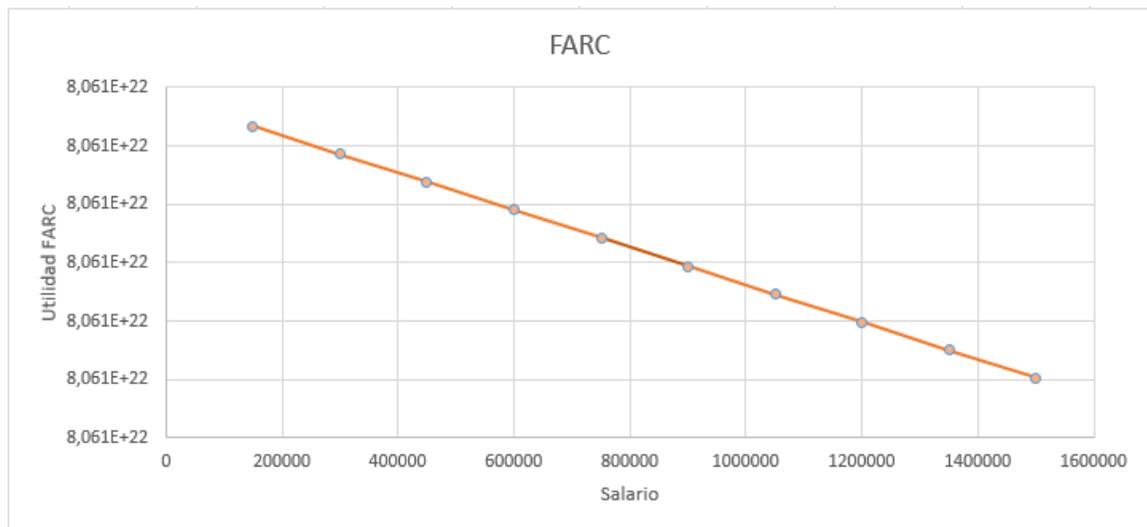


Figura 4-3

Los valores usados para modelar la utilidad de las FARC fueron investigadas y bastante difíciles de conseguir porque a pesar de contar con numerosas páginas sus finanzas aún pueden considerarse un misterio, por lo cual algunas son un valor aproximado.

- $\Upsilon = 3784000000000$  este valor representa el PIB del país dato tomado del Banco de la República.
- $\theta = 0,035185185$  este valor se mantiene igual en toda la modelación.
- $I = 8$  Tiempo aproximado dedicado por un combatiente a la insurgencia.
- $S = 4$  Tiempo aproximado dedicado por una familia al servicio militar.
- $N = 2000000$  Cantidad de familias campesinas en el país<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>Se toma un valor arbitrario ya que no se encontraron registros sobre ello.

- $K = 134000000$  Son otros costos que generan los combatientes.
- $V = 34500067800$  Promedio en las ganancias de las FARC por otros conceptos<sup>8</sup>.

La utilidad de las FARC se ve afectada si el salario de sus combatientes aumenta, por eso en los últimos años que ha disminuido la cantidad de sus combatientes, esta utilidad ha crecido.

### 4.5.3. El Gobierno

Cuando se realizó una variación del tributo sobre el PIB que las FARC colocan y que es trasladado a los ciudadanos en la economía se obtuvo lo siguiente:

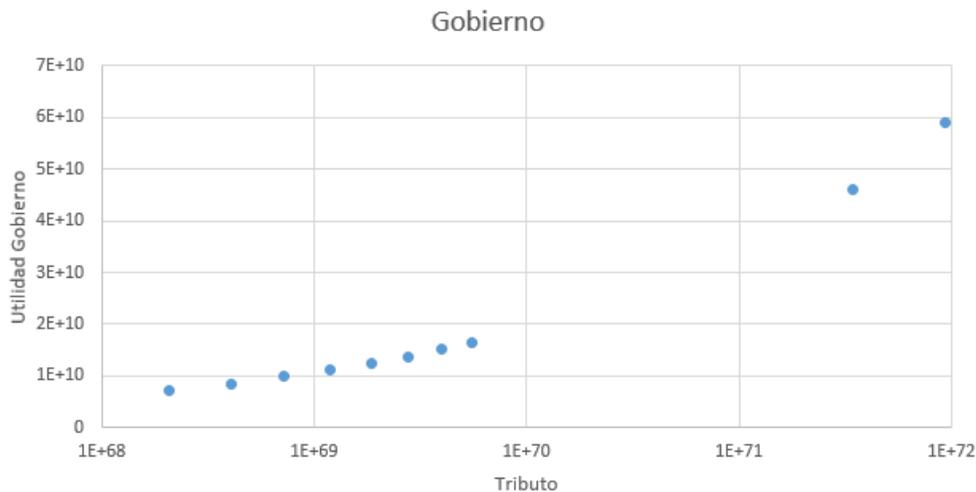


Figura 4-4

Los valores usados para modelar la utilidad del gobierno son los mismos usados en las etapas anteriores.

La utilidad del gobierno aumenta ya que al variar este tributo de manera ascendente, los impuestos, los precios, entre otros suben y es el ciudadano el que termina pagando por este hecho.

<sup>8</sup>Estos otros conceptos incluyen abigüeató, hurtos, extorsiones, donaciones y fueron tomados de Insight Crimen.

# 5 Conclusiones y trabajo futuro

## 5.1. Conclusiones

1. Al introducir la variable de minería ilegal se esperaba un impacto fuerte en el modelo planteado por Gorbaneff y Jácome, pero por la manera en que fue concebido el modelo no mostró mayor impacto pero si creó unas restricciones importantes dado el auge de la minería ilegal actualmente  $W_i \geq W_E$ .
2. Las FARC continuarán a menos que el gobierno incentive aún más a los campesinos a la formalidad, por medio de subsidios o salarios justos que sobrepasen lo ofrecido por los subversivos.
3. El gasto óptimo del gobierno en cuanto al conflicto depende directamente de la capacidad de gestión de las FARC, ya que si tienen una gestión creciente debe crecer el gasto y el porcentaje del PIB en este aspecto por ende los impuesto a la ciudadanía.
4. El PIB afecta a todos los agentes en este juego, pero su aumento hace que el tributo que recibe las FARC sea mayor en tanto el conflicto persiste. Entre menor sea la gestión del gobierno para formalizar el trabajo de los campesinos que para el modelo es  $L + S$  mayor es la gestión de las FARC ya que el desempleo genera que las familias campesinas tengan dos opciones, trabajar con las FARC ( $I$ ) o la minería ilegal ( $E$ ).
5. El comportamiento de un grupo subversivo como las FARC también se ve afectada en los cambios de gobierno, como se pudo evidenciar en el cambio de Uribe a Santos, donde el primero tenía debilitado este grupo al abatir sus principales cabecillas y con el segundo al ver cerca su fin por la eficiencia militar deciden negociar; de igual manera sucedió con el ELN con el fallecimiento de Manuel Pérez.
6. Como Gorbaneff y Jácome lo expresaron en las conclusiones de su trabajo; que es pertinente para el caso de las FARC en esta etapa donde se está negociando un tratado de paz; es que la firma de este tratado permitirá que se siga cobrando el impuesto rebelde sobre la economía pero de manera legal por el gobierno (lo que han llamado postconflicto) y las únicas fuentes de ingreso que no podrían “endosar” al gobierno sería el impuesto sobre el narcotráfico y lo que ahora representa uno de sus mayores ingresos la explotación del COLTAN.

7. El papel del campesino realmente depende de cómo “juegue” el gobierno y/o las FARC.
8. Al realizar el análisis cuantitativo se verifica que el conflicto armado en Colombia es sostenible porque tanto el gobierno como las FARC se ven beneficiados en las utilidades y que el único afectados realmente es el campesino que no tiene otra opción si no esperar y acogerse al lado que le genere más ganancias.

## **5.2. Trabajo futuro**

Se puede analizar el modelo con una aplicación al caso del ELN o las BACRIM desde un punto de vista distinto, donde puedan tener una incidencia clara variables como la minería ilegal o un modelo con una o dos etapas más donde intervengan las familias (no campesinas) y las empresas. Además la consecución de datos año tras año puede ser un excelente punto de partida para un análisis económico del conflicto o postconflicto.

# Bibliografía

- [AEBA] Laura Vanessa Hernández Cruz Andrea Eliana Barrera Ardila. Dynare. *Universidad Nacional de Colombia*.
- [And88] K. y Pines D. Anderson, P. Arrow. *The Economy as an Evolving Complex System*. Adison–Wesley Publishing Company, 1988.
- [Bin05] K. Binmore. *Fun and Games: A Text on Game Theory*. Houghton Mifflin College, 2005.
- [Cas14] Juliana Castellanos. *¿Cuánto nos cuesta la guerra?* Editorial Politénico Gracombiano, 2014.
- [Chu90] W. Chun, Y. y Thomson. *Games and Economic Behavior*, chapter Nash Solution and Uncertain Disagreement Points, pages 2, 213–223. 1990.
- [Cri11] Tony Crilly. *50 cosas que hay que saber sobre matemáticas*. Editorial Ariel, 2011.
- [dF52] B. de Finetti. *Giornale degli Econimisti e Annali de Economia*, chapter Sulla Preferibilita, pages 11, 685–709. 1952.
- [FE] FARC-EP. *¿quiénes somos y por qué luchamos?*
- [Gar95] R. Gardner. *Juegos para Empresarios y Economistas*. Antoni Bosch, 1995.
- [Gro99] Herschel Grossman. Kleptocracy and revolutions. *Oxford Economic Paper*, 51, 1999.
- [Hil80] D. y Sudderth W. Hill, B. Lane. *The Annals of Probability*, chapter A Strong Law for Some Generalized Urn Processes, pages 8, 2, 214–226. 1980.
- [Jor07] Vincent T. y Quincampoix M. Jorgensen, S. *Advances in Dynamic Game Theory and Applications*. Springer Verlag, 2007.
- [Luc57] H. Luce, D. y Raiffa. *Games and Decisions*. John Wiley and Sons, 1957.
- [Mon05] J. Monsalve, S. y Arevalo. *Un Curso en Teoría de Juegos Clásica*. Universidad Externado de Colombia, 2005.

- 
- [Mon10] S. Monsalve. *Básicas para Economistas, Volumen 3: Optimización y Dinámica*. Universidad Nacional de Colombia, 2010.
- [VN44] O. Von Neumann, J. Morgenstern. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press, 1944.
- [YG00] Flavio Jácome Yuri Gorbaneff. El conflicto armado en Colombia: Una aproximación a la teoría de juegos. ARCHIVOS DE MACORECONOMÍA 138, Departamento Nacional de Planeación Unidad de Análisis Macroeconómico, 2000.