



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Evaluación de políticas en el sistema de seguridad alimentaria de la ciudad de Medellín: un enfoque desde la accesibilidad económica.

Juan Pablo Posada Cardona.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de Sistemas
Medellín, Colombia
2011

Evaluación de políticas en el sistema de seguridad alimentaria de la ciudad de Medellín: un enfoque desde la accesibilidad económica.

Juan Pablo Posada Cardona.

Trabajo final de Maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería – Ingeniería de Sistemas.

Director:
Ph.D., Carlos Jaime Franco Cardona

Línea de Investigación:
Investigación de Operaciones.
Grupo de Investigación:
Grupo de Sistemas e Informática

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de Sistemas
Medellín, Colombia
2011

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la vida por traerme por estos caminos y mostrarme que la Ingeniería y los problemas sociales si van de la mano.

A mi familia, Martha Lucia, Francisco y Cristina por creer en mis capacidades y estar ahí en todo este largo trasegar.

A Sara, por ser el aliento incondicional de cada día, expresado en un amor infinito y desinteresado.

A Carlos Jaime Franco y a la Universidad Nacional de Colombia, este paso por la Universidad Publica me permitió conocer su grandeza. En esta institución reposa el verdadero conocimiento del país, allí aprendí realmente el significado de la palabra "Ciencia".

A la Alcaldía de Medellín, por ser mi gran fuente de información y conocimiento.

Resumen

El problema de la Inseguridad Alimentaria en las grandes concentraciones urbanas es una situación de alta complejidad y de fuertes dinámicas, debido a la presencia de realimentaciones, retardos y resistencias ante la implementación de políticas. En este trabajo se abordará el caso específico de Medellín, Colombia, una ciudad que para el año 2010 contaba con el 58,6% de su población en Inseguridad Alimentaria.

El problema es tratado a partir del enfoque sistémico del acceso económico a los alimentos y para ello se realiza un análisis sistémico y de complejidad a partir de la metodología propuesta por Axelrod y Cohen (1999) para con ello construir un modelo de dinámica de sistemas con un horizonte de simulación de 40 años, con el cual se analizan y evalúan cuatro políticas: el incremento en el presupuesto para asistencia alimentaria en un 7,5% y 15% del total del presupuesto del Municipio de Medellín, la reducción del costo de los alimentos en un 35% y 50% , el incremento de los índices de empleo llegando a un nivel de ocupación del 40% y el 48% y la disminución del desplazamiento forzado hacia Medellín en un 50% y en 80% a partir de los niveles actuales.

Los resultados obtenidos revelan que el problema de la Inseguridad Alimentaria desde el acceso económico a los alimentos es un problema compuesto por ciclos de realimentación, retardos y no linealidades que le otorgan un carácter dinámico y complejo a la problemática. En cuanto a la evaluación de políticas se encontró que la disminución de los precios en los alimentos presenta mejores efectos en la

reducción de la Inseguridad Alimentaria en contraste con el aumento del presupuesto en Asistencia Alimentaria que fue la que peores resultados arrojó.

Palabras Clave — Dinámica de Sistemas, Modelamiento, Simulación, Políticas Públicas, Seguridad Alimentaria.

Abstract

The food insecurity problem in the large urban centers is a highly complex situation with a strong dynamic due the feedbacks, delays and resistance policy implementation presence. This work approaches the specific case of Medellin, Colombia, city with 58.6% food insecure population by 2010.

The problem is treated from a systemic approach of the economic food access. Therefore performed a systemic and complexity analysis from Axelrod & Cohen's methodology and it's build a system dynamics model with a simulation horizon of 40 years. we analyze four policies: to increase food aid budget to 7.5% and 15% Medellin Municipality's total budget; to reduce food costs by 35% and 50% , to increase employment rates reaching an occupancy rate of 40% and 48% and displacement decrease to Medellin in a 50% and 80% from current levels.

Results show that food insecurity problem, from food economic access it's a problem composed by feedback loops, delays and non-linearities that gives a dynamic and complex nature to the problem. Regarding the policies' evaluation was found that the decrease in food prices shows the best effects in the food insecurity reduction and the worst results with the increase in food aid budget.

Keywords — System Dynamics, Modeling, Simulation, Public Policy, Food Security.

Contenido

Resumen	IV
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	XII
1. Inseguridad alimentaria y pobreza	1
1.1. La pobreza en el mundo	1
1.2. De la pobreza a la inseguridad alimentaria	6
2. La seguridad alimentaria como problema de investigación	14
2.1. Acercamientos a la problemática de la seguridad alimentaria	14
2.2. Enfoque del trabajo final de maestría	21
2.2.1. Objetivo General	21
2.2.2. Objetivos Específicos	21
2.2.3. Alcance del Trabajo	22
3. La inseguridad alimentaria desde el enfoque sistémico.	23
3.1. Seguridad alimentaria: ¿Por qué desde un enfoque sistémico?	24
3.2. Análisis sistémico de la seguridad alimentaria	26
3.2.1. Agentes	26
3.2.2. Estrategias	29
3.2.3. Artefactos	31
3.3. El carácter dinámico del sistema de seguridad alimentaria	31
3.3.1. Ciclo de Realimentación de la Pobreza en la Ciudad de Medellín	32
3.3.2. Ciclo de Realimentación de la Intervención y Asistencia Estatal	37

3.3.3. Ciclos de Realimentación del Desplazamiento y Atractividad de la Ciudad de Medellín.....	44
4. Propuesta de explicación de la inseguridad alimentaria en Medellín	49
4.1. El modelamiento como apoyo para la toma de decisiones	50
4.2 La dinámica de sistemas para el modelamiento de la problemática de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín	51
4.3. Modelo de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín	56
4.3.1. Propósito y Alcance del Modelo	56
4.3.2. Horizonte de Tiempo del Modelo	57
4.3.3. Hipótesis Dinámica – Diagrama Causal – de la Inseguridad Alimentaria en la Ciudad de Medellín desde el acceso económico a los alimentos	58
4.4. Validación del modelo de simulación de la inseguridad alimentaria.....	61
4.4.1. Prueba de Evaluación de la Estructura	63
4.4.2. Prueba de Consistencia Dimensional.....	63
4.4.3. Prueba de Evaluación de Parámetros.....	64
4.4.4. Prueba de Condiciones Extremas.....	64
4.4.5. Prueba de Reproducción del Comportamiento.....	72
5. Evaluación de políticas para el mejoramiento de la inseguridad alimentaria.	75
5.1. Políticas para el mejoramiento de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín	76
5.1.1. Política de aumento de la disponibilidad de alimentos vía asistencia alimentaria.....	79
5.1.2. Política de mejoramiento del sistema abastecimiento alimentario por medio del cual se obtengan menores costos en los alimentos.....	82
5.1.3. Política de contención del desplazamiento	85

5.1.4. Políticas económicas de reducción del desempleo	88
5.2. Análisis y evaluación de las políticas simuladas	91
6. Conclusiones y trabajos futuros	96
6.1. Conclusiones.....	96
6.1.1. Conclusión Aumento del Presupuesto Público para Asistencia Alimentaria	98
6.1.2. Conclusión Política de Disminución en el Costo de los Alimentos.....	99
6.1.3. Conclusión Política de contención y disminución del Desplazamiento hacia Medellín	100
6.1.4. Conclusión Políticas Económicas de Reducción del Desempleo	100
6.2. Trabajos futuros	102
Anexo a: ecuaciones del modelo	103
Anexo b: prueba de consistencia dimensional	108
Anexo c: prueba de evaluación de parámetros	110
Referencias	111

Lista de figuras

Figura 1-1: Personas en pobreza extrema	2
Figura 1-2: Porcentaje de la Población de Colombia en situación de pobreza	3
Figura 1-3: Simulación de las principales variables de importancia mundial por medio del modelo World – 3	7
Figura 1-4: Personas Sub-Nutridas en el Mundo o en Inseguridad Alimentaria	11
Figura 1-5: Seguridad Alimentaria en Colombia – Encuesta ENSIN 2010	12
Figura 1-6: Seguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín.	12
Figura 2-1: Las dimensiones de la Seguridad Alimentaria.	15
Figura 3-1: Agentes e interacciones del sistema de Seguridad Alimentaria en Medellín.....	29
Figura 3-2: Ciclos de refuerzo de la Inseguridad Alimentaria	33
Figura 3-3: Relación entre el Ingreso Percibido y el Nivel de Educación de la Población.....	36
Figura 3-4: Ciclos de Intervención estatal o de Balance a la Inseguridad Alimentaria.....	40
Figura 3-5: Ciclos Realimentación del desplazamiento y la atraktividad de la ciudad de Medellín.....	45
Figura 4-1: Proceso de Modelamiento a través de Dinámica de Sistemas	54
Figura 4-2: Hipótesis Dinámica de la Inseguridad Alimentaria en Medellín desde la Accesibilidad económica.....	59
Figura 4-3: Personas Cubiertas con Asistencia ante la situación extrema a	66
Figura 4-4: Personas en Inseguridad Alimentaria ante la situación extrema a	66
Figura 4-5: Personas sin Alimentos Suficientes ante la situación extrema a.....	67

Figura 4-6: Inmigración ante situación extrema b.	68
Figura 4-7: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria ante situación extrema b.	68
Figura 4-8: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria ante situación extrema C.	69
Figura 4-9: Personas sin Alimentos Suficientes ante situación extrema c.	70
Figura 4-10: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria - situación extrema d.	71
Figura 4-11: Personas en Inseguridad Alimentaria ante situación Extrema d.	71
Figura 4-12: Comportamiento de las Personas en Inseguridad Alimentaria Real y Simulada.	73
Figura 5-1: Comportamiento Base Variable: Personas sin Alimentos Suficientes. ...	78
Figura 5-2: Comportamiento Base Variable: Personas en Inseguridad Alimentaria.	78
Figura 5-3: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 15% del presupuesto Municipal.	80
Figura 5-4: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 15% del presupuesto Municipal.	80
Figura 5-5: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 7,5% del presupuesto Municipal.	81
Figura 5-6: Personas en Inseguridad Alimentaria ante inversión del 7,5% del presupuesto Municipal.	81
Figura 5-7: Personas sin Alimentos Suficientes ante reducción del 35% en el costo por caloría.	83
Figura 5-8: Personas en Inseguridad Alimentaria ante reducción del 35% en el costo por caloría.	83
Figura 5-9: Personas sin Alimentos Suficientes ante reducción del 50% en el costo por caloría.	84
Figura 5-10: Personas en Inseguridad Alimentaria ante reducción del 50% en el costo por caloría.	84
Figura 5-11: Personas sin Alimentos Suficientes al reducir el desplazamiento en un 50%	86

Figura 5-12: Personas en Inseguridad Alimentaria al reducir el desplazamiento en un 50%	86
Figura 5-13: Personas Sin Alimentos Suficientes al reducir en un 80% en el desplazamiento	87
Figura 5-14: Personas en Inseguridad Alimentaria al reducir el desplazamiento en un 80%	87
Figura 5-15: Personas sin Alimentos suficientes ante aumento al 48% de la población con ingresos.	89
Figura 5-16: Personas sin en Inseguridad Alimentaria ante aumento al 48% de la población con ingresos.	90
Figura 5-17: Personas sin Alimentos suficientes ante aumento al 40% de la población con ingresos.	90
Figura 5-18: Personas sin en Inseguridad Alimentaria ante aumento al 40% de la población con ingresos.	91

Lista de tablas

Tabla 2-1: Estado del arte de la problemática de la Seguridad Alimentaria desde la Dinámica de Sistemas	17
Tabla 3-1: Programas de Complementación Alimentaria – Alcaldía de Medellín. ...	39
Tabla 3-2: Informes técnicos y de percepción de la Seguridad Alimentaria en el ámbito internacional, nacional, departamental y local	41
Tabla 3-3: Presupuesto Priorizado por las comunidades para la Seguridad Alimentaria	42
Tabla 3-4: Diferencial del Índice de Desarrollo Humano en Antioquia.....	46
Tabla 5-1: Evaluación de las políticas para el mejoramiento de la Inseguridad Alimentaria implementadas sobre el modelo de Simulación.	93

1. Inseguridad alimentaria y pobreza

En este capítulo se realiza una revisión de la problemática de la Inseguridad Alimentaria tanto en Medellín como también en Colombia y a nivel mundial, presentando las dimensiones desde las cuales ha sido abordada la situación y en la cuales radica la dinámica y complejidad del problema, realizando un especial énfasis sobre el componente de acceso económico a los alimentos, como alcance de este trabajo. Además se presentan los orígenes de la Seguridad Alimentaria como área de estudio tanto para investigadores como para diseñadores de la política pública.

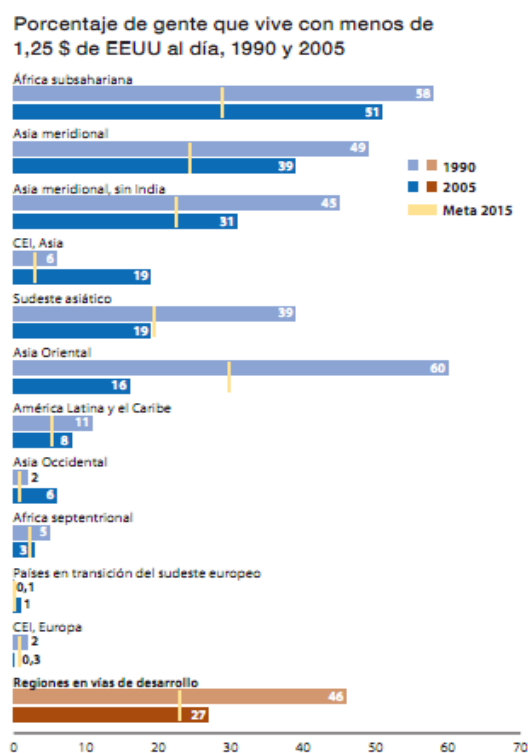
1.1. La pobreza en el mundo

La pobreza ha sido categorizada desde diferentes dimensiones, considerando desde las necesidades básicas insatisfechas, los ingresos destinados para la adquisición de alimentos en el hogar, la fracción de costos fijos frente a los ingresos y el total de los gastos frente a los ingresos obtenidos por el hogar (Hagenaars y De Vos, 1988); mientras que de manera formal ha sido asumida por los diferentes estados que integran la Organización de las Naciones Unidas -ONU- como una medida absoluta basada en el mínimo estándar de subsistencia (Rowntree, 1901). En este sentido, el Banco Mundial (2010) diseñó la medida que establece que personas que subsistan con menos de USD 2 diarios expresados en Paridad de Poder Adquisitivo para el año 2005 – PPA- se

consideran en situación de pobreza y en pobreza extrema a las que subsistan con ingresos inferiores a USD 1.25/día.

De acuerdo al informe de seguimiento a los Objetivos del Milenio en los que se acordó reducir a la mitad, entre 1990 y 2015, la proporción de personas con ingresos inferiores a USD 1,25/día en el mundo, se obtuvo, tal como se muestra en la Figura 1-1, que las diferentes regiones del mundo podrán cumplir en el año 2015 con la meta, a excepción de Asia occidental y África Subsahariana, porque de acuerdo a las mediciones las personas en condición de pobreza han pasado de 1800 millones en el 1990 a 1400 millones de personas en el año 2005 (ONU, 2010).

Figura 1-1: Personas en pobreza extrema - (Fuente: ONU, 2010)

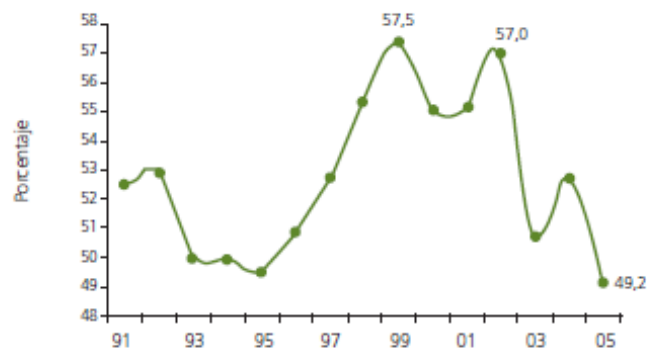


Para Colombia y América Latina, la medición de la pobreza difiere de la forma como esta es estimada por la ONU, dado que para esta región es utilizada la canasta normativa de

alimentos como herramienta, determinado como la línea límite de la indigencia¹ la estimación de los hogares que no tienen la posibilidad de acceder a los ingresos para adquirir dicha canasta y la línea límite de la pobreza como el producto entre el valor obtenido para la línea límite de indigencia y el inverso del coeficiente de Engel; este último corresponde a la proporción de gasto en los alimentos sobre el total del gasto en los hogares (Castaño y Nuñez, 2007; Hagenaars y De Vos, 1988).

De acuerdo a la canasta normativa elaborada para las diferentes regiones en Colombia, se encontró, que para el año 2005, el 49,2% de la población estaba por debajo de la línea de la pobreza, tal como se observa en la Figura 1-2. Mientras que la población que se situaba por debajo de la línea de la indigencia correspondía al 14,7% (Castaño y Nuñez, 2007)

Figura 1-2: Porcentaje de la Población de Colombia en situación de pobreza – (Fuente: Castaño y Nuñez, 2007)



¹ De acuerdo a las definiciones entregadas, el Límite de Indigencia es equivalente a la medición realizada para la Pobreza Extrema.

De esta forma, las estimaciones de la pobreza en Colombia vienen determinadas desde la capacidad con la que cuentan los hogares y las personas para la adquisición de los alimentos, de acuerdo a los requerimientos nutricionales, de tal manera que les sea posible desarrollar una actividad física normal.

Contextualizando la situación de Medellín, se tiene que la ciudad está dividida, de acuerdo a su organización político - administrativa, en 16 comunas y 5 corregimientos² las cuales conforman un territorio de 380,33 km², de los cuales 106,77 km² son considerados área rural y 273,56 km² (Municipio de Medellín, 2008), este territorio es ocupado por 2,343,040 personas (Alcaldía de Medellín, 2010b).

Por la responsabilidad de definir la nueva metodología nacional de estratificación socioeconómica otorgada al Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE – por la Presidencia de Colombia (2004) a través del decreto 262 de 2004, se determinó que dicha separación se ha de realizar de acuerdo a las características físicas y de entorno en la cual estén las viviendas que ocupan un territorio determinado, esta medición considera una escala de 1 a 6 para la clasificación, siendo 6 las viviendas con mejores condiciones. De acuerdo a esta metodología, en la ciudad de Medellín el 79,9% de la población se encuentra habitando viviendas clasificadas en los estratos 1, 2 y 3 (Alcaldía de Medellín, 2010b); lo cual indica que las viviendas en las que habitan se encuentran por debajo de la media o en los considerados estratos bajos.

Aunque la estratificación ha sido utilizada en Colombia para la asignación de subsidios en los servicios públicos domiciliarios (Conpes, 2005), realmente esta medida no entrega un estado de la situación de pobreza de los hogares que ocupan las viviendas, ya que en

²Los municipios en la Ciudad de Medellín se dividen políticamente en comunas y corregimientos.

ningún momento hace el gasto ó el ingreso como variable determinante de la clasificación.

Por tanto en Medellín, a pesar de tener el 79,9% de sus viviendas categorizadas en el estrato 3 o por debajo de este, la Misión para el Diseño de una Estrategia para la Reducción de la Pobreza y la Desigualdad – MERPD –, encontró que para el año 2005 la población en situación de pobreza de la ciudad alcanzo el 46%, mientras que la población en situación de indigencia (Pobreza extrema) ascendió al 8,5% de la población en Medellín (Castaño y Nuñez, 2007), estos datos fueron arrojados a través de la determinación de la canasta normativa de alimentos, por medio de la cual se determina el límite inferior de ingresos para que una familia u hogar se considere en condición de pobreza. Estas estadísticas permiten inferir por analogía, que el 46% de las personas de la ciudad no alcanzan a adquirir la canasta normativa de alimentos o lo que es igual a que estas personas no alcanzan a cubrir su requerimiento calórico mínimo diario; pero no implica que el 54% restante de la población no está en riesgo de no cubrir su requerimiento mínimo comenzándose a perfilar perfiles de riesgo de Inseguridad Alimentaria.

Por lo anterior, los ingresos de la población determinarán no solo el estado de pobreza, sino también el estado nutricional; dado que los sistemas alimentarios poseen como objetivo la generación de riqueza para quienes los administran, sin importar el cubrimiento de las necesidades básicas de las personas que no alcanzan el requerimiento calórico mínimo para llevar una vida saludable (Harriss y Crow, 1992).

1.2. De la pobreza a la inseguridad alimentaria

Al presentar cómo las diferentes mediciones de la pobreza son abordadas desde la cantidad de ingresos que destinan los hogares y las personas para la adquisición de alimentos y por ende a cubrir el requerimiento calórico mínimo diario, surge la nutrición como un problema determinante para el bienestar y el desarrollo humano integral, pasando por el ingreso como variable fundamental para esta situación (Sabates et al., 2001).

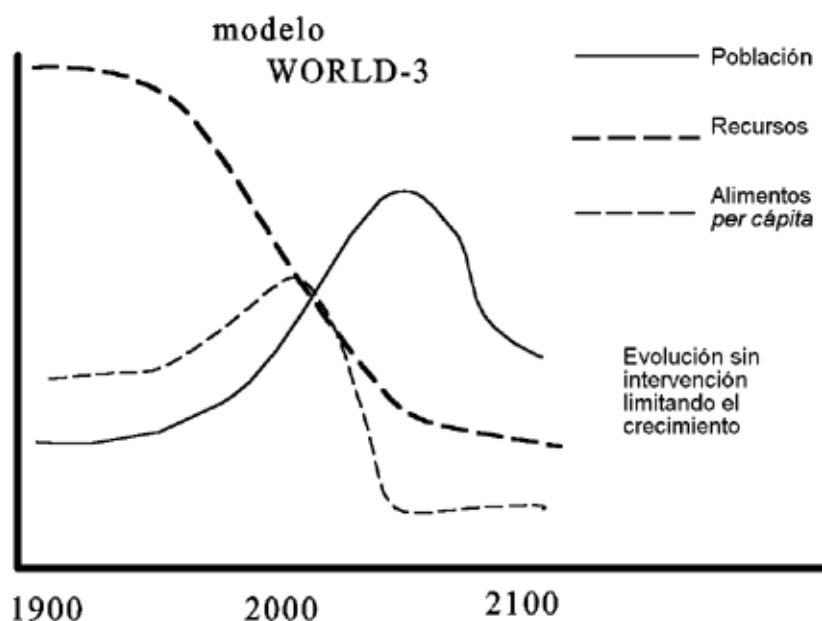
Por las altas prevalencias de desnutrición asociadas a los niveles de pobreza (Galván y Amigo, 2007), es cuando el término de Seguridad Alimentaria comienza a tomar fuerza en la sociedad, tanto así que ha sido un término de discusión mundial en diversos espacios de toma de decisiones, conllevando además a la creación de estamentos u organizaciones como lo es la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO – en el año 1945 la cual tiene por objetivo “Ayudar a Crear un Mundo donde nadie pase hambre” (FAO, 2011).

De manera inicial la lucha permanente de las naciones estaba concentrada en la superación del hambre en el mundo tanto así, que el año en el cual se decidió la creación de la FAO, era un año coyuntural en el ordenamiento de poderes en el mundo, dado que la Segunda Guerra Mundial acababa de terminar y el surgimiento de un nuevo ordenamiento mundial generaba grandes incertidumbres, entre ellas en la producción mundial de alimentos (FAO, 2011).

Adicional a ello, el problema de hambre se creía que poseía agravantes, ya que a mediados de la década de los 70' se pronosticaba que gracias a la explosión demográfica que vivía el mundo limitarían las capacidades de producción y de disponibilidad de alimentos desencadenando en una gran escasez de alimentos y por

ende en una gran hambruna en el mundo (Smith, 1998). Esta situación fue proyectada y validada, tal como se observa en la Figura 1-3, en el estudio denominado Los Límites del Crecimiento encomendado al Instituto Tecnológico de Massachusetts – MIT – por el Club de Roma y el cual fue dirigido por Meadows (1972), este a través de un modelo de simulación conocido como World-3, pronosticaba un colapso en el crecimiento de la población mundial y la producción de alimentos de continuar las condiciones que primaban en ese momento.

Figura 1-3: Simulación de las principales variables de importancia mundial por medio del modelo World – 3. (Fuente: Meadows et al, 1972).



Por la situación representada en la Figura 1-3, en la cual se proyectaba una disminución abrupta en la disponibilidad de alimentos para el año 2000, las discusiones en torno a la condición alimentaria mundial se centraron en la disponibilidad de alimentos (Smith y Maxwell, 1992). La necesidad de centrar los esfuerzos hacia la garantía de una suficiencia en la producción alimentaria en el mundo quedó registrada como el quinto logro de la Conferencia Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (1974), el cual

rezaba “*Por primera vez, la comunidad mundial decidió sentar las bases para la construcción de un Sistema de Seguridad Alimentaria que pueda garantizar en el futuro la disponibilidad de alimentos suficientes para todos a precios razonables*”.

Pero las discusiones en torno a la Seguridad Alimentaria se fueron tornando como una temática de alta complejidad y como una idea dinámica que ha experimentado transformaciones significativas desde su aparición pasando de los problemas de disponibilidad de alimentos en el mundo y exclusivamente ocasionado por el mercado, hacia el problema del acceso que tienen las personas y los hogares, concentrándose especialmente en los problemas concernientes a la accesibilidad económica, ingresos y la capacidad de trabajo que tienen los integrantes de un hogar (Carr, 2006; Couceiro, 2007).

La comprensión de la Seguridad Alimentaria exclusivamente desde la disponibilidad falló al suponer que no existía una relación de causalidad entre el acceso material y el acceso social (Maxwell, 1996), esta situación la comprendió la Organización de las Naciones Unidas a través de la FAO en la Cumbre Mundial de Alimentos (1996) donde los líderes de las naciones reunidos definieron la Seguridad Alimentaria como un estado en el cual “*todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a los alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida sana y activa*”, aunque el término de Seguridad Alimentaria se ha catalogado como difícil, y pretenciosa su definición y su medición dada la complejidad que encierra (Maxwell et al, 2008)

En la definición de la Seguridad Alimentaria, la Disponibilidad es considerada como parte de un proceso en el cual los hogares y las personas obtienen los alimentos suficientes para llevar una vida sana y activa; pero la definición no se queda allí, contempla además el aspecto del acceso económico a los alimentos, es decir, que es asumida como un tiempo de la nutrición en el ser humano y que no solo es conformada

por la disponibilidad física sino también económica (James, 2006; Couceiro, 2007); adicionalmente, y como un paso posterior al acceso, la definición también contiene el componente de consumo, considerando que los alimentos deben ser inocuos y nutritivos y que las condiciones previas a este proceso no son garantía sino existe una buena selección de alimentos para cumplir con los requerimientos nutricionales mínimos.

En Colombia la Seguridad Alimentaria tomó un papel preponderante al considerar desde Constitución Política (1991), en su artículo 44, la alimentación equilibrada como un derecho fundamental de los niños y además incluyó en los artículos 63, 64 y 65 como deberes del estado la protección de la producción agrícola y por ende la disponibilidad de alimentos.

De manera posterior, el estado Colombiano avanzó con acciones estructuradas en cuanto a la garantía y superación de la desnutrición y el mejoramiento de la situación alimentaria en el país, esto fue denominado como el Plan Nacional de Alimentación y Nutrición 1996 – 2005; el cual marcó un hito para el país al demarcar a la problemática nutricional y alimentaria como un problema multi-causal que debía ser abordado desde un enfoque multisectorial (CONPES, 1996), es decir, que ampliaba el espectro de actores nacionales a intervenir en la problemática. La política social y económica formulada en este plan cobró mayor importancia al trascender de una política de gobierno y convertirse en una política de estado al perdurando a través de tres periodos de Gobierno.

Desde entonces el marco normativo fue mejorando, buscando atender de manera más eficiente el problema alimentario y nutricional en el país, pero solo hasta el año 2006 a través del Consejo de Política Social y Económica - Conpes - el gobierno nacional adoptó la definición de Seguridad Alimentaria así: *“Seguridad alimentaria y nutricional es la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las*

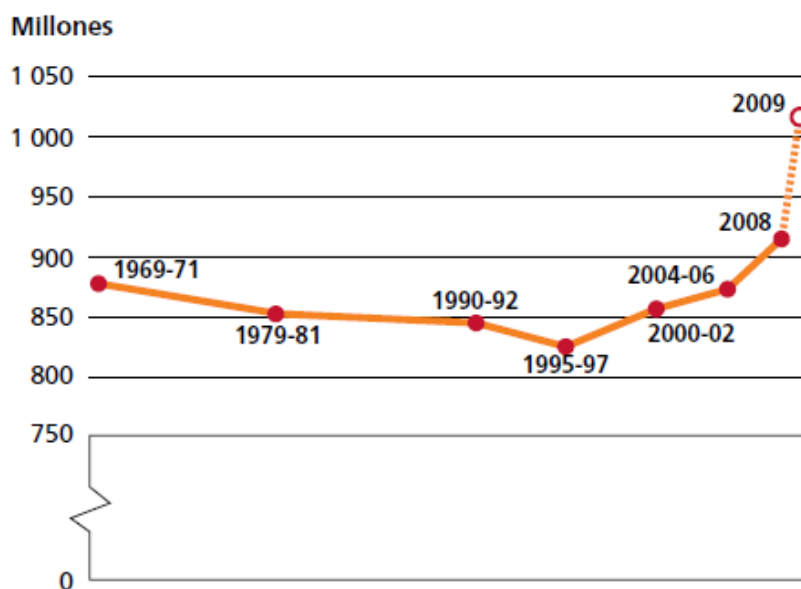
personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa” (CONPES, 2007).

La definición adoptada en Colombia considera la Seguridad Alimentaria como un proceso, que tiene como componentes: la disponibilidad, el acceso, el consumo y el aprovechamiento o utilización biológica de los alimentos.

Desde las definiciones abordadas de manera previa, se tiene que las mediciones de la Seguridad Alimentaria se han realizado desde diferentes enfoques, partiendo desde el nivel mundial a través de los informes entregados por la FAO (2009) en los que se expresa el estado de Inseguridad Alimentaria en el Mundo, hasta las mediciones Nacionales, Regionales y Locales, en los cuales se expresa el estado de Colombia ante esta problemática por medio de los informes de la Gobernación de Antioquia (2004), ICBF (2006) y Alcaldía de Medellín (2010).

Para la estimación de la Seguridad Alimentaria en el Mundo, la FAO utiliza la cantidad de personas sub-nutridas, lo cual quiere decir que la ingesta de calorías es inferior a la necesidad mínima de energía alimentaria. Para el año 2009 esta entidad estimó que en el mundo prevalecían 1020 millones de personas sub-nutridas, lo que ubica a este año como el peor desde 1970 tal como se aprecia en la Figura 1-4 (FAO, 2009).

Figura 1-4: Personas Sub-Nutridas en el Mundo o en Inseguridad Alimentaria (Fuente: FAO, 2009)

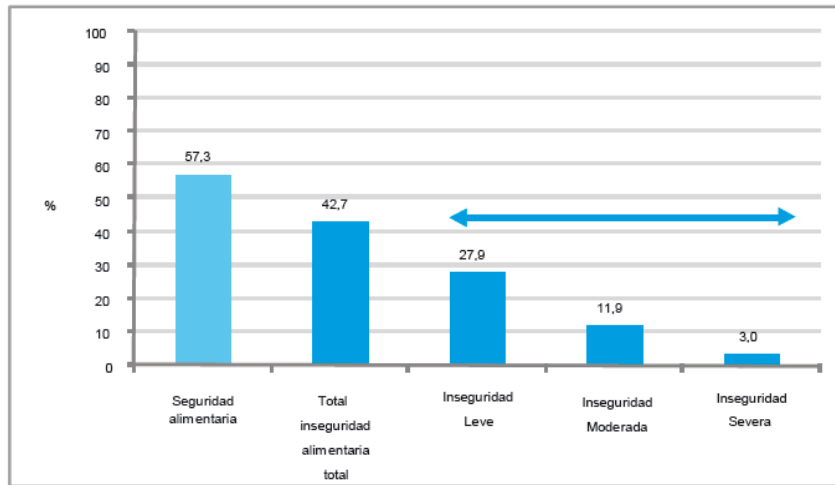


Para el caso de Colombia, la estimación de la Inseguridad Alimentaria se realiza a través de herramientas y variables diferentes, partiendo del Índice de Hambre desarrollado por Wheler (1992), el cual fue tomado y validado para una comunidad de Caracas, Venezuela, por Lorenzana y Sanjur (2000) considerándolo como la metodología para la medición de la Inseguridad Alimentaria en América Latina y la cual fue adaptada por Álvarez y sus colaboradores (2006) a través de la investigación realizada en 44 municipios y 1624 hogares del departamento de Antioquia, Colombia. A diferencia de la medición realizada por la FAO, la cual se soporta en un método objetivo y directamente cuantificable, esta metodología consiste en una encuesta de percepción de la Seguridad Alimentaria en los hogares a través de la realización de 12 preguntas en las que se indagaba por la disponibilidad de dinero para la adquisición de alimentos y la experiencia de hambre vivida por los integrantes del hogar.

Esta última adaptación realizada en Antioquia, fue oficializada por el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF – como método de medición de la Seguridad Alimentaria en Colombia para el año 2010, para esto el ICBF (2011) realizó la Encuesta Nacional de la

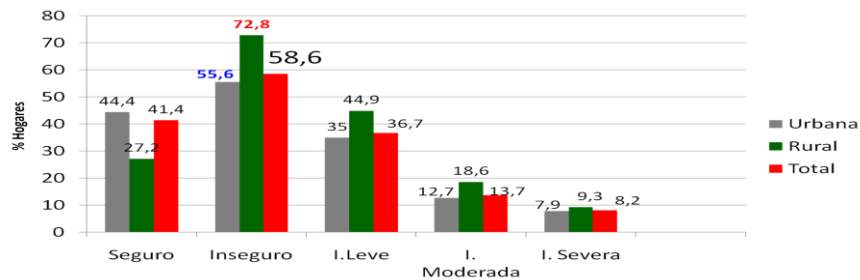
Situación Nutricional en Colombia – ENSIN –; en la que se encontró que el 42,7% de la población del país se encontraba en estado de Inseguridad Alimentaria, tal como se aprecia en la Figura 1-5.

Figura 1-5: Seguridad Alimentaria en Colombia – Encuesta ENSIN 2010 (Fuente: ICBF, 2011)



Para el caso de Medellín, la medición más reciente data del año 2010, el trabajo denominado: Caracterización de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de los hogares del municipio de Medellín a través Perfil Alimentario y Nutricional, se realizó bajo la metodología entregada por Álvarez (2006), y que arrojó como se observa en la Figura 1-6, que el 58,6% de la población de la ciudad se encontraba en situación de Inseguridad Alimentaria.

Figura 1-6: Seguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín. (Fuente: Alcaldía de Medellín, 2010a)



Después de contextualizar la existencia de la problemática tanto en ámbito internacional como nacional y de presentar cómo el problema de la Inseguridad Alimentaria afecta a más de la mitad de la población de la ciudad de Medellín, en el próximo capítulo se realiza un recuento crítico de la forma como la Seguridad Alimentaria ha sido abordada tanto como problema de investigación como también de acción política y social.

2. La seguridad alimentaria como problema de investigación

Conociendo desde el Capítulo 1 las implicaciones que tiene la Inseguridad Alimentaria para las sociedades, en este capítulo se afrontan los diferentes enfoques desde los cuales ha sido abordado el tema tanto como problema de investigación como de acción política y social; para ello se realiza un recorrido crítico por el tratamiento que le han dado diferentes autores concentrando el análisis sobre la forma como se ha modelado y los acercamientos que se han realizado desde el enfoque sistémico y la Dinámica de Sistemas como tal.

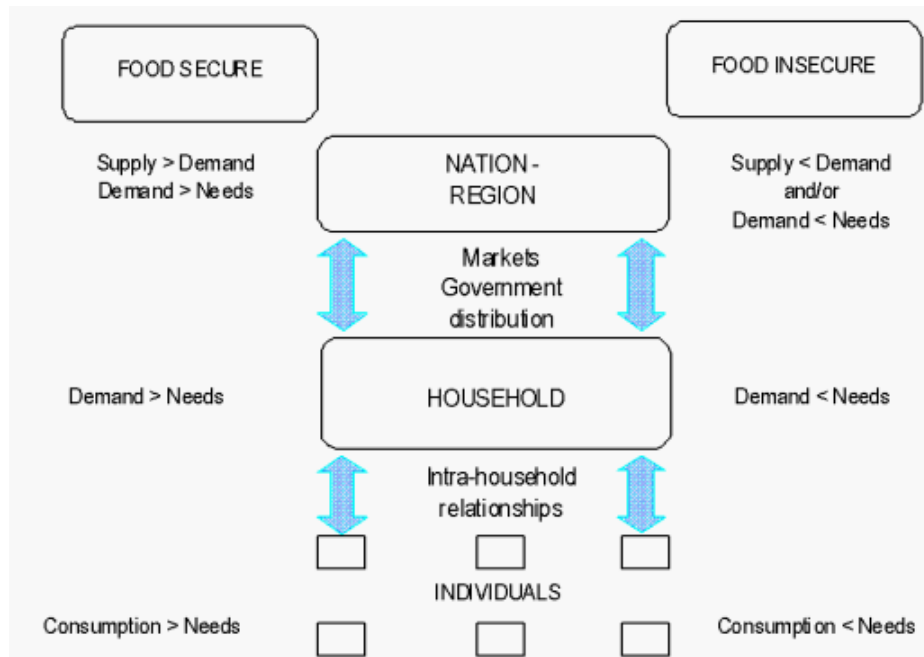
2.1. Acercamientos a la problemática de la seguridad alimentaria

El problema tanto social como de investigación que emerge de la situación de Seguridad Alimentaria ha vivido desde el año 1970 un viraje, partiendo de un enfoque exclusivamente centrado en la disponibilidad de Alimentos que poseían los países, hacia un problema centrado en el individuo como sujeto derechos (Smith. 1992); en este sentido los estudios han abordado la problemática de la Inseguridad Alimentaria desde los componentes proporcionados por la definición acogida por los países miembros de la FAO (1996), los cuales comprenden: Disponibilidad de Alimentos, Acceso y Capacidad de las Personas para adquirir los Alimentos, Estabilidad de la Seguridad Alimentaria,

Inocuidad de los Alimentos y la Utilización biológica que las personas le dan a los mismos (Campbell, 1991; Thomson y Metz, 1999; Timmer, 2000; Giraldo Et al., 2008).

Los trabajos en torno a la Seguridad Alimentaria se han circunscrito a diferentes ámbitos territoriales partiendo desde el nivel mundial y nacional por medio del estudio de la disponibilidad de alimentos para abastecer a las naciones y al mundo como tal, entregando alarmas que impidan que emerja una crisis alimentaria a causa de la falta de suministro. De manera posterior con la aparición y aceptación de la nueva definición de la FAO, la Seguridad Alimentaria tomó dimensiones hacia un contexto local, considerando los individuos y los hogares que conforman estas naciones, este abordaje se aprecia en la Figura 2-1 como planeamiento de Thomson y Metz (1998).

Figura 2-1: Las dimensiones de la Seguridad Alimentaria. (Thomson y Metz, 1998)



Uno de los sub-problemas fundamentales que se han derivado del estudio de la Inseguridad Alimentaria consiste en la determinación de que herramientas o metodologías se pueden utilizar para la evaluación de acciones y políticas que conduzcan al mundo y a las naciones a la eliminación del hambre en sus territorios; ante esto se ha encontrado que el análisis y la evaluación de las acciones se pueden llevar a cabo a través de modelos que permitan entender el efecto de las actuaciones dadas unas condiciones o bien utilizar la información del pasado para obtener posibles futuros, ya que a través de ellos la experimentación resulta económica y practica.

Los modelos en Investigación de Operaciones de sistemas socio-económicos han sido clasificados en cuatro clases: dinámica de sistemas, modelos econométricos, de Caja Negra y de optimización. En lo que corresponde a la Seguridad Alimentaria, la modelación ha sido aplicada utilizando diferentes metodologías, centrándose principalmente en dos: Los Modelos de Proyección de tendencia y los Modelos de Comercio Mundial (Giraldo et al, 2010)

Los modelos de proyección de tendencia se centran en determinar en el tiempo el estado de la brecha de la producción de alimentos frente al requerimiento de los mismos, mientras que los modelos de comercio mundial son modelos más complejos que permiten la interacción de diferentes variables mas allá de predecir exclusivamente la disponibilidad, permitiendo obtener estimación de precios (Revoredo, 2001).

Los modelos de Dinámica de Sistemas han permitido abstraer la situación de la realidad que por su complejidad y por propósitos de análisis que se buscan no han sido tratados desde las otras formas de simulación, dado que a través de la Dinámica de Sistemas se hace posible la agregación de variables importantes, pero conservando el nivel de detalle para evaluar diferentes situaciones.

Por medio de la Dinámica de Sistemas se ha abordado la problemática de la Seguridad Alimentaria desde los diferentes componentes que contempla la definición entregada por la FAO (1996). Algunos de los acercamientos que se han realizado se presentan de manera analítica en la Tabla 2-1 y se describen detalladamente, considerando los siguientes aspectos: el ángulo de acercamiento a la Seguridad Alimentaria, la construcción de modelos de simulación, el análisis y evaluación de políticas, el acercamientos desde el nivel país y el acercamientos desde el nivel de ciudad, regional ó municipal.

- Giraldo et al (2010) realiza un completo análisis de las metodologías utilizadas para la modelación de la Seguridad Alimentaria realizando énfasis especial en los Modelos de Proyección de Tendencia y los Modelos de Comercio Mundial, por último presenta el desarrollo realizado, en donde se aborda la Seguridad Alimentaria desde la Dinámica de Sistemas.

Tabla 2-1: Estado del arte de la problemática de la Seguridad Alimentaria desde la Dinámica de Sistemas. (Fuente: Elaboración propia)

MODELOS	DISPONIBILIDAD	ACCESIBILIDAD	APROV. BIOLÓGICO	ENFOQUE CIUDAD	EVAL. DE POLÍTICAS
Giraldo et al. (2010)	X	X			X
Giraldo et al. (2008)	X	X			X
Serrano y Sotaquirá (2005)	X	X			X
Georgiadis et al. (2004).	X				
Quinn (2002).	X	X			X
Gohara (2001).	X				
Saeed (2000).		X			X
Mineguishi y Thiel (2000)	X				
Futami y Kashiwazaki (2000)			X		
Bach et al. (1992).	X				
Saeed, et al. (1983).		X			X

- Giraldo et al (2008) realiza un abordaje al tema desde la construcción de un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas enfocado hacia países en vías de desarrollo, considerando desde el mismo, el balance de la utilización de tierras

para la producción de alimentos y la tierra utilizada para otros fines, la afectación que esto tiene sobre el mercado de alimentos y la condición de seguridad alimentaria desde el requerimiento energético de la población.

- Serano y Sotaquira (2005) se acercan al problema de disponibilidad de alimentos desde la evaluación de las políticas implementadas en Colombia en los últimos tiempos, detallando las consideraciones para la construcción de un modelo de simulación de dinámica de sistemas tales como la producción agrícola y la cantidad de superficie cultivada. Se considera un enfoque de país y los efectos de las políticas propuestas desde el Plan de Desarrollo Nacional en Colombia 2002 – 2006.
- Georgiadis et al (2005) afrontan el tema de la disponibilidad desde la configuración de la cadena de suministro de una industria de comidas rápidas en Grecia, para ello construyen un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas considerando estrategias de distribución, políticas de administración de inventarios, integración de la cadena de suministro, entre otros aspectos.
- Quinn y Li (2002) tratan el tema desde una concepción holística considerando los sistemas políticos, económicos y ecológicos; por medio de la construcción de un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas por medio del cual se integran perspectivas económicas maltusianas y neoclásicas; buscando con ello la evaluación y diseño de políticas orientadas hacia la superación de la Inseguridad Alimentaria. El alcance del modelo de simulación es de nivel país.
- Gohara (2001) construye un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas para proyectar la situación de capacidad de producción de alimentos en el mundo.

- Saeed (2000) se encarga de construir modos de referencia usando series de tiempo para el modelado, evaluación y formulación de políticas sobre el problema de inseguridad alimentaria en el continente asiático tomando cifras para 14 países.
- Mineguishi y Thiel (2000) abordan el tema desde el estudio de una cadena de suministro de la industria avícola, analizando y configurando, desde el comportamiento complejo que posee la administración de una cadena de alimentos frescos, un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas. Por lo anterior estos autores se ubican desde el enfoque de disponibilidad de la definición de Seguridad Alimentaria.
- Futami y Kashiwazaki (2000) fue uno de los pocos enfoques encontrados que se concentran en el estudio del aprovechamiento biológico y la construcción de modelos de simulación de Dinámica de Sistemas. Los autores construyen un modelo para el análisis de los datos provenientes de un medidor indirecto del consumo de calorías consumidas por las personas.
- Bach et al. (1992) se enfoca en la construcción de un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas para el diseño de políticas y planificación del abastecimiento de alimentos en Vietnam. En este trabajo los autores evalúan políticas tanto de corto como de largo plazo, valorando las implicaciones de cada una de las temporalidades.
- Saeed, et al. (1983) analizan el abastecimiento de productos alimenticios en Bangladesh, considerando por medio de un modelo de Dinámica de Sistemas políticas tales como control poblacional y el desarrollo del sector agrícola, demostrando como logran en el largo plazo mejorar la disponibilidad de alimentos en ese país.

Desde la literatura analizada se logra establecer que existe un gran interés por realizar investigaciones y estudios desde los enfoques de disponibilidad y accesibilidad de alimentos, analizando sobre ellos las políticas que aportan a la superación de la problemática de la Inseguridad Alimentaria en el mundo.

La literatura se centra en estudiar las posibilidades que tienen los gobiernos nacionales y no las acciones locales, del nivel municipal o regional, que pueden surgir de los ejecutores de las políticas en este ámbito; que para el caso de Colombia, se constituye en la unidad territorial que posee mayor cercanía al ciudadano.

Además, el enfoque económico de los alimentos no es estudiado de profundidad de manera aislada de tal manera que se puede determinar las implicaciones que tiene sobre el problema general este componente.

Según el análisis anterior, se encuentra la necesidad de enfocar trabajos e investigaciones que apoyen la toma de decisiones desde el contexto de ciudad, dado que son las áreas donde mayor concentración geográfica ocurre, facilitando así el surgiendo de condiciones de miseria y pobreza que fortalecen las dinámicas de la Inseguridad Alimentaria en estos centros urbanos, además las políticas sobre las que pueden inferir las autoridades locales son por lo general del orden del acceso económico a los alimentos y no sobre la disponibilidad, dado que los alimentos son producidos en otras regiones en las cuales las autoridades no pueden tener injerencia, ni realizar inversiones.

2.2. Enfoque del trabajo final de maestría

De acuerdo a los enfoques dados a la problemática de la Inseguridad Alimentaria como un problema de Investigación y de acción política y social, surgen las siguientes preguntas como problema principal de este estudio:

- ¿Cuál es la estructura del sistema que ocasiona la problemática de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín?
- ¿Es la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín una problemática de complejidad dinámica?
- ¿Son suficientes las políticas establecidas en la ciudad de Medellín para la superación de la Inseguridad Alimentaria existente en su Población?

A partir de estas preguntas se plantean los siguientes objetivos con el fin de darles respuesta y resolver el problema propuesto:

2.2.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo de simulación para la evaluación de políticas orientadas a la disminución de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un análisis sistémico de la Seguridad Alimentaria de la ciudad de Medellín, para mejorar la comprensión del problema.

- Desarrollar un modelo de simulación del problema de Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín desde el enfoque de acceso económico a los alimentos.
- Evaluar las políticas existentes sobre el modelo desarrollado, que produzcan una disminución de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín.

2.2.3. Alcance del Trabajo

El alcance del trabajo viene delimitado por el componente del acceso económico a los alimentos como parte de la problemática de la Inseguridad Alimentaria. En términos territoriales a través de la construcción de un modelo de simulación de Dinámica de Sistemas se estudiará la situación específica de la ciudad de Medellín en Colombia, evaluando en este, políticas tendientes a su mejoramiento sobre un horizonte de simulación de 40 años.

3.La inseguridad alimentaria desde el enfoque sistémico.

Abordando la Seguridad Alimentaria desde diferentes enfoques, surge el Sistémico como herramienta para dar explicación a las estructuras y los comportamientos que emergen de la problemática, logrando identificar en los ciclos de pobreza presentes en la estructura del sistema, fuerzas de crecimiento que impiden la superación de la situación de Inseguridad Alimentaria y por ende del Desarrollo Humano Integral de las personas que habitan la ciudad de Medellín.

Por lo anterior, en este capítulo se describirá el problema que denota para la Seguridad Alimentaria el acceso económico a los alimentos, desde los conceptos que proporciona el pensamiento sistémico, realizando especial énfasis sobre las realimentaciones, retardos presentes en la estructura y las no linealidades de las relaciones entre las partes del sistema que ocasionan que el problema sea de alta complejidad; para finalizar se realiza un análisis sistémico y de complejidad de la problemática a través de la metodología propuesta por Axelrod y Cohen (1999).

3.1. Seguridad alimentaria: ¿Por qué desde un enfoque sistémico?

El problema de la Seguridad Alimentaria es ubicado como de carácter social y complejo no regido por técnicas que arrojan soluciones simples (Campbell, 1991; Barrett y Csete, 1994), ya que se considera como parte de las ciencias no restringida dado que no es posible reducir este sistema complejo a sistemas más simples obteniendo resultados significativos, ya que están compuestos por tantas variables que los experimentos diseñados no son posibles y sus hipótesis necesariamente deben ser revisadas continuamente (Pantin, 1968).

Adicional a ello, el sistema en el cual se enmarca la Seguridad Alimentaria, como todos los sistemas sociales, tiene un componente especial que no está presente en los sistemas físicos, como por ejemplo el sistema solar, este componente es el ser humano como individuo, el cual participa como un actor activo de los sistemas que tiene la capacidad de atribuir significados y modificar la situación estudiada (Checkland; 1993). Para el caso de la ciudad de Medellín, el sistema en estudio posee una población de seres humanos que alcanza los 2.3 millones, por lo que esto se convierte en un multiplicador de la complejidad en el sistema.

Además, en los sistemas sociales existe una problemática para el desarrollo de predicciones del comportamiento de sus variables (Ibid), esto se presenta por tres características particulares que poseen estos: la primera radica en la poca sensibilidad que presentan ante los cambios que se realizan sobre ellos para buscar comportamientos deseados gracias a que las causas del problema están muy distanciadas en tiempo y espacio con los síntomas que manifiesta el sistema, la segunda se debe al carácter contra intuitivo de estos sistemas, lo cual indica que el proceso de toma de decisiones basado en la intuición normalmente no ocasiona los resultados esperados, ya que las políticas exitosas no son descubiertas fácilmente por los

tomadores de decisiones y la tercera se da a causa del conflicto en las consecuencias de corto y largo plazo que presentan estos sistemas ante la implementación de una política (Forrester, 1971; Sterman, 2000)

Estas tres características de los sistemas sociales se pueden ejemplificar y demostrar por medio de la política de asistencia alimentaria que implementa la Alcaldía de Medellín en el marco de las acciones para la garantía de la Seguridad Alimentaria de la ciudad. En primer lugar, la resistencia al cambio al implementar la política se puede demostrar a través del compromiso adquirido por el gobierno de Colombia, a través del Departamento Nacional de Planeación en el CONPES 102 (2006), en cual quedaba como responsabilidad para el estado, el cumplimiento de los Objetivos del Milenio; al realizar la revisión para el caso de Medellín y pese a la serie de acciones implementadas en la ciudad, los indicadores para la pobreza y la Seguridad Alimentaria no han mejorado de acuerdo al compromiso adquirido, ya que por ejemplo para el año 2010 la Inseguridad Alimentaria prevaleció en el 58,6%, cuando el compromiso fue de reducirla a la mitad, es decir, debía estar en niveles del orden del 30 % (Alcaldía de Medellín, 2010a).

La contra- intuitividad del sistema de Seguridad Alimentaria ante la política de Asistencia, queda presente al evaluar el grado de superación que han presentado las familias inmersas en estos programas; pues a pesar de que 45.000 de ellas han recibido beneficios que superan los 200.000 millones de pesos, o lo equivalente a USD 113 millones, (Concejo de Medellín, 2010); tan solo 2000 de ellas han superado la situación de pobreza en las cual se encontraban inmersas (De la Urbe, 2011). Este resultado permite deducir que una política de asistencia alimentaria puede ser ineficiente comparado con el comportamiento que se espera arroje el sistema.

El conflicto entre las consecuencias de corto plazo y largo plazo en el Sistema de Seguridad Alimentaria, queda develado en el objetivo que tienen los programas de asistencia alimentaria que buscan superar el hambre, dado que corto plazo se obtiene la

mitigación de la situación, pero conservando las condiciones estructurales que generar la pobreza, perpetuando y empeorando en un horizonte de tiempo más amplio la situación que se buscaba superar, ocasionando una dependencia de las personas al estado. Esto queda expresado por la investigación de DeWaal (1989) quien afirma “Los programas de Asistencia alimentaria limitaron la situación de hambre durante las hambrunas en Sudan, pero no lograron salvar vidas”

3.2. Análisis sistémico de la seguridad alimentaria

Para validar la complejidad del sistema en el cual está inmersa la problemática de la Inseguridad Alimentaria, a continuación se realizara un análisis sistémico a partir de la metodología propuesta por Axelrod y Cohen (1999) en el libro *Harnessing Complexity* describiendo los agentes y sus estrategias, los artefactos y las diferentes interrelaciones que se dan en el sistema.

3.2.1. Agentes

De acuerdo a la propuesta metodológica, un agente es aquella parte del sistema que tiene la capacidad de interactuar con su ambiente e incluso con otros agentes, además los agentes tienen propiedades como ubicación, habilidades y memoria (Axelrod y Cohen, 1999); es así como en el proceso de acceder económicamente a los alimentos en la ciudad de Medellín se identificaron cuatro agentes relevantes: La Población en Inseguridad Alimentaria, el Estado como actor que ejecuta la política pública de Seguridad Alimentaria, los Comerciantes que abastecen la ciudad de alimentos y la Población que contribuye con sus impuestos al presupuesto público.

- La Población en los diferentes niveles de Inseguridad Alimentaria - Leve, Moderado y Severa -: En la ciudad de Medellín equivale al 58,6% de su población total (Alcaldía de

Medellín, 2010a); este agente puede clasificarse en diferentes tipos de acuerdo a su condición socioeconómica y social, entre estos encontramos:

- Población que a pesar de percibir ingresos se encuentran en situación de inseguridad alimentaria; de acuerdo a la encuesta de Calidad de Vida de la Alcaldía de Medellín (2010), el 32.39% de la población de la ciudad se encuentra percibiendo algún tipo de ingreso y aporta a la ingesta calórica de los Hogares.
 - Población que no se encuentra percibiendo ninguna clase de ingreso y por ello dependen económicamente de otras personas; esta población equivale al 67.61% de la población de la ciudad. (Alcaldía de Medellín, 2010a)
 - Población que es atraída desde otras regiones del país hacia Medellín por las condiciones socioeconómicas ofrecidas en la ciudad. De acuerdo a la información obtenida para el periodo de tiempo comprendido entre 1998 y 2008 en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2011), en promedio a la ciudad de Medellín han migrado 13.208 personas por año; por otro lado la Agencia Presidencial para la Acción Social (2011) reporta que desde el año 1998 se han desplazado hacia Medellín 202.192 personas. Este tipo de agente cobra importancia porque al migrar hacia la ciudad se convierten en sujetos pasivos de la económica local y por ende receptores de asistencia alimentaria.
- El Estado: Es el agente encargado de diseñar e implementar la política pública de asistencia y seguridad alimentaria en la ciudad de Medellín. Para el año 2010 la inversión que se realizó en el marco de dicha política alcanzo los USD 47 millones (Concejo de Medellín, 2009). Este agente además se puede clasificar en tres tipos diferentes:
 - Gobierno Local: Esta representado por la Alcaldía de Medellín y directamente en su Secretaría de Bienestar Social; es el principal actor en la política de seguridad alimentaria en el nivel local. Es quien debe formular la política local en Seguridad Alimentaria.

- Gobierno Nacional: Esta representado en el Departamento Nacional de Planeación como actor que diseña la política y en el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar – ICBF - quien se encarga de implementarla y realizarle seguimiento (CONPES, 2007).

- Congreso Nacional, Asamblea Departamentales y Concejos Municipales: Los actores encargados de discutir, aprobar y controlar las políticas públicas y actuaciones del ente ejecutivo al cual corresponda. Para el caso de Medellín el Concejo Municipal fue el responsable de aprobar y entregar los lineamientos de la Política de Seguridad y Soberanía Alimentaria para el Municipio de Medellín y es quien le realiza control y seguimiento. (Concejo de Medellín, 2005).

- Comerciantes de Alimentos: Los comerciantes de alimentos son quienes se encargan de unir la cadena productiva de los alimentos con el consumidor final. Es uno de los responsables de fijar los precios de los alimentos de acuerdo al nivel abastecimiento en que se encuentre la región. En Medellín existen dos grandes centros de comercio de alimentos: La Central Mayorista y la Central Minorista, además de estos dos tipos agentes existe toda una red de comerciantes en cada una de las comunas³ de la ciudad.

- Población Contribuyente: El funcionamiento de las instituciones públicas en el país es posible por medio de los impuestos que los contribuyentes pagan a cada una de las entidades territoriales y a la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN –, uno de los principales tributos es conocido como el impuesto a la renta (Presidencia de la Republica, 1989). Para este análisis los contribuyentes se pueden clasificar en dos tipos:
 - Personas Naturales: Se consideran todos los individuos de la especie humana cualquiera que sea su edad, estirpe o condición.

³ De acuerdo a la organización política - territorial de Colombia las ciudades son divididas en Comunas.

- Personas Jurídicas: Es una persona ficticia con capacidad de ejercer derechos y contraer obligaciones civiles.

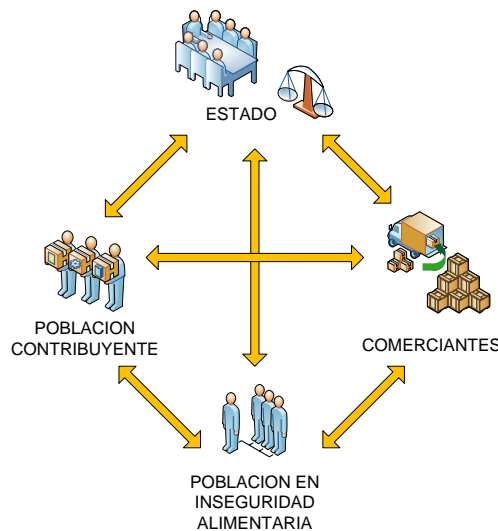
3.2.2 Estrategias

Cada uno de los agentes descritos en el numeral anterior posee estrategias a través de las cuales cumple sus objetivos; estas estrategias entran en funcionamiento a partir de la interacción de los mismos en el sistema. En este sentido la estrategia se define como el camino que cada agente toma para perseguir y lograr sus objetivos (Axelrod y Cohen, 1999).

La esquematización de los agentes se presenta en la Figura 3-1, para posteriormente proceder a describir cada uno de los principales objetivos y estrategias que llevan a cabo en el Sistema de Seguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín.

Figura 3-1: Agentes e interacciones del sistema de Seguridad Alimentaria en Medellín.

(Fuente: Elaboración Propia)



Población en Inseguridad Alimentaria: El principal objetivo que persigue esta población es minimizar el hambre por medio de la obtención de los alimentos suficientes para

llevar una vida sana, saludable y activa (CONPES, 2007). La estrategia fundamental a llevar a cabo es conseguir una fuente de ingresos que facilite la consecución de los alimentos, pero ante la carencia de recursos económicos, existen otras dos estrategias que se han generalizado para la consecución de alimentos: la primera corresponde a la asistencia alimentaria que esta población recibe del estado y la segunda a la realización de “Recorridos” para pedir alimentos en donación en centrales de abastos y en los barrios de estrato socioeconómico alto ó bien lo que es equivalente a solicitar limosna para ajustar las necesidades calóricas (Maldonado, 2007; Gobernación de Antioquia, 2004).

- El estado: El principal objetivo de este agente es generar Bienestar Social en la población y minimizar el Riesgo Social en el cual se encuentran los habitantes de un determinado territorio; para esto se vale de la estrategia de la imposición de tributos a los ciudadanos para recaudar recursos e implementar los programas de asistencia alimentaria.
- Comerciantes: Este agente persigue un objetivo que no está alineado con los objetivos de los demás agentes, pues estos buscan maximizar sus ganancias y su principal estrategia para ello es fijar un precio para los alimentos que le proporcione las utilidades suficientes.
- Población Contribuyente: Este tipo de agente tiene como objetivo maximizar sus utilidades o ganancias, es así como el monto que debe pagar cada uno de ellos en impuestos, se convierte en una dificultad para la consecución de su objetivo; por esto las estrategias que el agente puede tomar son: evadir el pago o realizarlo obteniendo una mejor sociedad con beneficios en el mediano y largo plazo.

3.2.3 Artefactos

La metodología presentada por Axelrod y Cohen (1999) utiliza el término Artefacto para definir los objetos que son utilizados por los agentes, para el caso de esta problemática se abordaran dos importantes artefactos que determinan los comportamientos del sistema: El Dinero y Los Alimentos.

- El Dinero: Es el artefacto que utiliza la sociedad para el intercambio de bienes o servicios, y para el problema en particular, es el medio a través del cual la población obtiene los alimentos. Para la ciudad de Medellín el ingreso medio percibido por los Hogares que se encuentran en situación de pobreza equivale a 200 US (Alcaldía de Medellín, 2010b), de estos ingresos la población destina 33% para la adquisición de alimentos (Gobernación de Antioquia, 2004). Además, la alcaldía de la Ciudad de Medellín destinó en el año 2010 un presupuesto de US 47 millones para la asistencia alimentaria (Concejo de Medellín, 2009)
- Alimentos: Este artefacto se refiere una de las sustancias que un ser vivo recibe para su nutrición (RAE, 2011). La cantidad de alimentos que un ser vivo requiere es normalmente medido en la cantidad de Calorías Necesarias (Kcal), en Colombia el requerimiento Calórico diario varía de acuerdo a la edad, para el caso de Medellín y de acuerdo a la distribución de los grupos etarios de su población el requerimiento calórico diario promedio es de 2332 Kcal al día (ICBF, 1988)

3.3. El carácter dinámico del sistema de seguridad alimentaria

Los problemas de complejidad dinámica son identificados por contar con características específicas como: la existencia de una distancia en el tiempo entre las causas y las consecuencias del problema, la existencia de realimentación entre sus variables, la no

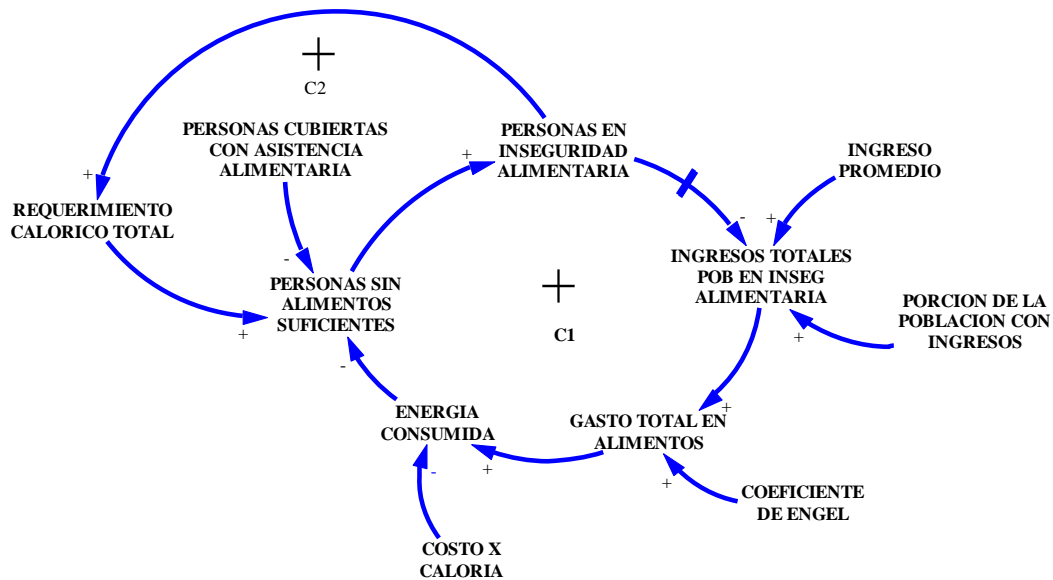
linealidad en las relaciones, la resistencia ante las acciones a implementarse en ellos, entre otras; estas mismas características son parte inherente de un sistema social (Forrester, 1971; Sterman, 2000). Adicionalmente la complejidad de estos sistemas es conocida como de carácter dinámico, porque considera tanto la cantidad de partes que lo componen como también la forma como estas se relacionan de muchas formas entre sí para formar una especie de “Tela de Araña” (O’connor y McDermott, 1998).

Para describir el carácter dinámico de la problemática de la Inseguridad Alimentaria desde el Acceso económico a los Alimentos, a continuación se describen cada una de los ciclos de realimentación que conforman la estructura del sistema.

3.3.1. Ciclo de Realimentación de la Pobreza en la Ciudad de Medellín

En la Figura 3-2, se presentan los ciclos de realimentación – C1 y C2 – que refuerzan la situación de Inseguridad Alimentaria y de pobreza en la ciudad de Medellín. Para el análisis de este se parte del requerimiento calórico mínimo diario (para el caso colombiano el IBCF es quien realiza las recomendaciones calóricas para los diferentes grupos etarios de la población) y de acuerdo a la pirámide poblacional de Medellín, se estimo que en promedio cada persona requiere 2332 Kcal/día, a partir del requerimiento se determina el total agregado de calorías que requieren las personas que se encuentran en Inseguridad Alimentaria para cumplir con el requerimiento calórico mínimo diario; pero la adquisición de los alimentos estará determinada por el costo de los alimentos en la ciudad de Medellín, para esto se tomo la canasta recomendada y valorada por la Gobernación de Antioquia (2004) para un hogar de 4,3 personas en promedio, que para el año 2005 ascendía a COP 1,45.

Figura 3-2: Ciclos de refuerzo de la Inseguridad Alimentaria. (Fuente: Elaboración propia)



De acuerdo con el cálculo del requerimiento calórico agregado y considerando tanto la capacidad que tienen las personas en situación de Inseguridad Alimentaria para la adquisición autónoma de los alimentos incluyendo la asistencia alimentaria que reciben por parte del estado, es posible calcular la cantidad de personas que aun así, no alcanzan a tener los alimentos suficientes para cubrir el requerimiento calórico mínimo diario, por lo que estas personas conforman la masa crítica de personas en Inseguridad Alimentaria de la ciudad de Medellín; Esta situación se produce, entre otras, por tres razones: la inestabilidad de los precios de los alimentos, la falta de capacidad económica de los hogares y la porción del ingreso que es destinado para la adquisición de alimentos (Myers, 2006 ; Balk et al, 2005; Morris, 2001).

La inseguridad alimentaria recurrente en el tiempo genera el deterioro de las capacidades cognitivas y del nivel educativo de las sociedades, dado que el desarrollo cerebral se presenta en el primer año de vida de las personas determinando la masa cerebral

definitiva y el crecimiento del cuerpo calloso del cerebro, el cual constituye la mayor área de fibras que conecta los hemisferios del cerebro. Este desarrollo cerebral depende y está fuertemente relacionado con el estado nutricional de las personas, es decir, que depende tanto de los alimentos y las cantidades consumidas, como también del tiempo de lactancia en la primera infancia ; estudios realizados en escolares chilenos han logrado determinar una reducción del 13,7% en el volumen intracraneal de los niños y una disminución en la circunferencia craneana hasta de dos desviaciones estándar para aquellos que se encontraban en situación de desnutrición frente a los que no (Villegas et al, 2009; Garibay et al, 2008; Muller y Krawinkel, 2005; Plaza et al., 2001).

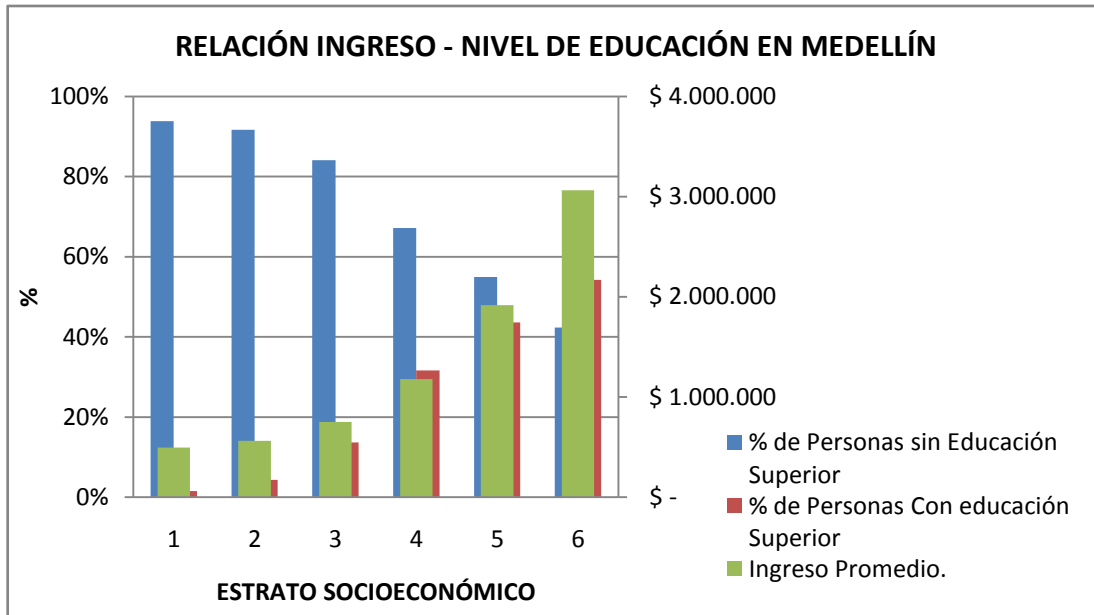
De esta manera la desnutrición posee un fuerte impacto en el largo plazo sobre la inteligencia de las personas y el desarrollo de la sociedad, efectos que solo se observan cuando los niños ingresan a los ciclos escolares o incluso tan solo se hacen percibibles al ingresar a la educación superior, esto significa que las acciones que se están emprendiendo sobre el sistema tan solo sean medibles de 6 a 17 años después de ocasionado el daño cerebral y deterioro de las capacidades económicas de las sociedades.

De acuerdo a la experiencia chilena, los escolares que a causa de la desnutrición habían sufrido disminución de la masa encefálica y de la circunferencia craneal obtenían 25 puntos menos en su coeficiente intelectual y su rendimiento escolar era de una tercera parte el rendimiento de los niños que no habían padecido de desnutrición, adicionalmente al realizar la Prueba de Aptitud Académica -PAA-, requisito indispensable para el ingreso a la educación superior en Chile, los escolares que provenían de situaciones de desnutrición obtuvieron en promedio 379 puntos, frente a los escolares que no sufrieron situaciones de desnutrición quienes obtenían en promedio 589 puntos, esto denota importancia para la vida de las personas, dado que en Chile los puntajes inferiores a 450 puntos resultan inhabilitados para el ingreso a la Universidad (Plaza et al., 2001).

Extrapolando los resultados obtenidos en Chile a la ciudad de Medellín, se puede determinar que las personas y sobre todo los niños que se encuentran en situación de Inseguridad Alimentaria son personas que se encuentran en un riesgo potencial de ver disminuidas sus capacidades mentales y su desarrollo cognoscitivo, derivando esto en una imposibilidad de acceder a la educación superior, lo cual significa que de acuerdo a la distribución de ingresos de la ciudad de Medellín, serán personas que estarán relegadas durante toda su vida a devengar los salarios que el mercado ha de pagar para la mano de obra no calificada.

Lo anterior se presenta en la Figura 3-3, donde se expone la relación existente entre los estratos socioeconómicos, el nivel de educación y el ingreso percibido; observando claramente que a medida que el estrato socioeconómico disminuye, mayor es el número de personas que no cuentan con educación superior y menores sus ingresos; por ejemplo, tomando los datos para el año 2009, en el estrato 1 el 94% de las personas no cuentan con ninguna clase de educación superior y el ingreso promedio percibido es de COP 496.246, mientras que para el estrato 6 el 42% no cuenta con educación superior y el ingreso promedio percibido es de COP 3.063.483 (Alcaldía de Medellín, 2010b).

Figura 3-3: Relación entre el Ingreso Percibido y el Nivel de Educación de la Población.
 (Fuente: Elaboración propia, datos tomados de la Encuesta de Calidad de Vida –
 Medellín 2009)



Adicional a esto, el retraso en el crecimiento, ocasionado por la desnutrición en la edad temprana, constituye en un factor de riesgo para obesidad, el síndrome metabólico y cardiopatías en la edad adulta que ocasiona fuertes efectos sobre las economías de los países y sobre el capital humano de los mismos (Galván y Amigo, 2007; Sawaya et al., 2005; Li Haojie et al., 2003)

Con la disminución del nivel de ingreso de manera permanente en las personas que sufrieron situaciones de desnutrición a causa de no poder acceder a educación de calidad y de alto nivel, se materializa y perpetúan los conocidos círculos viciosos de la pobreza en la población (Perry et al, 2006), ya que el nivel de ingresos determinará la cantidad de dinero que los hogares destinarán para la adquisición de alimentos, esta proporción es conocida como el coeficiente de Engel (Castaño y Nuñez, 2007; Hagenaars y De Vos, 1988), si este coeficiente es bajo, los hogares no estarán en capacidad de cubrir el requerimiento Calórico Mínimo Diario, por lo que se perfilarán en

una situación de riesgo e ingresarán a la población que se encuentra en Inseguridad Alimentaria.

De esta manera se conforma el ciclo de refuerzo o de realimentación positiva que fortalece la situación de pobreza en las sociedades.

3.3.2. Ciclo de Realimentación de la Intervención y Asistencia Estatal

Por la situación de Inseguridad Alimentaria y pobreza en la ciudad de Medellín y considerando las consecuencias que esta trae para la sociedad en el largo plazo, el gobierno Colombiano, desde el año 1989 comenzó a postular el término de Seguridad Alimentaria en espacios de debate nacional y oficializando el término a través del documento emitido por el Consejo Nacional de Política Económica y Social: CONPES 2419 (1989), esta política fue emitida continuando con la disciplina de estructurar acciones para la lucha contra el hambre y la pobreza extrema de años anteriores.

Por su parte, la ciudad de Medellín acatando los lineamientos entregados por las políticas emitidas desde el nivel nacional, estructuró una serie de políticas y planes para la garantía de la Seguridad Alimentaria en su territorio, quedando materializadas en el Acuerdo Municipal 105 de 2005 *“por medio del cual se establece la Política de Seguridad y Soberanía Alimentaria para el Municipio de Medellín”* (Concejo de Medellín, 2005).

De esta política se desprenden una serie de programas y proyectos, que derivan en la atención directa a la población en situación de Inseguridad Alimentaria a través de la entrega de Asistencia Alimentaria, las cuales son clasificadas en diversos tipos como Barret (2002) lo cataloga en su trabajo así: Programas para el aumento de los alimentos y por lo tanto de nutrientes del hogar y las personas, programas para el aumento de la

disponibilidad de alimentos mediante la ampliación de derechos o programas para el mejoramiento en la utilización de los derechos con los que ya cuenta la población; mientras que Galván y Amigo (2007), clasifican los programas para la superación de la Inseguridad Alimentaria en tres tipos: Programas de Transferencia Económica Condicionada – PTEC –, Programas de Alimentación Complementaria – PAC – y Programas de Seguridad Alimentaria, estos últimos orientados a aumentar la disponibilidad y los ingresos en los hogares en estado de vulneración; por otro lado, Huffman (2008) concentra su estudio en el aumento en la disponibilidad de alimentos en los hogares a través de la entrega de estampillas o bonos de alimentos – Food Stamp Program, en Estados Unidos de América – como una estrategia de utilidad para combatir la Inseguridad Alimentaria.

Para el caso de Medellín, el marco de acción se delimita a la implementación de programas que buscan aumentar el consumo de alimentos en el hogar y en las personas, ya que por las competencias otorgadas por la Constitución Colombiana (1991), a los municipios no les es posible la generación de nuevas leyes o la promulgación de nuevos derechos. Las intervenciones realizadas por el municipio de Medellín se describen en la Tabla 3-1.

Tabla 3-1: Programas de Complementación Alimentaria – Alcaldía de Medellín. (Fuente: Elaboración propia –Pliegos de condiciones - la Alcaldía de Medellín, año 2010)

PROYECTO	POBLACIÓN BENEFICIADA	POBLACIÓN OBJETIVO	CONTRIBUCIÓN CALÓRICA
Restaurantes Escolares.	180.439	Niños y Jóvenes estudiantes de establecimientos oficiales y de cobertura de la alcaldía de Medellín.	23% - 38%
Vaso de Leche Escolar.	137.167	Niños y Jóvenes estudiantes de establecimientos oficiales y de cobertura de la alcaldía de Medellín.	10% - 15%
Buen Comienzo.	61.513	Niños y Niñas entre 6 meses y hasta los 6 años de los niveles 1,2 y 3 del Sisben ⁴	34% - 75%
Mujer Gestante y Lactante.	8.000	Mujeres Gestante desde el primer trimestre y hasta los 6 meses de lactancia del nivel de Sisben 1, 2 y 3.	10% - 15%
Complementación Alimentaria Adulto Mayor.	84.075	Población adulta mayor (> 65 años) de niveles 1 y 2 del Sisben.	NO APLICA

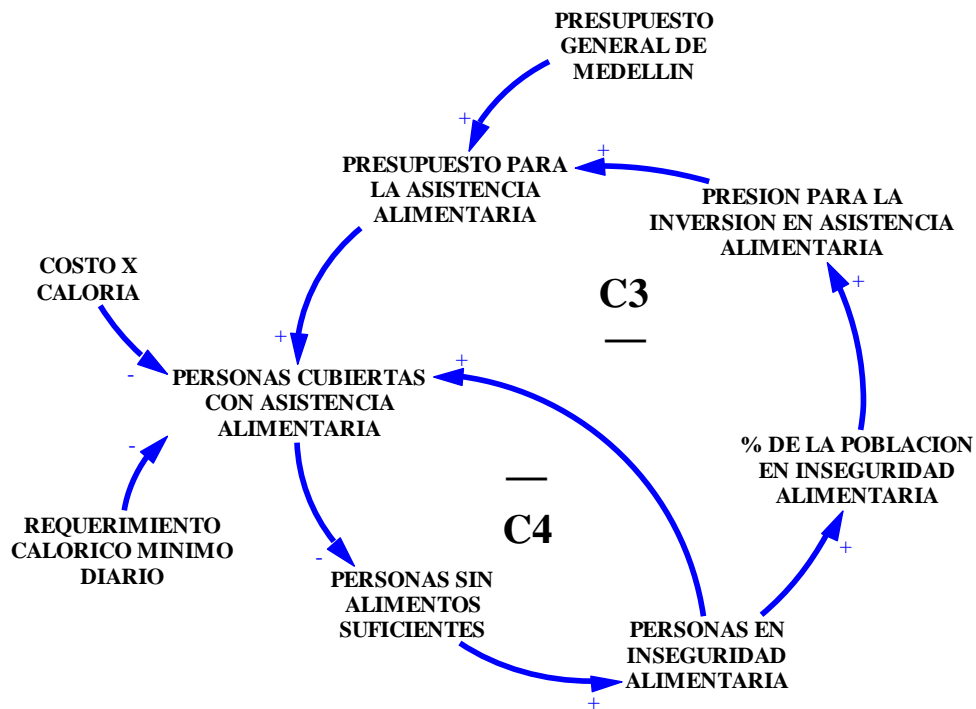
La intervención estatal que se contextualizó y que se presenta en el diagrama causal de la Figura 3-4, constituye en un ciclo de Realimentación Negativa o de Balance, buscando contrarrestar los efectos ocasionados por los ciclos de Inseguridad Alimentaria y Pobreza (Véase Figura 3-2) presentes en la ciudad de Medellín.

Iniciando el recorrido del ciclo desde la población en Inseguridad Alimentaria, se tiene que de acuerdo al nivel de vulneración en el que se encuentre la población se generará una presión social para la inversión en asistencia alimentaria; esta presión queda materializada en los diagnósticos de la situación de hambre e Inseguridad Alimentaria utilizados por los candidatos a los cargos ejecutivos – Alcaldías y Gobernaciones – de elección popular para formular su Plan de Gobierno de acuerdo a lo expresado en el voto programático; de esta forma las propuestas plasmadas en el Plan de Gobierno del candidato elegido por la ciudadanía, se convierten en un mandato popular de obligatorio

⁴ Sistema de Selección de Beneficiarios a Programas Sociales en Colombia

cumplimiento a través del Plan de Desarrollo de la entidad territorial respectiva; de no cumplir con dicho plan, el elegido se verá expuesto a la revocatoria de su mandato (Congreso de Colombia, 1994a; Congreso de Colombia, 1994b).

Figura 3-4: Ciclos de Intervención estatal o de Balance a la Inseguridad Alimentaria –
(Fuente: Elaboración Propia)



Adicional a ello, la presión social para la inversión en asistencia alimentaria proviene de informes técnicos y de percepción del orden internacional, nacional, departamental y municipal a través de los cuales se diagnostican, identifican y georeferencian poblaciones que se encuentren en alto grado de vulneración e Inseguridad Alimentaria. En la Tabla 3-2 se presentan algunos de los informes que diagnostican la situación en cada uno de los ámbitos mencionados.

Tabla 3-2: Informes técnicos y de percepción de la Seguridad Alimentaria en el ámbito internacional, nacional, departamental y local. (Fuente: Elaboración Propia)

NOMBRE DEL INFORME	DESCRIPCIÓN	ÁMBITO	ENTIDAD RESPONSIBLE	PERIODICIDAD	AÑO
El estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo- 2010	Se enfoca en realizar un diagnóstico de acuerdo a las regiones que conforman el mundo, del estado de subnutrición de sus poblaciones.	Internacional	FAO	Anual	2010
Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia – 2010	Se enfoca en realizar la valoración del estado nutricional de población desde nueve dimensiones diferentes, entre ellas la antropométrica y de Seguridad Alimentaria en el Hogar	Nacional	ICBF	Quinquenal	2011
Perfil Alimentario Y Nutricional De Los Hogares del Departamento de Antioquia	Se enfoca en la realización de una caracterización demográfica y en determinar los aspectos socioeconómicos que inciden en la Seguridad Alimentaria de los hogares del Departamento de Antioquia	Departamental	Gobernación de Antioquia	No Definida	2004
Caracterización de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de los hogares del municipio de Medellín a través perfil alimentario y nutricional Medellín 2010	Se enfoca en determinar el nivel de Seguridad Alimentaria y el estado nutricional, estableciendo los determinantes individuales, familiares y contextuales de los integrantes de los hogares rurales y urbanos de la ciudad de Medellín.	Municipal	Alcaldía de Medellín	No Definida	2010

Otra vía por medio de la cual se presenta la presión para la inversión en asistencia alimentaria en la ciudad por medio del Sistema de Planeación Local y Presupuesto Participativo; con este mecanismo los ciudadanos que habitan las comunas de la ciudad pueden organizarse en sus circunscripciones territoriales para llevar a cabo las asambleas barriales en donde se eligen los delegados que conformarán los Consejos Comunales; en estos espacios se discute la destinación de las partidas presupuestales que la Alcaldía de Medellín le asigna a cada comuna (Concejo de Medellín, 2007). Para el año 2011, la priorización de presupuesto que las Comunas de la ciudad de Medellín destinaron para los programas de asistencia alimentaria se presenta en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Presupuesto Priorizado por las comunidades para la Seguridad Alimentaria (Fuente: Informe de ejecución presupuestal Secretaría de Bienestar Social – Municipio de Medellín)

PROYECTO O PROGRAMA	PRESUPUESTO PARTICIPATIVO (COP)
Huertas Familiares De Autoconsumo	COP 65.000.000
Hábitos Y Estilos De Vida Saludables	COP 70.000.000
Complemento Alimentario En Comunidad	COP 379.629.951
Complemento Alimentario Familias Vulnerables	COP 716.535.589
Complemento Primera Infancia	COP 150.000.000
Restaurantes Escolares	COP 80.000.000
TOTAL	COP 1.461.165.540

Después de captada la presión para destinar la partida presupuestal para la asistencia alimentaria, el mandatario posee dos momentos en los cuales ha de determinar dicho monto:

- El primero corresponde a la elaboración del Plan Plurianual de Inversiones como componente del Plan de Desarrollo Municipal, esto ocurre durante los primeros 6 meses después de iniciado en mandato y en este queda contenido la inversión que realizara la municipalidad durante los próximos 4 años (Congreso de Colombia, 1994b)
- El segundo corresponde a la discusión anual que se realiza del presupuesto municipal en el Concejo de la Ciudad, este debate, para el caso de Medellín, se lleva a cabo en el mes de noviembre de cada año y en este se determina, además de todos los gastos de la municipalidad, el gasto en asistencia alimentaria de la próxima vigencia fiscal (Congreso de Colombia, 2003; Concejo de Medellín, 2010).

En concordancia con la anterior, en el Plan Plurianual de Inversiones del Plan de Desarrollo 2008 – 2011: Medellín es Solidaria y Competitiva fue aprobado un presupuesto para los cuatro años de COP 10.111.942.000.000 o lo que es equivalente a USD 5.617 millones; de este presupuesto COP 273.651.000.000 o lo equivalente a USD 152 millones, se presupuesto destinar a la Seguridad Alimentaria y Nutricional (Alcaldía de Medellín, 2008).

En el segundo momento, la discusión del presupuesto anual para el año 2011 llevada a cabo en el Concejo de Medellín, dio como resultado la aprobación de recursos del orden de COP 3.300.404.925.096 o lo equivalente a USD 1.833

millones (Concejo de Medellín, 2010), de los cuales COP 91.252.343.496 o lo equivalente a 50,6 millones, para los programas de asistencia alimentaria.

A partir de los recursos destinados por el Municipio de Medellín para asistencia alimentaria, se extrae un agregado del total de las calorías que es posible comprar con estos recursos y así obtener el número de personas a las cuales es posible cubrirles el requerimiento calórico mínimo diario en su totalidad, de esta manera se hace posible reducir el número de personas que no cuentan con los alimentos suficientes para llevar una vida sana y activa ayudando esto a la disminución de la masa crítica de personas que se encuentran en estado de Inseguridad Alimentaria.

3.3.3. Ciclos de Realimentación del Desplazamiento y Atractividad de la Ciudad de Medellín

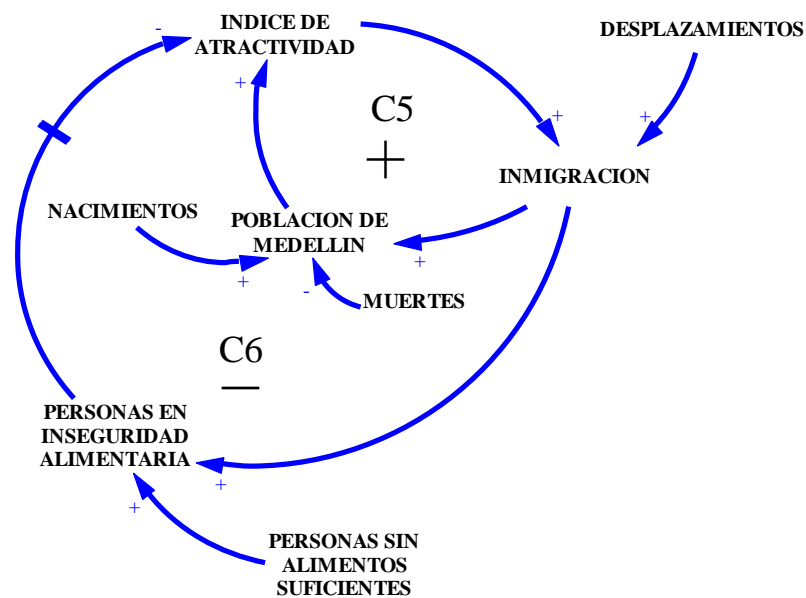
Las zonas urbanas o conglomerados sociales tienen la capacidad de incrementar o disminuir sus habitantes de acuerdo a las actividades que se lleven ellas, en este sentido, Forrester (1969) definió las dinámicas urbanas en términos de ciclos de realimentación que atraviesan procesos reforzadores o de crecimiento en un momento inicial, para pasar a un proceso de madurez o equilibrio y finalizar en un proceso de declive, esta interacción de diversos ciclos de realimentación ocasionan que los sistemas sociales presenten diferencias frente a sistemas simples compuestos por un solo ciclo de realimentación, como por ejemplo el que se configura al llenar un vaso de agua desde un grifo, en donde existe un único objetivo y todas las variables están bajo control.

Esta características de los sistemas sociales, ocasionan que las intervenciones llevadas a cabo sobre ellos accionen ciclos de realimentación diferentes al ciclo que

se desea modificar en busca de un objetivo específico, obteniendo a causa de la actuación resultados muy diferentes a los esperados activando así el carácter contra - intuitivo de los sistemas sociales (Batty et al, 1999; Forrester, 1969)

Contextualizando las dinámicas urbanas en el sistema de Seguridad Alimentaria de la ciudad de Medellín, se tiene que a causa de los programas de asistencia alimentaria de la municipalidad, que buscan como objetivo principal mitigar y superar la situación de hambre, se genera una atractividad, tal como se presenta en la Figura 3-5, hacia la ciudad de personas en condiciones de vulneración e Inseguridad Alimentaria que habitan otros zonas y lugares aledaños a la ciudad.

Figura 3-5: Ciclos Realimentación del desplazamiento y la atractividad de la ciudad de Medellín.



La atractividad se explica desde la Tabla 3-4, donde se presenta el diferencial positivo del Índice de Desarrollo Humano Integral – IDH – que presenta el Área Metropolitana del Valle de Aburra (Área geográfica donde se encuentra contenido el Municipio de Medellín) - frente a las otras subregiones del departamento de Antioquia.

Tabla 3-4: Diferencial del Índice de Desarrollo Humano en Antioquia. (Fuente: Elaboración propia – Datos tomados de la Anuario Estadístico de Antioquia 2004)

INDICE DE DESARROLLO HUMANO EN ANTIOQUIA		
SUBREGIONES	ÍNDICE DE DESARROLLO HUMANO (IDH)	DIFERENCIAL (SUBREGIONES - VALLE DE ABURRA)
Valle de Aburrá	0,80837	-
Bajo Cauca	0,66832	-0,14005
Magdalena Medio	0,72309	-0,08529
Nordeste	0,71067	-0,0977
Norte	0,73594	-0,07243
Occidente	0,69856	-0,10982
Oriente	0,75631	-0,05207
Suroeste	0,7196	-0,08878
Urabá	0,7236	-0,08477
TOTAL DEPARTAMENTO.	0,77567	-0,0327

El diferencial en el IDH y en general de las condiciones de vida que ofrece el Valle de Aburra y en particular el Municipio de Medellín frente a las demás subregiones del departamento de Antioquia, ocasiona que al momento en que la persona debe tomar la decisión de desplazarse hacia algún centro urbano pondere las condiciones que le ofrece el lugar receptor y más aun cuando la decisión de migrar se debe principalmente a razones económicas o de violencia que afectan especialmente a

la población rural que se encuentra en situación de vulneración y en propensión a la pobreza al llegar a las zonas urbanas (Silva y Guataquí, 2006).

Por la situación de violencia y del conflicto interno que ha afrontado Colombia, se ha agudizado el problema del desplazamiento interno, estimando que desde el año 1997 hasta el 2011 se han desplazado 3.700.381 por esta causa (Acción Social, 2011).

Esta realidad del desplazamiento no ha sido ajena a la ciudad de Medellín, a tal punto que se clasifique a la ciudad como el segundo centro urbano del país en recepción de población desplazada (Fernández, 2010), registrando 202.192 personas del año 1998 al año 2011. (Acción Social, 2011).

Con el ingreso a la ciudad de Medellín de la población en situación de desplazamiento, aumenta el número de personas en Inseguridad Alimentaria y por ende el esfuerzo del estado deberá ser más intenso para lograr sostener el nivel de Seguridad Alimentaria que poseía antes de presentarse el desplazamiento. Con el tiempo, las políticas públicas sufrirán un desgaste, debido a que la ciudad se convertirá en un centro urbano atractivo para todas las personas que toman la decisión de migrar, causando con un tiempo (retardo) que la percepción de bienestar de la ciudad decaiga y por ende los desplazamientos disminuyan ocasionando que nuevamente las políticas públicas produzcan resultados.

En conclusión, el carácter sistémico de la problemática de la Inseguridad Alimentaria desde el enfoque de la accesibilidad económica a los alimentos, permite evidenciar la existencia de diferentes ciclos de realimentación tanto de refuerzo como de balance en la cual intervienen diferentes tipos de agentes que se relacionan entre sí, ubicando a la problemática dentro de un sistema dinámico complejo, en el cual las acciones a implementarse vienen marcadas por la contra - intuitividad de sus

comportamientos, dadas las distancias en tiempo y en espacio que presentan las acciones llevadas a cabo sobre el frente a las consecuencias obtenidas.

Después del análisis sistémico de la problemática y de determinar su carácter dinámico, se hace posible la construcción de un modelo de simulación de dinámica de sistemas a través del cual sea posible la evaluación de políticas públicas tendientes a mejorar la Inseguridad Alimentaria en la Ciudad de Medellín.

4. Propuesta de explicación de la inseguridad alimentaria en Medellín

En este capítulo se presenta el modelo de simulación de dinámica de sistemas construido para la evaluación de políticas públicas tendientes al mejoramiento del nivel de Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín. En un primer momento se expone el por qué de la utilización de la Dinámica de Sistemas para el modelamiento y simulación de la problemática objeto de estudio, posteriormente se presenta la hipótesis dinámica – Diagrama Causal – sobre el cual se apoya el modelo de simulación y se presenta todo el proceso metodológico llevado a cabo para la obtención del modelo; dicha hipótesis se apoya en la contextualización y análisis realizados en los capítulos anteriores, paso seguido se procede a realizar la validación del modelo de simulación a través de diferentes pruebas consignadas en la literatura.

4.1. El modelamiento como apoyo para la toma de decisiones

Un modelo es una externa e implícita representación de una parte de la realidad tal como es percibida por las personas quienes esperan utilizarlo para entender, cambiar, manejar o controlar esa parte en uno u otro sentido (Pidd, 1999), es así como los modelos son vistos como el medio esencial por medio de los cuales se hace posible la reproducción del comportamiento de las variables de un problema con el fin de generar y evaluar políticas en busca de mejorar una situación determinada (Coyle, 2000).

La construcción de los modelos y su representación explícita son comúnmente guiados por las creencias, supuestos hondamente arraigados, generalizaciones e imágenes contenidas en la mente, por tal razón el proceso mediante el cual estas creencias se hacen explícitas y se ponen en discusión se constituye en un mecanismo de evaluación de la forma cómo las personas llevan a cabo sus proceso de pensamiento, permitiendo así reconsiderar constantemente las concepciones y esquemas mentales (Senge, 2005), de esta manera el proceso de modelamiento y los modelos como tal, forman una importante herramienta para el aprendizaje, el mejoramiento de los procesos de pensamiento y el apoyo en la toma de decisiones para el ser humano, a tal punto de convertirse en un instrumento para la conducción de las organizaciones y los sistemas sociales (Sterman, 2000).

En este sentido, el modelamiento desde la problemática que en este trabajo atañe, es utilizado con dos objetivos: el primero corresponde a la exploración de posibles consecuencias de acciones antes de que estas sean implementadas en el sistema real (Boothroyd, 1978) y la segunda como una metodología de apoyo en los

sistemas computacionales para la toma de decisiones en secuencias rutinarias (Arntzen et al. 1995). El modelo desarrollado en este trabajo se plantea para cumplir el primer objetivo descrito, porque busca la exploración y evaluación de políticas públicas tendientes al mejoramiento de la problemática de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín y además la preparación de las organizaciones e individuos interesados en este tema ante posibles situaciones futuras que puedan ocurrir dadas determinadas circunstancias (Morecroft, 2007)

Los modelos pueden ser clasificados en diferentes clases, como modelos estáticos o dinámicos, matemáticos o físicos, estocásticos o determinísticos; pero una de las divisiones más comunes realizadas corresponde a la que los clasifica como modelos de simulación o modelos de optimización, esto de acuerdo al propósito que se planea al analizar determinada problemática (Barlas, 1996; Sterman, 1991). Mientras que las metodologías de modelado de sistemas socioeconómicos, como el de la Seguridad Alimentaria, son catalogadas de manera general en cuatro grupos: Dinámica de Sistemas – DS –, Econométricos, de Caja Negra y de Optimización (Giraldo et al., 2010).

4.2 La dinámica de sistemas para el modelamiento de la problemática de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín

Los modelos de las dinámicas mundiales de Forrester (1971) y World1 presentado en Los Límites del Crecimiento de Meadows (1972) marcaban el inicio de un nuevo enfoque de modelamiento y simulación (Morecroft, 2007); esta nueva orientación denominada Dinámica de Sistemas, realiza énfasis en sistemas

dinámicos que están compuestos por múltiples ciclos de realimentación caracterizados por arrojar comportamientos no lineales y múltiples estados, adicionalmente estos sistemas de carácter dinámico contienen retardos entre las causas y los efectos que son responsables de inestabilidades y dificultan la predictibilidad y pronóstico a través del tiempo de las variables que los conforman (Sterman, 2000).

El problema de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín está enmarcado dentro de un sistema de carácter dinámico que posee las características ya descritas así:

- **Ciclos de Realimentación:** En capítulo 3 se abordaron los ciclos de realimentación que componen la problemática de Inseguridad Alimentaria detallando las causalidades presentes entre cada una de sus variables.
- **No Linealidades:** El sistema está compuesto por comportamientos no lineales arrojados por los ciclos de realimentación, ya que de acuerdo a lo observado en la Figura 1-4; a pesar de que la inversión para la superación de la Inseguridad Alimentaria en el mundo ha aumentado durante los últimos 50 años y de que el sistema comenzó a entregar una respuesta (comportamiento) intuitiva – Periodo de tiempo comprendido entre 1969 a 1995 – disminuyendo el número de personas que persistían en estado de subnutrición; a partir del año 1995 y hasta el 2009 la población en Inseguridad Alimentaria en el mundo ha aumentado vertiginosamente quedando explícito el carácter no lineal del comportamiento de las variables que componen el sistema.
- **Retardos:** La problemática de la Inseguridad Alimentaria viene marcada por retardos, un ejemplo de ellos fue presentado en el capítulo 3 - sección 3.3.1, donde

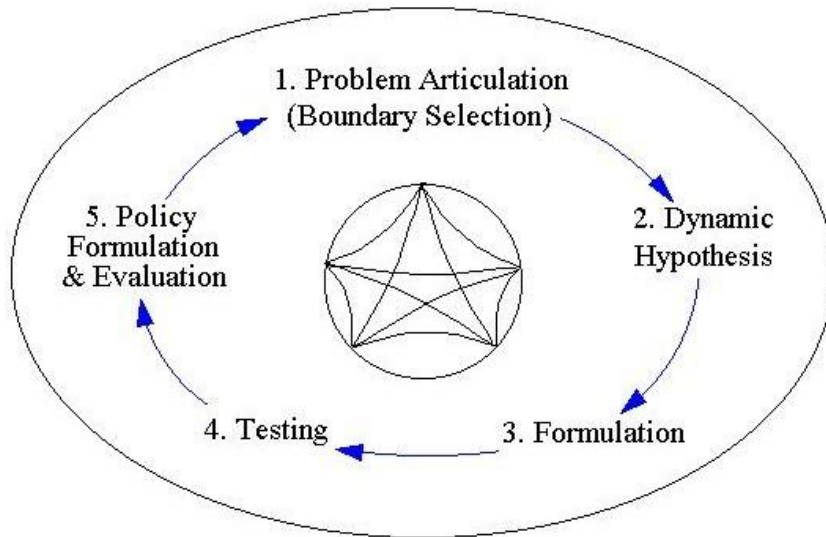
a causa de una desnutrición en la primera infancia (0 – 5 años de edad) se presentaban efectos sobre la económica de una sociedad solo hasta después de 6 años o en ocasiones hasta 17 años después de presentada la situación.

Por estas razones, el problema de la Inseguridad Alimentaria es abordado en este trabajo desde un enfoque sistémico y utilizando la Dinámica de Sistemas como herramienta por medio de la cual se realiza la evaluación de acciones a implementarse en el presente, pero que tendrán impacto sobre el futuro.

El proceso de modelamiento por medio de Dinámica de Sistemas es iterativo y va orientado al análisis y reconstrucción de problemas particulares y no de sistemas generales como lo podrían realizar otras metodologías (Sterman, 2000), por lo cual en este trabajo se aborda la Inseguridad Alimentaria como un problema del Sistema de Seguridad Alimentaria, nutrición y alimentación de la ciudad de Medellín.

Para su desarrollo se tomo como procedimiento base, la metodología presentada por Sterman (2000) en su libro: *Business Dynamics* y la cual está esquematizada en la Figura 4-1. Cada una de las etapas allí presentadas son descritas posteriormente y equivalen a cada uno de los pasos llevados a cabo para la fabricación del modelo de simulación.

Figura 4-1: Proceso de Modelamiento a través de Dinámica de Sistemas (Fuente: Sterman, 2000)



Etapa i. Construcción de la Hipótesis Dinámica.

a. Construcción de la hipótesis dinámica del problema dando explicación al comportamiento desde los ciclos de realimentación conformados por las variables endógenas.

- Identificación de los ciclos de realimentación que conforman la hipótesis dinámica de la problemática.
- Establecer los límites y alcances del modelo.
- Clasificación de las variables asociadas al problema entre endógenas y exógenas.

b. Construcción del Diagrama o mapa causal completo de la hipótesis dinámica del problema de Inseguridad Alimentaria de la ciudad de Medellín.

Etapa ii. Construcción De Un Modelo De Simulación Utilizando Dinámica De Sistemas.

a. Construcción de la estructura de flujos y niveles en una herramienta para la elaboración de modelos de simulación. Para este trabajo se utilizó el programa POWERSIM.

b. Estimación de parámetros y condiciones iniciales de niveles del modelo de simulación.

Etapa iii: Validación Del Modelo De Simulación.

a. Pruebas de Estructura: Validar la estructura, los parámetros y las relaciones del modelo de simulación de acuerdo a la estructura real del sistema.

b. Realizar corridas preliminares del modelo, graficando cada una de las variables relevantes.

c. Prueba de Comportamiento: Comparar el comportamiento simulado contra el comportamiento real de las variables, verificando que la reproducción sea la adecuada; de no ser así se retoma la Etapa II para revisar la Hipótesis Dinámica del problema.

d. Pruebas de Robustez: Realizar simulaciones bajo condiciones de frontera, verificando que el comportamiento del modelo conserva su consecuencia con el comportamiento real.

e. Análisis Dimensional: Comprobar que las unidades correspondan a las que presentan las variables en la situación real.

Etapa iv: Evaluación De Políticas.

a. Identificación, clasificación y descripción de las políticas públicas existentes en la ciudad y en el país orientado a la superación de la Inseguridad Alimentaria.

b. Identificar cuáles de las políticas previamente inventariadas se encuentran dentro de los límites y el alcance del modelado.

c. Implementar cada una de las políticas identificadas dentro de los límites, considerando las siguientes preguntas: ¿Qué modificaciones en la estructura debe sufrir el modelo?, ¿Qué nuevos valores deben tomar los parámetros?, ¿Qué nuevas variables deben ser involucradas en el modelo?

d. Realizar corridas para cada una de las políticas implementadas, capturando los comportamientos de cada uno de ellas, analizando y validando los efectos causados sobre el comportamiento de la problemática.

4.3. Modelo de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín

4.3.1. Propósito y Alcance del Modelo

El presente modelo tiene como propósito explicar el comportamiento de la variable de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín desde la reconstrucción de

la estructura del problema para después probar su confiabilidad y así sea posible la evaluación de políticas que conduzcan a la disminución de las personas que se encuentran en situación de hambre o están en riesgo de llevar a ella.

Pero esta problemática solo será modelada y estudiada desde una de los componentes que posee la definición de Seguridad Alimentaria entregada por la FAO (1996): La que corresponde al Acceso, enfocando el modelo exclusivamente hacia el enfoque y las implicaciones económicas de acceder a los alimentos; de esta forma la Seguridad Alimentaria desde los componentes de Disponibilidad o acceso físico, Aprovechamiento Biológico o Inocuidad no conforman parte del alcance de este trabajo.

4.3.2. Horizonte de Tiempo del Modelo

De acuerdo con Sterman (2000) el horizonte de tiempo de un modelo debe ser tan amplio que alcance a considerar los posibles retardos presentes en el modelo, como también para percibir toda la potencialidad que pueden traer sobre el problema las políticas a implementarse o evaluarse sobre el mismo.

En este sentido, el horizonte de tiempo planteado para el modelo de simulación de la problemática de la Inseguridad Alimentaria está compuesto por dos fases: Una primera de validación y un segundo momento de simulación para el análisis de políticas.

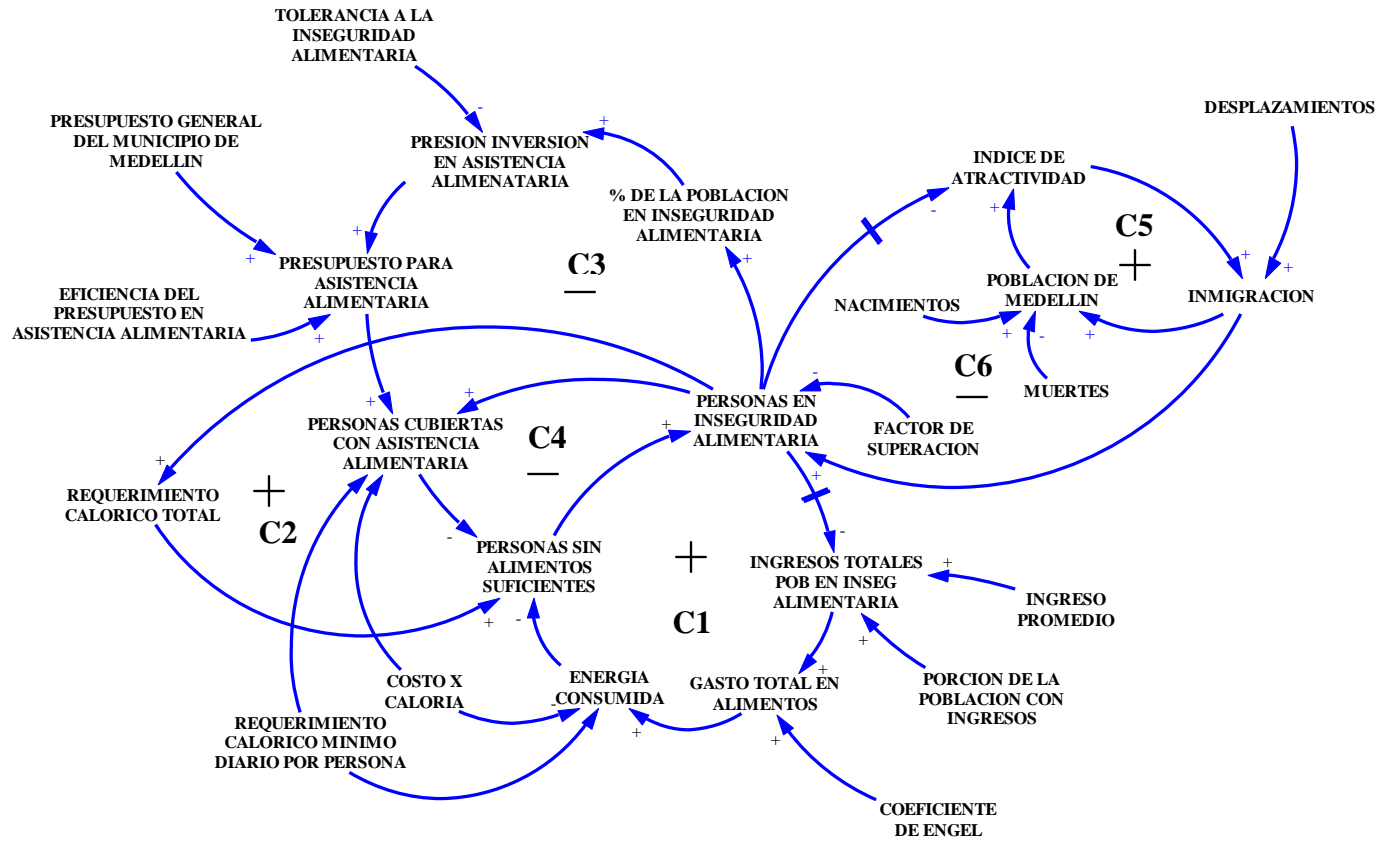
- **Horizonte de Validación:** Por el corto espacio de tiempo en que viene siendo cuantificada la Inseguridad Alimentaria y el alto costo que implica su medición, los datos existentes sobre el estado de la problemática son escasos, contando con tan solo dos mediciones para la ciudad de Medellín que pueden ser comparados y confrontados, dado que fueron recolectados bajo la misma metodología presentada por Álvarez y sus colaboradores (2006). Por esto, la validación del modelo se realizó con base a la curva obtenida al unir los valores para la Inseguridad Alimentaria durante los años 2005 y 2010, constituyéndose en un periodo de validación de 6 años.
- **Horizonte de Simulación:** El horizonte considerado para realizar la simulación corresponde a 35 años, comprendidos entre el año 2011 y el año 2045; este valor fue tomado debido a la dificultad que poseen las personas en salir de los ciclos de pobreza (Castaño y Nuñez, 2007) y por ende de la Inseguridad Alimentaria, posibilitando la dinámica endógena del sistema.

Con lo anterior, el tiempo agregado de simulación corresponde a 41 años comprendidos desde el año 2005 hasta el año 2045.

4.3.3. Hipótesis Dinámica – Diagrama Causal – de la Inseguridad Alimentaria en la Ciudad de Medellín desde el acceso económico a los alimentos

Partiendo de los resultados arrojados en los anteriores capítulos y tomando los análisis allí realizados por medio de los ciclos de realimentación construidos en el capítulo 3, en la Figura 4-2, se presenta el diagrama causal final que corresponde a la hipótesis dinámica producto de un proceso iterativo.

Figura 4-2: Hipótesis Dinámica de la Inseguridad Alimentaria en Medellín desde la Accesibilidad económica. (Fuente: Elaboración Propia)



Al unir las estructuras sistémicas o ciclos de realimentación expuestos en el capítulo 3, se obtiene como resultado la hipótesis dinámica final y general del sistema de la Figura 4-2. La hipótesis la componen seis ciclos de realimentación, tres de balance (C3, C4 y C6) y tres de refuerzo (C1, C2 y C5); cada uno corresponde a las siguientes fuerzas en el sistema:

- **Ciclos de Pobreza o Inseguridad Alimentaria C1 y C2:** es el ciclo de realimentación que refuerza la situación de pobreza en la ciudad de Medellín. A partir de las personas en Inseguridad Alimentaria se genera un déficit en el ingreso de estas personas, por lo que no es posible la adquisición de alimentos suficientes para alcanzar el requerimiento calórico mínimo reforzando así la situación de pobreza y de Inseguridad Alimentaria en la ciudad.
- **Ciclos de Intervención Gubernamental C3 y C4:** Dadas las condiciones de Inseguridad Alimentaria en la población, las autoridades competentes deben emprender acciones a través de las cuales se logre la mitigación del hambre y la superación de la Inseguridad Alimentaria. Normalmente lo que llevan a cabo los gobiernos consiste en apropiar partidas presupuestales para ser destinadas a programas de Asistencia Alimentaria.

De acuerdo a la experiencia de Medellín durante los años 2008 - 2010 a través del programa Medellín Solidaria, que atiende a 45.000 familias en situación de extrema pobreza, la superación de las condiciones de pobreza se logra a tasas lentas, porque a pesar de la cuantiosa inversión social de la municipalidad durante este periodo de tiempo, tan solo se logro “graduar” a 2000 familias como símbolo de la superación de esta condición (De la Urbe, 2011)

- **Ciclos de Atractividad y Desplazamiento de la ciudad C4 y C5:** Por ultimo en lo que corresponde a la estructura del problema, el presupuesto que destina la ciudad para Asistencia Alimentaria deriva en mejores condiciones de vida para quien habitan la ciudad lo cual genera mayores migraciones desde otras regiones de personas que buscan estas mismas condiciones; además Colombia ha atravesado una fuerte época de violencia que ha producido desplazamientos hacia las ciudades; estas dos condiciones pueden derivar en la erosión de las metas trazadas por el gobierno para la superación de la Inseguridad Alimentaria, dado que cada vez serán más las personas objeto de asistencia.

4.4. Validación del modelo de simulación de la inseguridad alimentaria

La validación de un modelo viene determinada por su tipo y su propósito, por esta razón existen dos términos que han sido acuñados y se han venido posicionando en el campo de la Investigación de Operaciones: Modelos que se asemejan a “Cajas Blancas” y modelos que se asemejan a “Cajas Negras”. Los modelos llamados Cajas Negras van orientados hacia el resultado o las salidas que entrega el modelo, es decir, no cobra importancia el procedimiento, ni la estructura del mismo; dado que lo importante es que el comportamiento arrojado se asemeje al comportamiento real del sistema, mientras que los llamados Cajas Blancas, haciendo apología a la transparencia, van orientados tanto a los resultados que arroja el modelo pero también a la forma como este fue construido y la coherencia de su estructura (Barlas, 1996).

Un modelo de Dinámica de Sistemas por su naturaleza debe ser catalogado como una Caja Blanca, porque en ellos su estructura es tan importante como el comportamiento que arrojan sus variables, más aun la estructura es la responsable del comportamiento (Aracil, 1995); por esta razón la validación y generación de confianza sobre un modelo de Dinámica de Sistemas va mucho más allá de replicar el comportamiento.

La validación de los modelos Causales – Descriptivos es definida como: “*la utilidad que tenga el modelo frente al propósito para el cual fue construido*”, y el concepto como tal es comprendido como la ultima parte de un proceso de construcción; para el caso de los modelos de Dinámica de Sistemas la validación debe ser como un proceso continuo e iterativo de construcción de confianza, aunque su realización posterior a la construcción del modelo de flujos y niveles tiene una importancia especial (Barlas, 1996; Barlas y Carpenter 1990). Todo lo anterior es aceptado, Aunque desde otras perspectivas, como las presentadas por Sterman (2000) la validación será un proceso imposible de alcanzar, ya que los modelos siempre estarán incompletos por contener una abstracción de la realidad y no la realidad tal y como es.

Para el caso del modelo de simulación de Dinámica de Sistemas de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín, se realizaron las siguientes pruebas para la generación de confianza tanto en la estructura como en el comportamiento, estas fueron extraídas de Sterman (2000), Barlas (1996) y Forrester y Senge (1980): Prueba de Evaluación de la Estructura, Consistencia Dimensional, Prueba de Evaluación de Parámetros, Prueba de Condiciones Extremas, Prueba de Reproducción del Comportamiento.

4.4.1. Prueba de Evaluación de la Estructura

La estructura del sistema se verifica a partir de la validación de las relaciones que lo componen y las ecuaciones que definen las mismas, para esta prueba una pregunta fundamental puede ser: ¿El modelo viola leyes físicas, como variables de nivel que no pueden tomar valores negativos? (Stermán, 2000).

Para probar que las relaciones y en general la estructura contenida en el sistema corresponde al real, en el capítulo 3 se presentó el soporte técnico que permite verificar la autenticidad de cada una de las relaciones, adicional a ello en el Anexo A se presentan las ecuaciones que describen cada relación.

4.4.2. Prueba de Consistencia Dimensional

Esta es conocida como una prueba básica para la generación de confianza en el modelo de simulación, esta se encarga de probar si cada ecuación que conforma la estructura arroja unidades coherentes y acordes con la realidad (Stermán, 2000; Barlas, 1996). Este test en algunos paquetes de simulación, como PowerSim, se considera como un asunto interno del software arrojando mensajes de error cuando las unidades no son consistentes.

Para probar la Consistencia Dimensional del modelo, en el Anexo B, se presenta cada una de las variables que conforman el modelo, especificando la unidad de medida real y la unidad medida que posee en el modelo simulación de PowerSim.

4.4.3. Prueba de Evaluación de Parámetros

El paso inicial para realizar la validación de un parámetro es definir su método de estimación y posteriormente verificar si el resultado obtenido después de la estimación está acorde y tiene sentido con la vida real. Para la estimación de parámetros aparecen dos métodos como los más utilizados: La estimación Estadística o la Estimación a partir de Juicios de Expertos (Sterman, 2000; Barlas, 1996)

Para la validación de los parámetros de modelo de Inseguridad Alimentaria fueron utilizados ambos métodos de acuerdo a la disponibilidad de información de cada caso. En el Anexo C se presenta cada parámetro del modelo, una breve descripción del método y la forma como fue estimado.

4.4.4. Prueba de Condiciones Extremas

Esta prueba hace relación a la consistencia que posee el comportamiento arrojado por el modelo ante la evaluación de condiciones extremas sobre él, aunque estas condiciones muchas veces no ocurren en los sistemas reales, el no cumplimiento de ellas puede derivar en una pérdida de confianza sobre el mismo. El test o prueba de condiciones extremas es importante por dos razones: la primera corresponde a la posibilidad que otorga de encontrar defectos en el modelo, que aparecen solo cuando se está operando al límite y la segunda corresponde a que

permite profundizar en el conocimiento del sistema, ya que da a conocer las fuerzas que impulsan al sistema a operar por fuera de los límites históricos en los cuales ha operado (Sterman, 2000; Forrester y Senge, 1980).

Para realizar el test o prueba de condiciones extremas sobre el modelo de Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín, se tomaron una serie de situaciones y fueron simuladas, obteniendo comportamientos de algunas de las variables más importantes buscando inferir sobre ellas si se encontraban acorde con la realidad. En los literales a, b y c y de la Figura 4-3 a la 4-11 se presenta cada situación extrema simulada en el modelo, los comportamientos obtenidos de las variables claves y el análisis de cada uno de ellos:

a. El modelo inicia con la variable de nivel que contiene las Personas en Inseguridad Alimentaria en “0”.

Al modificar el número de personas que padecen Inseguridad Alimentaria en el modelo, iniciando el acumulador en “0”, se obtienen los comportamientos de las Figuras 4-3, 4-4 y 4-5; en estos se puede analizar que a pesar de eliminar la población en Inseguridad Alimentaria, se refuerzan las dinámicas migratorias hacia la ciudad gracias a que es atractiva para personas de otras regiones que se encuentran en situación de vulneración, por esta razón los ciclos de realimentación de la Inseguridad Alimentaria y de Asistencia Estatal no se estabilizan en “0”, sino que a causa de la migración se activan.

Por lo anterior, los comportamientos arrojados por las variables claves del modelo corresponden con lo que ocurriría en la realidad al presentarse una situación como la simulada.

Figura 4-3: Personas Cubiertas con Asistencia ante la situación extrema a

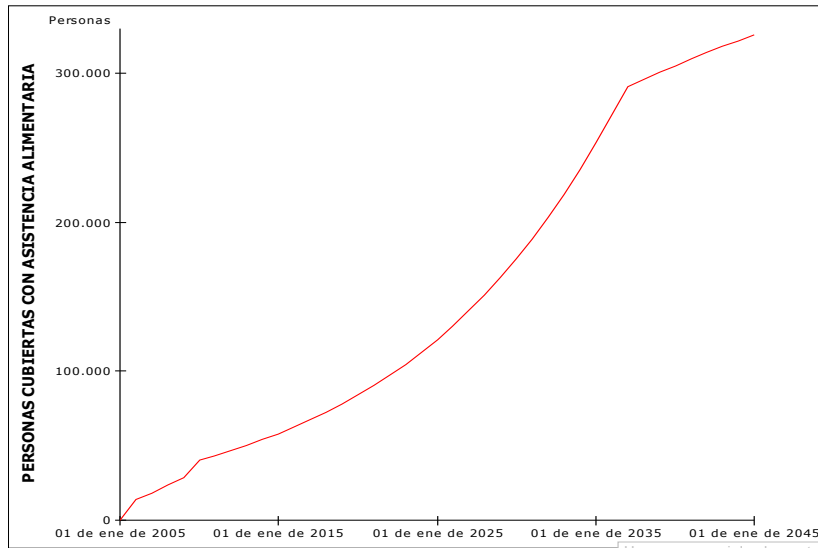


Figura 4-4: Personas en Inseguridad Alimentaria ante la situación extrema a.

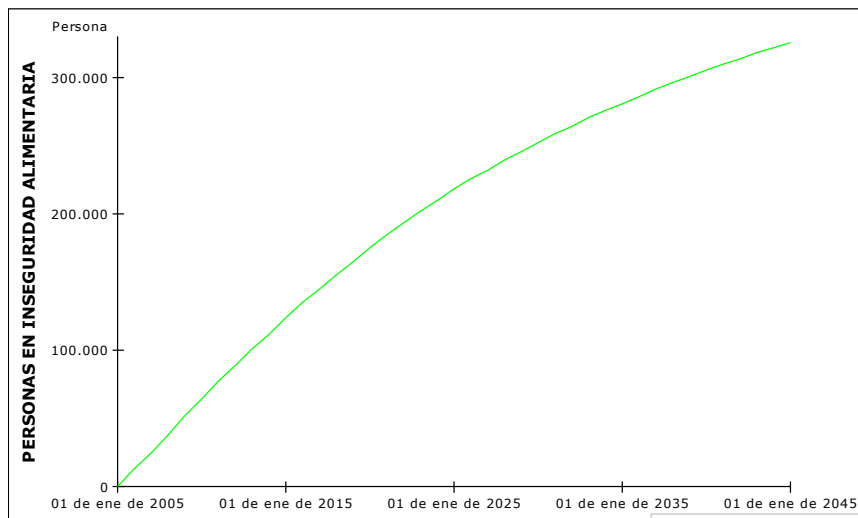
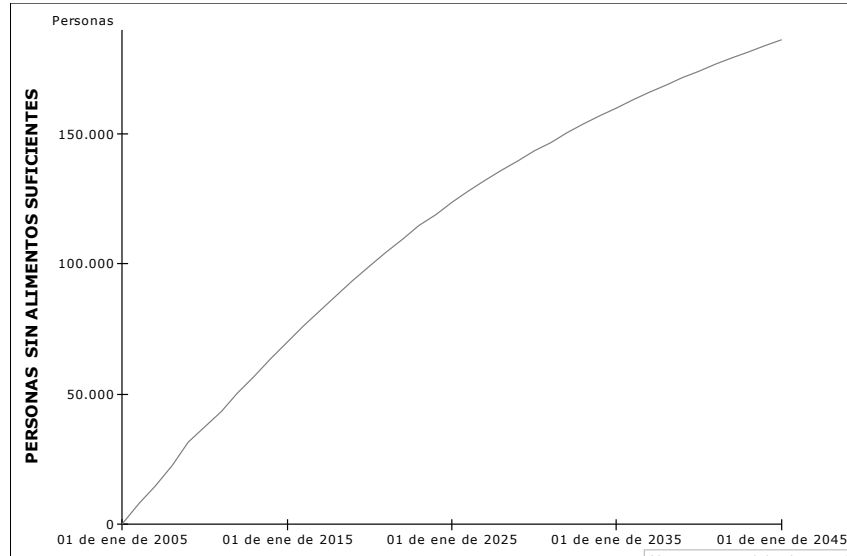


Figura 4-5: Personas sin Alimentos Suficientes ante la situación extrema a.



b. El modelo inicia con la variable de nivel que contiene las Personas en Inseguridad Alimentaria en “0” y la población que se desplaza hacia la ciudad de Medellín es igual a “0”.

La situación extrema del literal b, corresponde a una modificación de la presentada en el literal a, porque además de suponer una población inicial en Inseguridad Alimentaria de “0”, se altera también la variable que representa las Migraciones llevándola también a un valor de “0”. Frente a esto se obtuvo la estabilidad en los comportamientos de las variables presentadas en las Figuras 4-6 y 4-7, debido a que el ciclo de realimentación de la Inseguridad Alimentaria no es activado ni por la población que se encontraba de manera inicial en situación de Inseguridad Alimentaria, ni por migrantes que aumentan la población en Inseguridad, por tal razón el ciclo de balance de la intervención estatal tampoco es activado al no ser necesario por no existir población en Inseguridad Alimentaria.

Figura 4-6: Inmigración ante situación extrema b.

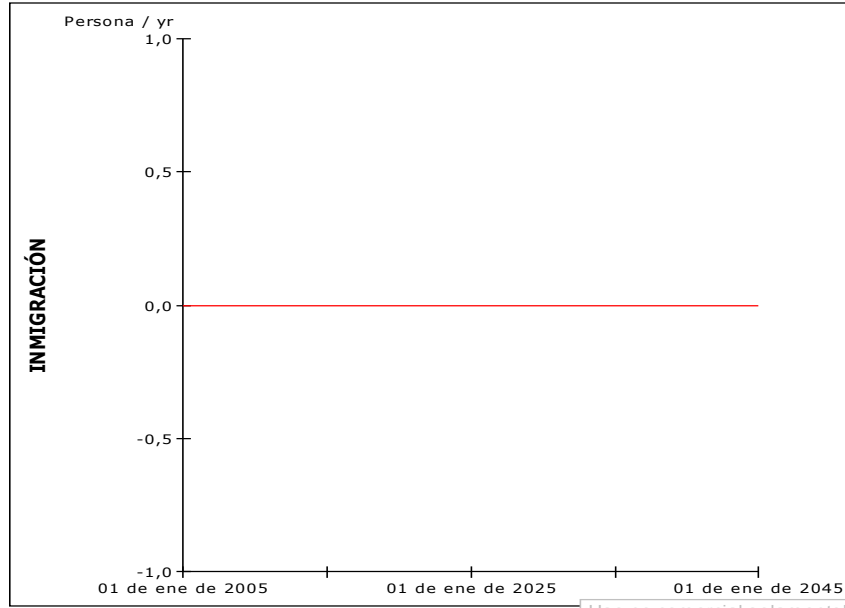
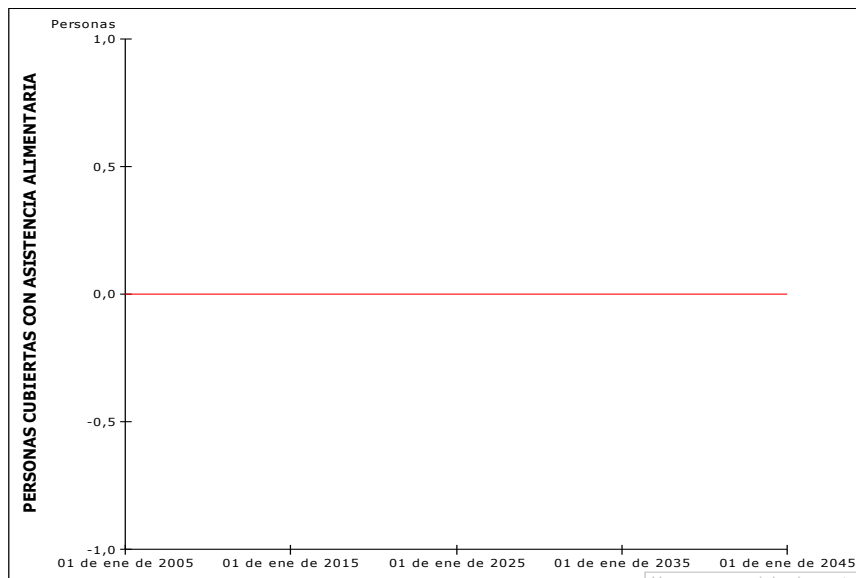


Figura 4-7: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria ante situación extrema b.



Los comportamientos arrojados en las Figuras 4-6 y 4-7 al evaluar a través de la simulación la condición extrema, resulta lógica y coherente con lo que ocurriría al presentarse la situación en el sistema real; por la tanto ante situaciones de este tipo el sistema responde a las condiciones de frontera.

c. El Costo por Caloría es “0” lo cual equivale la gratuidad del alimento para la población.

Al modificar el costo que tiene cada caloría en el mercado de alimentos, se obtiene como resultado una estabilización en el valor de “0” de los ciclos de realimentación de la Inseguridad Alimentaria o pobreza y de la Asistencia Estatal, porque al no tener costo los alimentos no existen población sin alimentos suficientes y por ende tampoco se requiere de la asistencia alimentaria. Véase Figura 4-8 y 4-9.

Figura 4-8: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria ante situación extrema C.

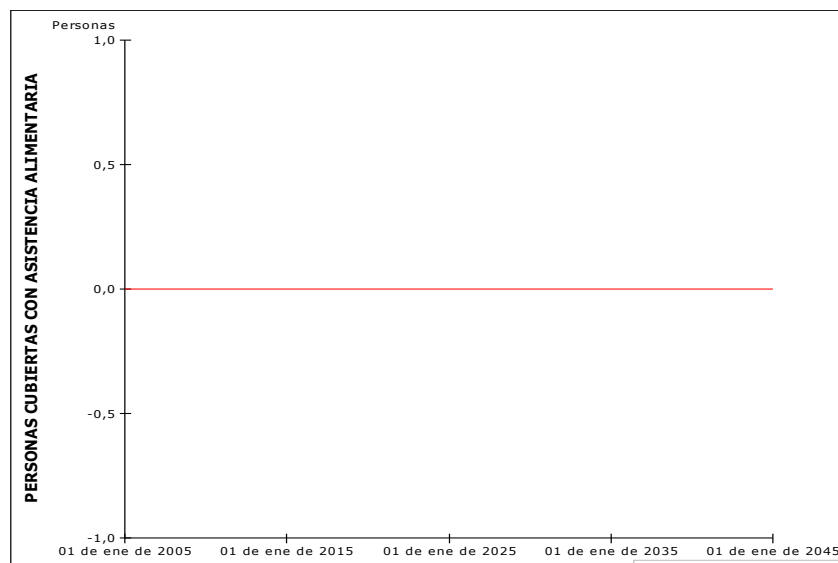
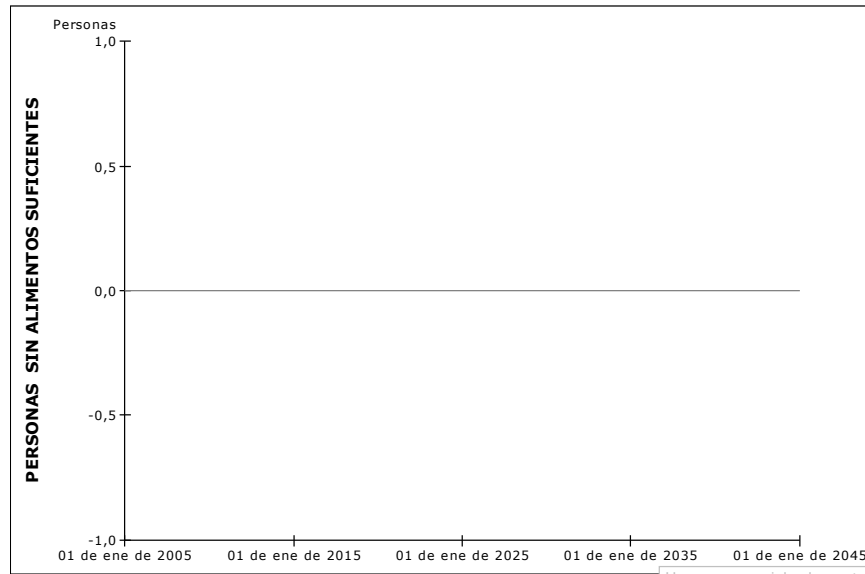


Figura 4-9: Personas sin Alimentos Suficientes ante situación extrema c.



d. El Requerimiento Calórico Promedio de la Población es 100 veces más grande del valor con el cual fue diseñado en modelo.

Frente al aumento en 100 veces del requerimiento calórico de las personas que habitan la ciudad de Medellín, se obtiene un cambio en la dominancia de los ciclos de realimentación, ya que ante las características de diseño del modelo la cantidad de personas en Inseguridad Alimentaria estaba disminuyendo; al realizar el cambio la cantidad de personas en Inseguridad Alimentaria comienza a aumentar, gracias a que tanto la cantidad de dinero que tienen las personas producto de su trabajo como la cantidad de dinero disponible para Asistencia Alimentaria, no alcanzan para la adquisición de los alimentos suficientes para suplir un requerimiento calórico tan elevado. Véase Figura 4-10 y 4-11.

Figura 4-10: Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria - situación extrema d.

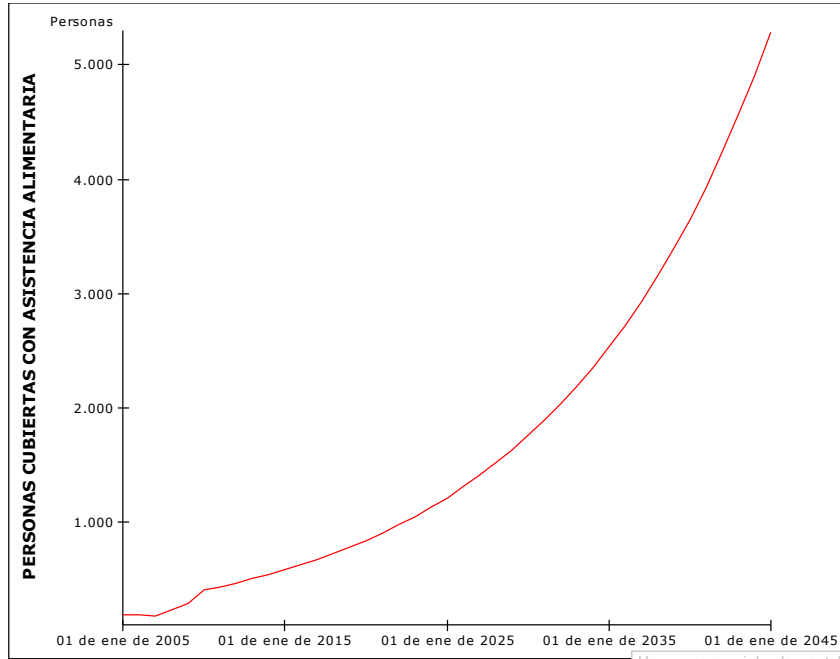
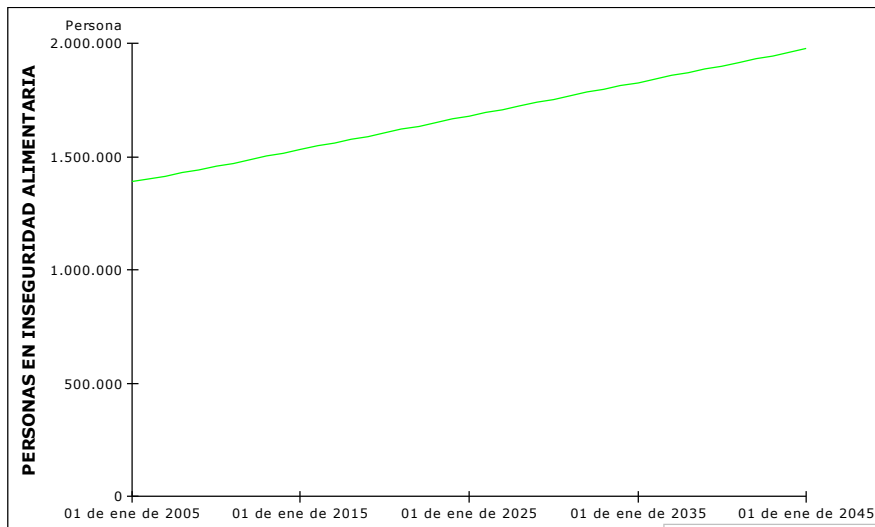


Figura 4-11: Personas en Inseguridad Alimentaria ante situación Extrema d.



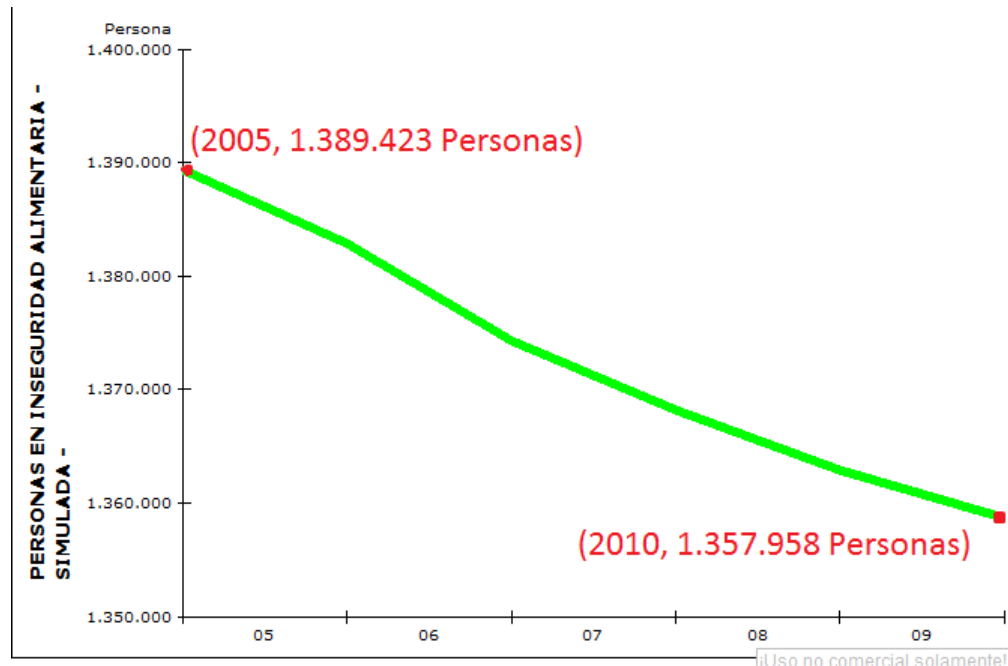
4.4.5. Prueba de Reproducción del Comportamiento

El test examina que tan bien el modelo genera un comportamiento que reproduce el que posee el sistema real, normalmente para la realización de este test se utilizan diferentes medidas para el error que resulta entre el dato real y el dato simulado en el modelo; algunas de ellas son: Coeficiente de Determinación (R^2), Error Medio Absoluto (MAE), Error cuadrático (MSE), entre otros (Sterman, 2000; Forrester y Senge, 1980).

Para el modelo de simulación de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín, conseguir una curva real rica en datos que permitirá realizar una comparación y estimación significativa del error frente a la curva simulada fue una de las mayores dificultades; porque tan solo se contaba con dos mediciones comparables para esta problemática en la Ciudad de Medellín, por lo tanto el modelo de simulación fue ajustado de tal manera que la curva simulada cruzará por estos dos puntos. Las mediciones fueron obtenidas en las Investigaciones para la elaboración del Perfil Alimentario para la Ciudad de Medellín ordenado por la Gobernación de Antioquia (2004) y la Alcaldía de Medellín (2010).

Para validar la capacidad que posee el modelo de reproducir el comportamiento real, se tomó como variable de mayor importancia el número de Personas en Inseguridad Alimentaria. En la Figura 4-12 se presenta el ajuste de la curva simulada frente a los dos puntos reales con los que se cuenta.

Figura 4-12: Comportamiento de las Personas en Inseguridad Alimentaria Real y Simulada.



A partir de la conceptualización presentada en los primeros tres capítulos se sentaron las bases para la fabricación del modelo de simulación de Dinámica de Sistemas para el problema de Seguridad Alimentaria en la Ciudad de Medellín desde la accesibilidad económica a los alimentos. Por medio del proceso de construcción presentado en este capítulo se logró la obtención de un modelo confiable que respondió positivamente a los test o pruebas de validación desarrollados.

La curva simulada a través del modelo se ajusto a las dos mediciones con los cuales se contaba, permitiendo así concluir que el modelo reproduce el comportamiento y por lo tanto es confiable para la evaluación de políticas públicas

tendientes a mejorar la situación de hambre en la ciudad de Medellín, lo cual se realizará en el próximo capítulo.

5. Evaluación de políticas para el mejoramiento de la inseguridad alimentaria.

En este capítulo se realizará un inventario de posibles políticas a implementar en el Sistema de Seguridad Alimentaria en la ciudad y posteriormente se evaluarán los resultados obtenidos a partir de simulaciones sobre el modelo de Dinámica de Sistemas presentado en el capítulo 5. El objetivo de este capítulo será la exploración de los resultados obtenidos a partir de los diferentes escenarios formulados.

Por último se presentará una comparación y un resumen de las diferentes políticas implementadas, determinando con cuál de ellas se obtendrían resultados que permitieran el mejoramiento en un menor espacio de tiempo la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín.

5.1. Políticas para el mejoramiento de la inseguridad alimentaria en la ciudad de Medellín

De acuerdo a lo abordado en el capítulo 3 Barret (2002), Galván y Amigo (2007), y Huffman (2008) catalogan las políticas para el mejoramiento de la Inseguridad Alimentaria y la superación del hambre desde los siguientes aspectos: Programas para el aumento de los alimentos y por lo tanto de nutrientes del hogar y las personas, programas para el aumento de la disponibilidad de alimentos mediante la ampliación de derechos, programas para el mejoramiento en la utilización de los derechos con los que ya cuenta la población, Programas de Transferencia Económica Condicionada – PTEC –, Programas de Alimentación Complementaria – PAC –, Programas de Seguridad Alimentaria orientados a aumentar la disponibilidad y los ingresos en los hogares en estado de vulneración y el mejoramiento de la disponibilidad de alimentos en los hogares a través de la entrega de estampillas o bonos de alimentos – Food Stamp Program, en Estados Unidos de América –.

El caso de Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín posee características particulares que complejizan la problemática, dado que las dinámicas de desplazamiento a causa de la violencia de las regiones aledañas han ocasionado que desde el año 1998 lleguen a la ciudad 202.192 personas en situación de vulneración e Inseguridad Alimentaria hacia la ciudad (Acción Social, 2011).

Por lo anterior, las políticas a evaluar sobre el modelo de simulación de Dinámica de Sistemas se pueden clasificar en las siguientes categorías:

- Políticas que buscan el aumento de la disponibilidad calórica a través de distintos mecanismos como son la entrega de subsidios o asistencia alimentaria,
- Políticas para el fortalecimiento del sistema de abastecimiento por medio del cual se garantice mayor abastecimiento y menores costos en los alimentos.
- Políticas de contención del desplazamiento hacia la ciudad de Medellín.
- Políticas económicas que conduzcan al aumento de la porción de personas que devengan ingresos, lo cual aumenta la cantidad de dinero para la adquisición de alimentos.

La evaluación de las políticas se realizará a partir de las siguientes variables del modelo: Personas Sin Alimentos Suficientes y Personas en Inseguridad Alimentaria; la primera da cuenta de un enfoque de corto plazo o de mitigación del riesgo social, por que presenta los efectos inmediatos que tiene sobre la población la implementación de una u otra política, la segunda variable se relaciona con el enfoque de largo plazo o de superación del riesgo social, ya que a pesar de que las personas cuentan con los alimentos; la superación de la situación de Inseguridad ocurre de manera gradual después de que una serie de condiciones se cumplen en las familias.

Para facilitar la comparación de cada una de las políticas implementadas, en la Figura 5-1 y 5-2 se presentan las graficas que corresponden al escenario base con los parámetros de diseño del modelo de simulación.

Figura 5-1: Comportamiento Base Variable: Personas sin Alimentos Suficientes.

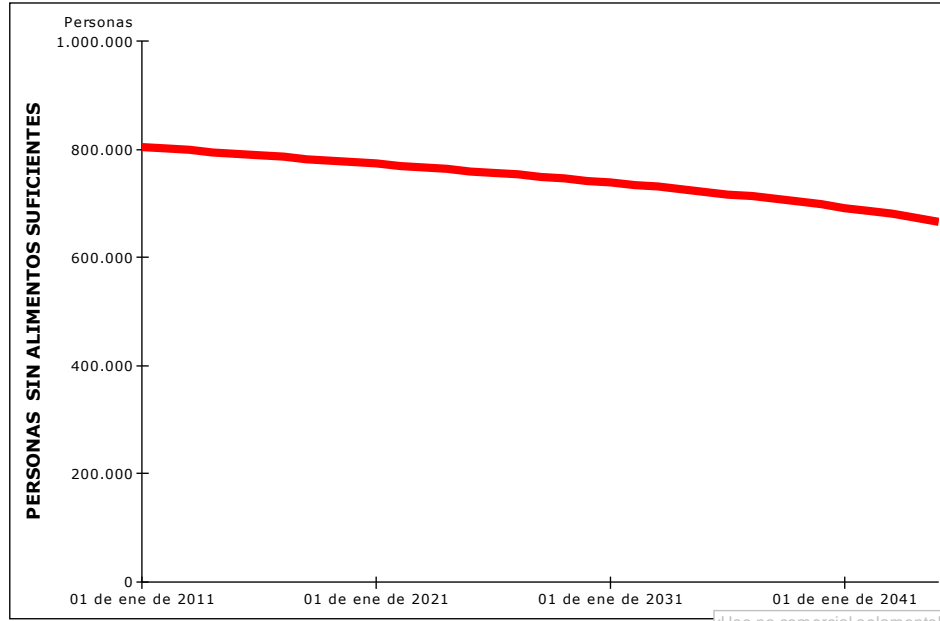
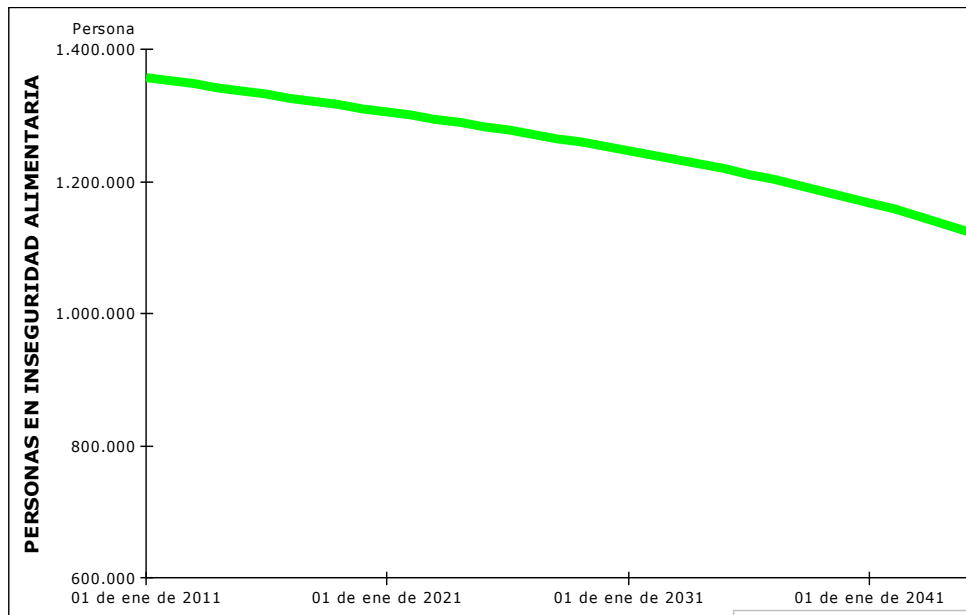


Figura 5-2: Comportamiento Base Variable: Personas en Inseguridad Alimentaria.



5.1.1. Política de aumento de la disponibilidad de alimentos vía asistencia alimentaria

La política de aumento de la disponibilidad de alimentos en los hogares por medio de la asistencia alimentaria estatal es una de las estrategias utilizadas para contribuir a cerrar la brecha calórica existente en las personas en situación de vulneración que por sus dinámicas económicas propias no pueden adquirir los alimentos mínimos para llevar una vida saludable y activa acorde con las recomendaciones calóricas para Colombia (FAO, 1996; ICBF, 1988).

En la ciudad de Medellín, esta política ha sido implementada a través de los programas presentados en la Tabla 3-1 por medio de la destinación de recursos que varían desde el 1,86% del presupuesto total del municipio de Medellín en el año 2007 hasta el 3% en el año 2011.

Con base a lo anterior, se evaluó una política agresiva y una política moderada; la primera equivale a aumentar la inversión en Asistencia Alimentaria y sostenerla en un nivel equivalente al 15% del presupuesto municipal y la segunda a invertir en Asistencia Alimentaria y sostenerla a un nivel del 7,5% del presupuesto de la Alcaldía de Medellín.

La inversión de mayores recursos se ve reflejada en la adquisición de mayor cantidad de calorías y por ende más personas cubiertas. Los resultados obtenidos al simular la política en el modelo se presenta en las graficas presentadas en las Figuras 5-3, 5-4, 5-5 y 5-6.

- **Presupuesto para Asistencia Alimentaria igual a 15% del presupuesto Municipal.**

Figura 5-3: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 15% del presupuesto Municipal

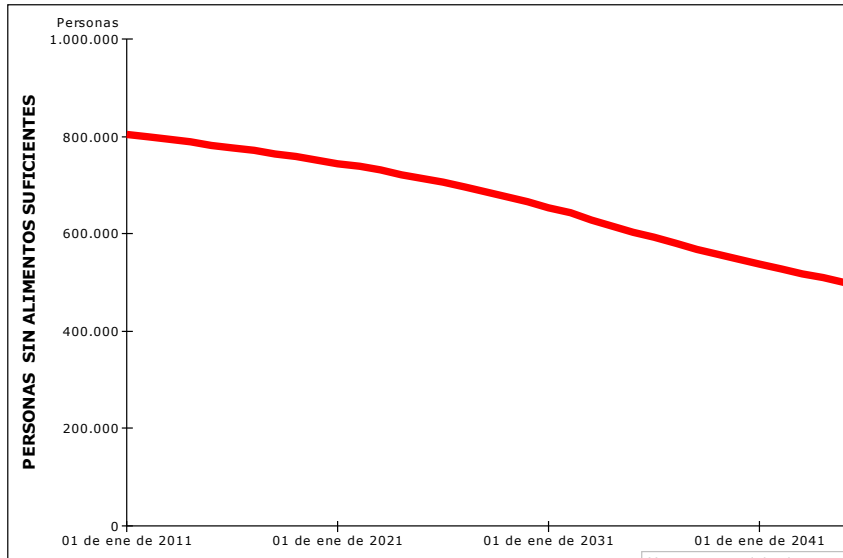
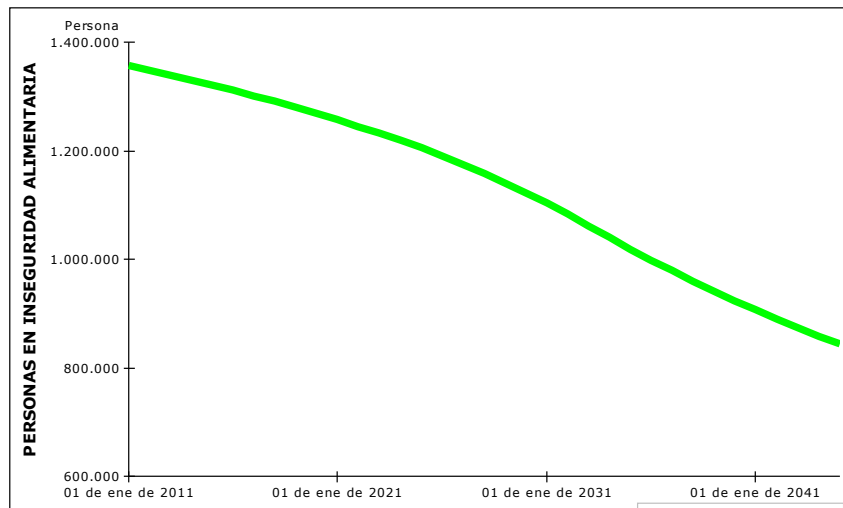


Figura 5-4: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 15% del presupuesto Municipal



- **Presupuesto para Asistencia Alimentaria igual a 7,5 % del presupuesto Municipal**

Figura 5-5: Personas sin Alimentos Suficientes ante inversión del 7,5% del presupuesto Municipal

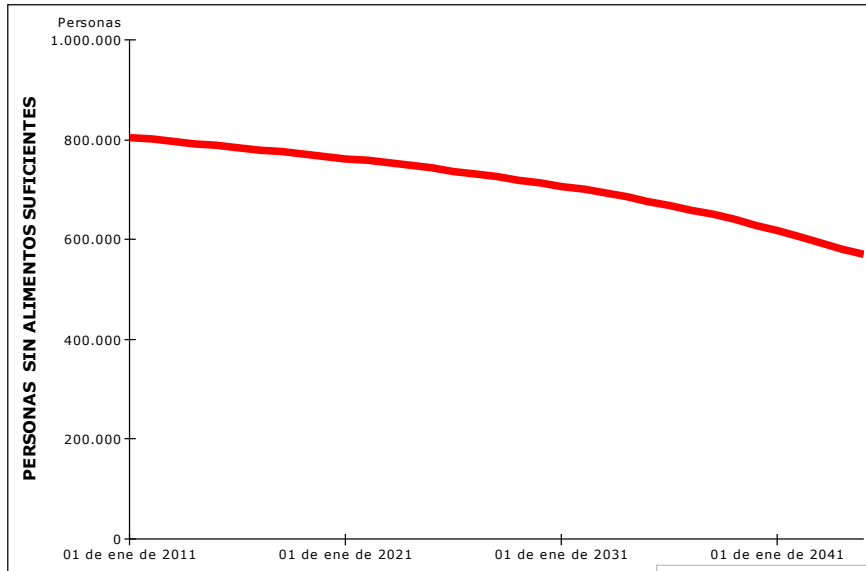
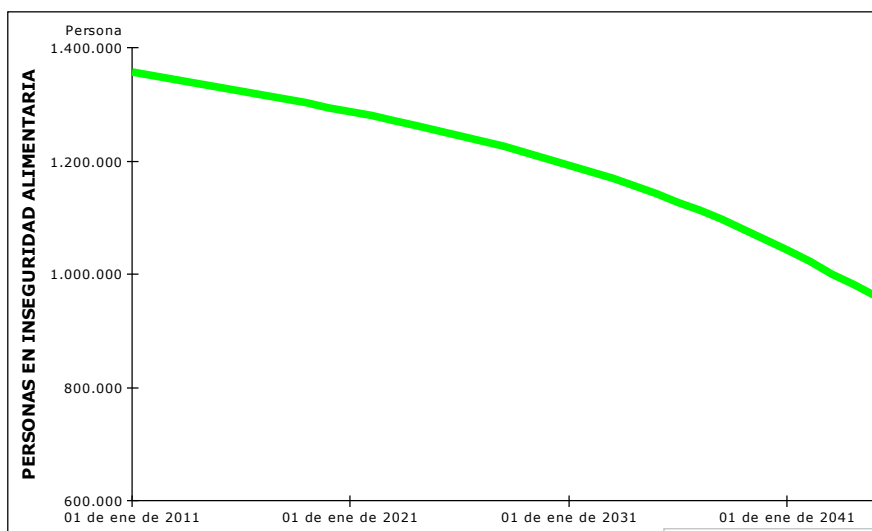


Figura 5-6: Personas en Inseguridad Alimentaria ante inversión del 7,5% del presupuesto Municipal.



5.1.2. Política de mejoramiento del sistema abastecimiento alimentario por medio del cual se obtengan menores costos en los alimentos.

Una de las políticas que puede generar impacto sobre la población en Inseguridad Alimentaria es la regulación de los precios de los Alimentos; incluso muchos países han emprendido acciones de compra y venta de los mismos generando una intermediación entre compradores y vendedores, de tal manera que prevalezca la estabilidad en los costos en los que tienen que incurrir las familias para la adquisición de estos productos (Ramaswami y Balakrishnan, 2002).

Para evaluar una política de intervención de los precios de los alimentos a través de diferentes estrategias, como por ejemplo el mejoramiento de la cadena de abastecimiento o la regulación de los alimentos que ingresan a las ciudades, se realizaron corridas sobre el modelo de simulación explorando el impacto que tendría sobre el modelo la reducción del costo base de la caloría en un 35% y en un 50%, los resultados obtenidos se presentan en las Figuras 5-7, 5-8, 5-9 y 5-10.

- **Reducción en el precio por caloría en un 35%.**

Figura 5-7: Personas sin Alimentos Suficientes ante reducción del 35% en el costo por caloría.

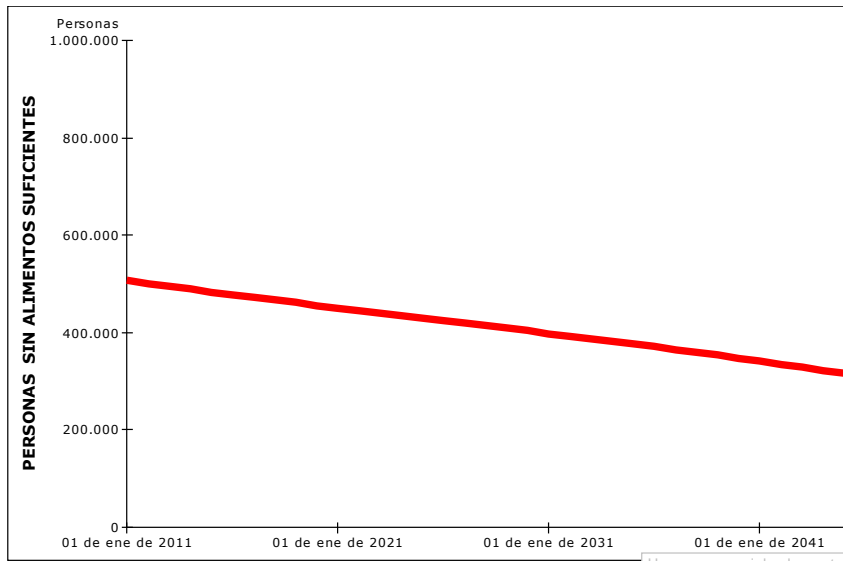
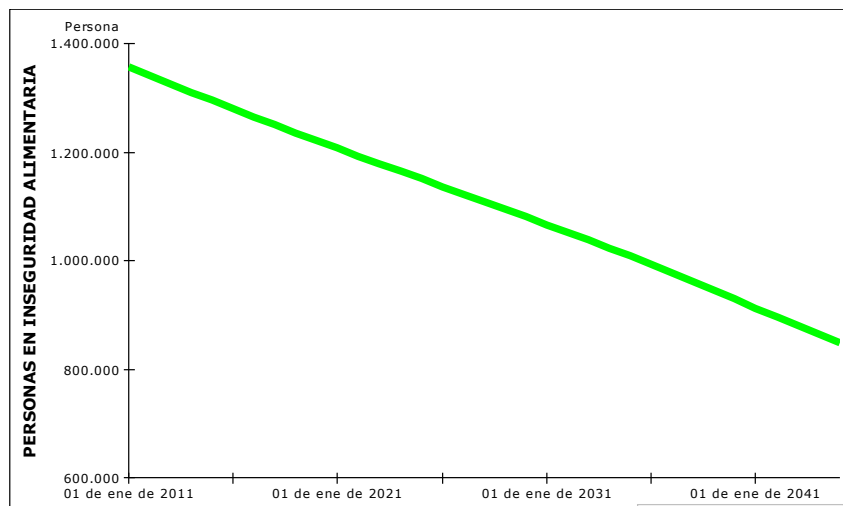


Figura 5-8: Personas en Inseguridad Alimentaria ante reducción del 35% en el costo por caloría.



- **Reducción en el costo por caloría en un 50%**

Figura 5-9: Personas sin Alimentos Suficientes ante reducción del 50% en el costo por caloría.

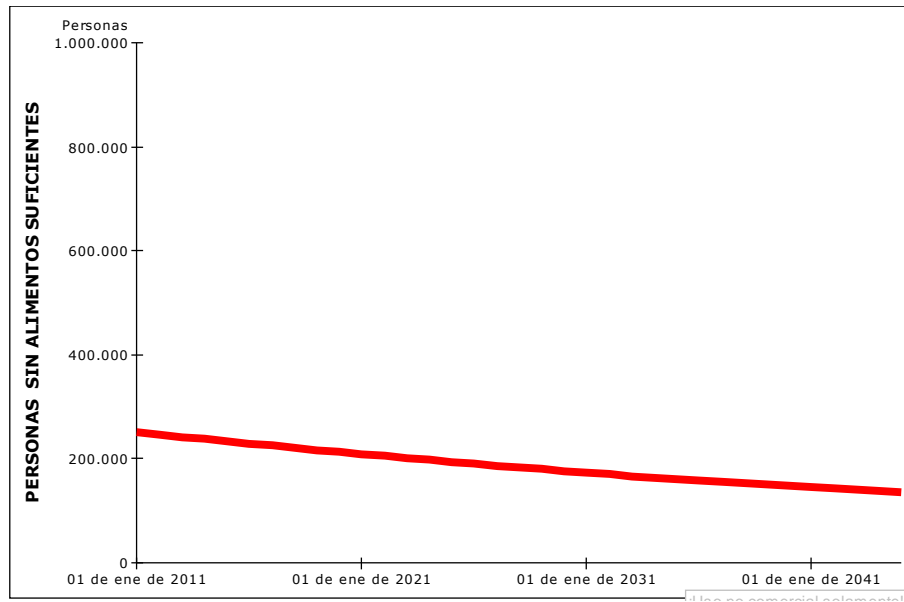
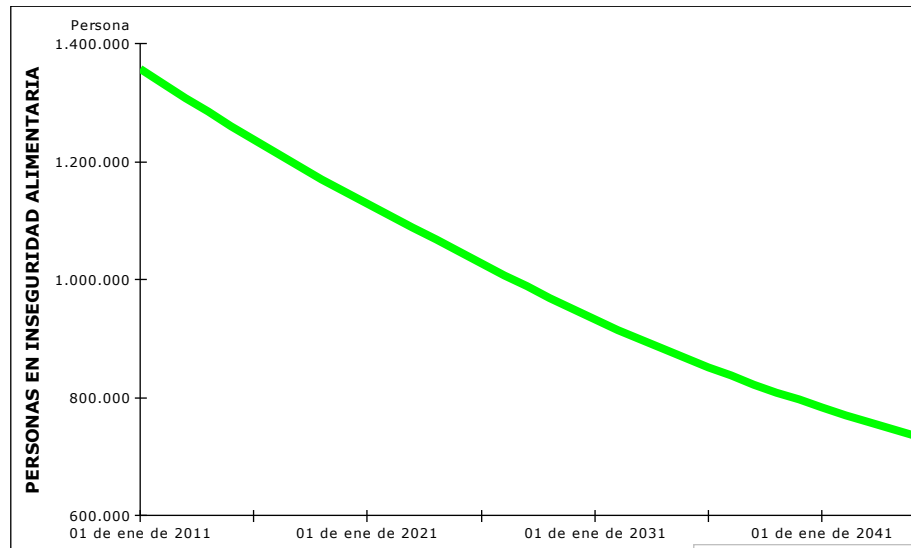


Figura 5-10: Personas en Inseguridad Alimentaria ante reducción del 50% en el costo por caloría.



5.1.3. Política de contención del desplazamiento

La prevención del desplazamiento no es una política que corresponda directamente a los sistemas de Seguridad Alimentaria, pero dada la magnitud de la problemática que ha sufrido la ciudad de Medellín al recibir a 202.192 personas (Acción Social, 2011) que se han desplazado hacia la ciudad a causa de la violencia y que por esta razón se encuentran en situación de vulneración e Inseguridad Alimentaria, esta política produce un impacto significativo sobre la problemática.

Por la situación de desplazamiento, el municipio ha diseñado una política piloto de retornos y prevención del desplazamiento en el municipio de San Carlos - Antioquia, lugar que se ha constituido en el mayor expulsor de personas a causa de la violencia.

Para evaluar el impacto que la aplicación de esta política en pleno tendría sobre la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín, se ha simulado en el modelo dos escenarios de reducción del desplazamiento, considerando que la población que migra hacia la ciudad de disminuya en un 50% y en un 80%. Los resultados obtenidos se presentan en la Figuras 5-11, 5-12, 5-13 y 5-14.

- **Reducción en el desplazamiento en un 50%**

Figura 5-11: Personas sin Alimentos Suficientes al reducir el desplazamiento en un 50%

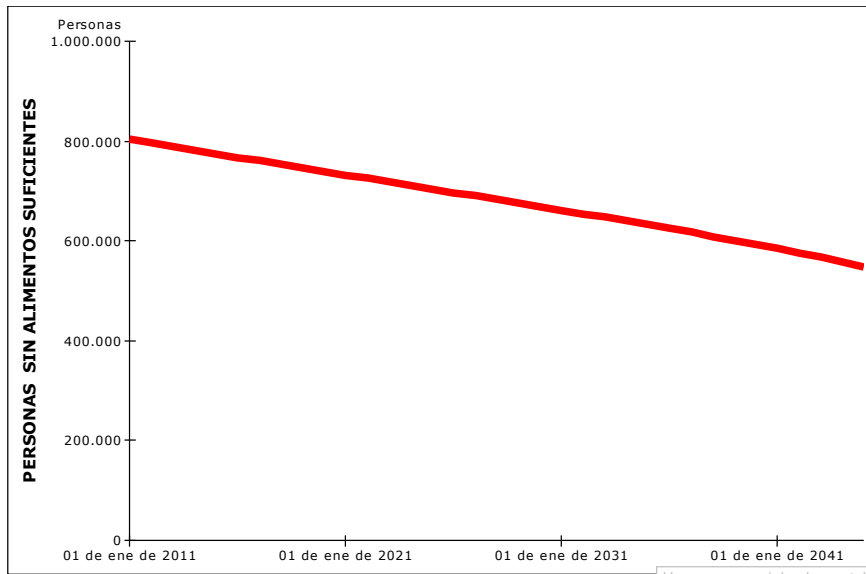


Figura 5-12: Personas en Inseguridad Alimentaria al reducir el desplazamiento en un 50%



- **Reducción del desplazamiento en un 80%**

Figura 5-13: Personas Sin Alimentos Suficientes al reducir en un 80% el desplazamiento

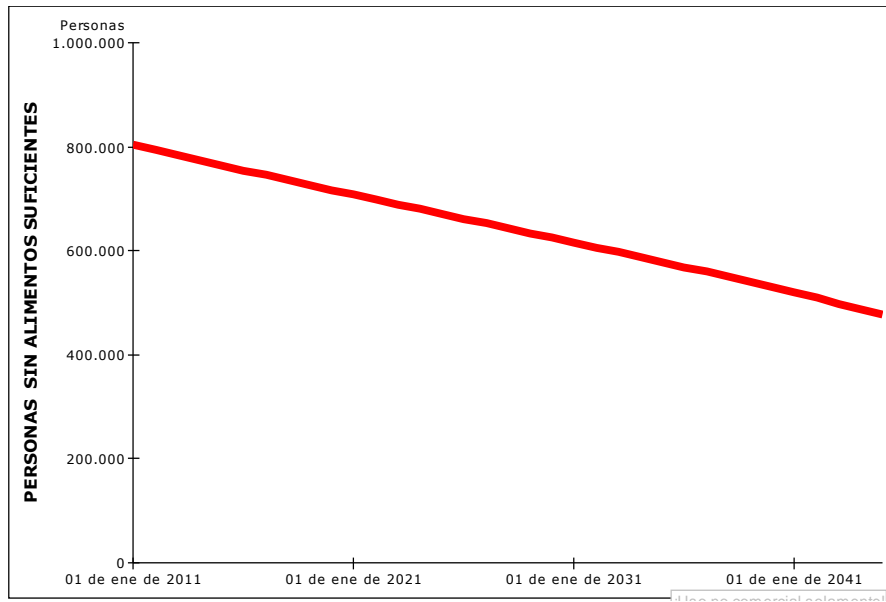
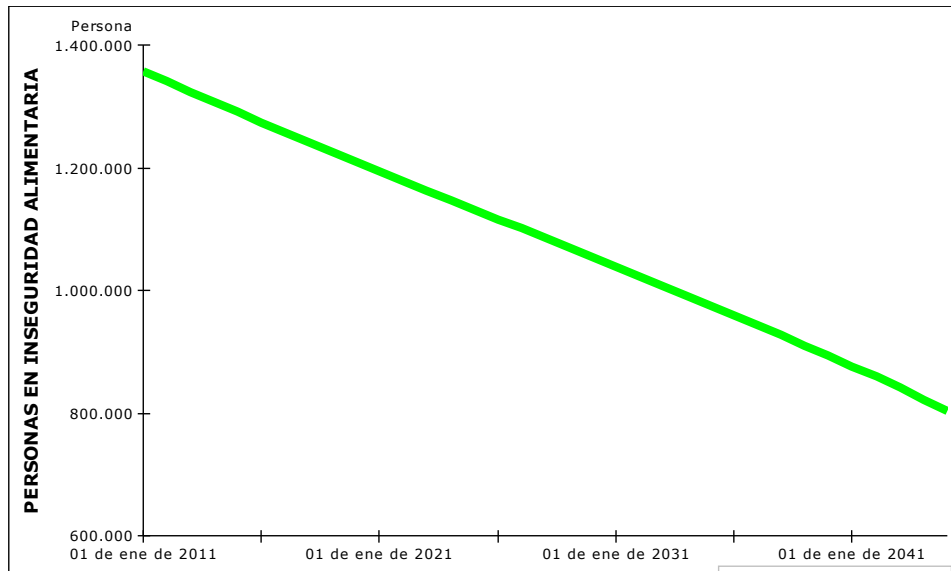


Figura 5-14: Personas en Inseguridad Alimentaria al reducir el desplazamiento en un 80%



5.1.4. Políticas económicas de reducción del desempleo

Como se presento en la sección 3 del capítulo 3, el problema de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín, abordado desde el acceso económico a los alimentos y la ingesta calórica, posee fuertes relaciones no lineales con la cantidad de ingresos que percibe la población (Aromolaran, 2004), esta cantidad de ingresos determinará la cantidad de alimentos que se adquirirán para el consumo en el hogar y por ende establecerá el riesgo de desnutrición o de encontrarse en situación de hambre a falta de las calorías suficientes.

De acuerdo a la forma como es calculado en Colombia la cifra oficial desempleo en la formula u , donde “PEA” equivale a la Población Económicamente Activa y “O” a la población económicamente activa Ocupada se tiene que. (Vease Ecuación (5.1))

$$u = \frac{PEA - O}{PEA} = 1 - \frac{O}{PEA} \quad (5.1)$$

Los datos para la Población Económicamente Activa en el área metropolitana del Valle de Aburra revelan que en promedio, desde el año 2001, el 48% de la población total se encontraban en esta condición, mientras que en promedio la tasa de desempleo desde este mismo año se estimó en 15,19 % del total de la población (Dane, 2011); estas cifras permiten inferir, que en promedio, la cantidad de personas en el Valle de Aburra que perciben ingresos es equivalente al 32,81%. Esta estimación es posible validarla a través de la Encuesta de Calidad de Vida 2009 realizada por la Alcaldía de Medellín (2010), en la cual se estima que las cantidad de personas que perciben ingresos es igual a 32,39% del total de la población de la ciudad.

De acuerdo con el planteamiento anterior y partiendo de la premisa de que la Población Económicamente Activa no puede superar el 48% de la población, en la

Figuras 5-15, 5-16, 5-17 y 5-18 se presentan los resultados de implementar la política, para esto se evaluó sobre el modelo de simulación, dos escenarios: el primero considero alcanzar la plena ocupación, es decir, que se asumió que la variable Porción de la Población con Ingresos tomaría el valor de 48% y la segunda correspondió a la evaluación de una política moderada en la cual ocurriría un incremento en la ocupación del 8%, lo cual equivaldría a que el 40% de las personas de la ciudad perciben ingresos.

- **Aumento en la Porción de la Población con Ingresos al 48%.**

Figura 5-15: Personas sin Alimentos suficientes ante aumento al 48% de la población con ingresos.

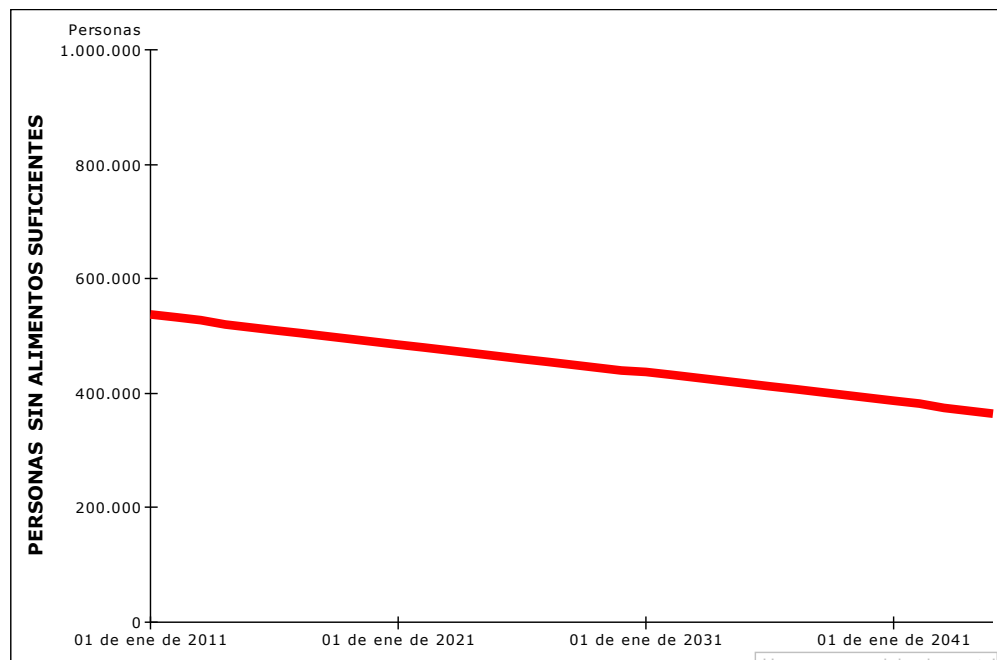
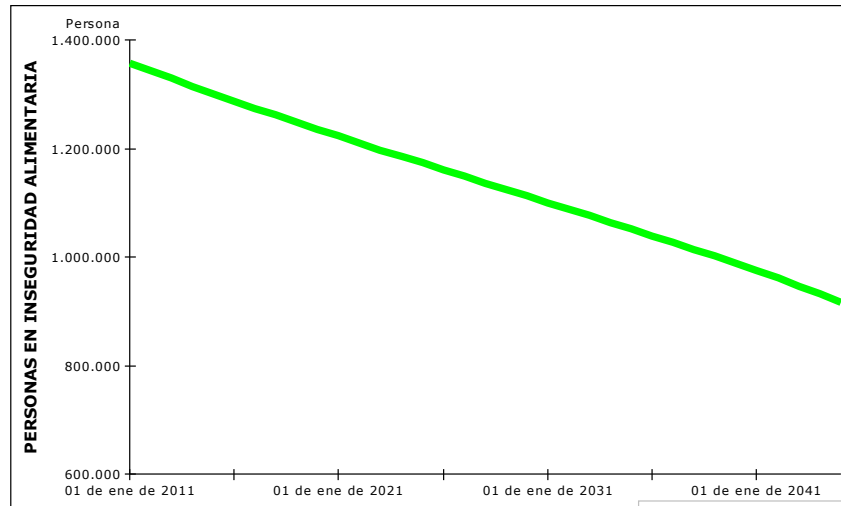


Figura 5-16: Personas sin en Inseguridad Alimentaria ante aumento al 48% de la población con ingresos.



- **Aumento de la Porción de la Población con Ingresos al 40%**

Figura 5-17: Personas sin Alimentos suficientes ante aumento al 40% de la población con ingresos.



Figura 5-18: Personas sin en Inseguridad Alimentaria ante aumento al 40% de la población con ingresos.



5.2. Análisis y evaluación de las políticas simuladas

Después de implementar las políticas para el mejoramiento de la Inseguridad Alimentaria en el modelo de simulación de Dinámica de Sistemas, en la Tabla 8 se presenta la evaluación y comparación de cada política, tomando como indicador la eficiencia y rapidez que tuvieron para disminuir la cantidad de personas en situación de vulneración.

La evaluación se realizó a partir de la ponderación de los resultados obtenidos para cada una de las variables en una escala de “0” a “5” puntos, siendo “5” el puntaje más alto o equivalente al mejor resultado obtenido para la superación de la Inseguridad Alimentaria en el año 2045 y “0” el puntaje más bajo o equivalente al

peor resultado obtenido para la superación de la Inseguridad Alimentaria de 2045. El valor de “5” puntos tanto para la variable de Personas Sin Alimentos Suficientes como para Personas en Inseguridad Alimentaria fue asignado a la Política de Disminución del Costo por Caloría en un 50%, dado que fue la que mejores resultados presento ante la superación del hambre y la Inseguridad Alimentaria.

Tabla 5-1: Evaluación de las políticas para el mejoramiento de la Inseguridad Alimentaria implementadas sobre el modelo de Simulación.

	COMPORTAMIENTO BASE	POLÍTICAS SIMULADAS							
	COMPORTAMIENTO BASE	AUMENTO DEL PRESUPUESTO HASTA EL:		DISMINUCIÓN COSTO POR CALORÍA EN UN:		REDUCCIÓN DEL DESPLAZAMIENTO EN UN:		INCREMENTO EN LA PORCIÓN DE PERSONAS CON INGRESOS HASTA UN:	
		15%	7,50%	35%	50%	50%	80%	48%	40%
Personas Sin Alimentos Suficientes en el año 2045	666.866	500.403	570.434	316.787	136.324	547.954	476.606	363.609	506.075
Personas En Inseguridad Alimentaria en el año 2045	1.125.576	844.610	962.812	849.239	737.156	924.869	804.445	918.065	1.018.841
Reducción de Personas Sin Alimentos Suficientes en el año 2045 a partir del comportamiento base	-	166.463	96.432	350.079	530.542	118.912	190.260	303.257	160.791
Reducción En Inseguridad Alimentaria en el año 2045 a partir del comportamiento base	-	280.966	162.764	276.337	388.420	200.707	321.131	207.511	106.735
Evaluación de la Reducción de Personas Sin Alimentos Suficientes en el año 2045 a partir del comportamiento base		1,6	0,9	3,3	5	1,1	1,8	2,9	1,5
Evaluación de la Reducción En Inseguridad Alimentaria en el año 2045 a partir del comportamiento base		3,6	2,1	3,6	5	2,6	4,1	2,7	1,4
PROMEDIO		2,6	1,5	3,4	5	1,9	3	2,8	1,4

La evaluación de las políticas simuladas para la reducción de la Inseguridad Alimentaria en la ciudad de Medellín arrojó que a través de la disminución en el costo de los alimentos o lo que equivale a la reducción en el Costo por Caloría se logran los avances más significativos para el mejoramiento de los niveles de Inseguridad Alimentaria en la ciudad, alcanzando el mejor resultado cuando la disminución en el costo base por caloría es del 50% y el 35%; de esta manera esta política se puede considerar como un punto de apalancamiento sobre el sistema para lograr los objetivos para el cual fue diseñado.

Seguido de la disminución del costo por caloría, las políticas de reducción del desplazamiento en un 80% y el aumento en la porción de personas en la sociedad con ingresos hasta un 48% presentan también resultados aceptables en la reducción de la Inseguridad Alimentaria en la Ciudad de Medellín.

La diferencia en los valores obtenidos entre las variables de Personas sin Alimentos Suficientes y las Personas en Inseguridad Alimentaria radica en la porción de personas que son asistidas con asistencia alimentaria por parte del estado y que aún no son autónomas y continúan en situación de Inseguridad Alimentaria, ya que ante la usencia de esta asistencia las personas no alcanzarían el requerimiento calórico mínimo diario.

En el siguiente capítulo se presentarán las conclusiones obtenidas del análisis sistémico del problema de la Inseguridad Alimentaria y del proceso de modelado llevado a cabo. Finalmente se concluirá sobre los resultados obtenidos de la evaluación de las políticas públicas simuladas en el modelo.

6. Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se realizó un estudio de la situación de Inseguridad Alimentaria a causa del acceso económico a los alimentos que ha atravesado la ciudad de Medellín, para esto el estudio en primer lugar se apoya inicialmente de un análisis sistémico realizado sobre la problemática, buscando así identificar los agentes presentes en el sistema y reconstruir los ciclos de realimentación presentes que interactúan para que ella surja, con el análisis sistémico se construyó un modelo de simulación de Dinámica de sistemas que permitió la evaluación de cuatro políticas orientadas a la disminución de la Inseguridad Alimentaria a causa de acceso económico en la ciudad de Medellín.

6.1. Conclusiones

Desde el año 2005, cuando a la problemática de la Inseguridad Alimentaria se le dió la importancia tal en Colombia que se comenzaron a realizar mediciones exhaustivas que iban más allá de la evaluación de la disponibilidad de alimentos en una región determinada, se comprendió que una de las causas fundamentales para la subsistencia del problema es la incapacidad que tienen los hogares para ser

autónomos en la adquisición de los alimentos suficientes generando un riesgo de desnutrición en las personas que desencadena en daños permanentes y de largo plazo en las capacidades cognitivas y cerebrales de las personas, impactando negativamente las economías de las sociedades por la imposibilidad de acceder a altos niveles de educación que permitan ingresos adecuados.

A partir del análisis sistémico se pudo encontrar que la pobreza se representa a través de un círculo vicioso o virtuoso (Véase Figura 3-2) dependiendo de la cantidad de personas que se encuentren inmersas en él, ya que al encontrarse muchas personas este dominará sobre el ciclo que compensa la situación representado por la Asistencia Alimentaria que destina el estado para la superación de la situación.

Se encontró que gracias a la sentencia T 025/04 emitida por la Corte Constitucional de Colombia, en donde se reconoce a la situación de desplazamiento forzado como una estado donde las personas padecen de vulneración múltiple, masiva y continúa de derechos fundamentales (Corte Constitucional de Colombia, 2004); la ciudad de Medellín decidió emprender la creación de la Gerencia de Desplazados a través de la cual se implementan acciones para mitigar la vulneración de derechos que ha llevado a que la ciudad sea reconocida por parte de este estamento nacional como la experiencia líder y exitosa en este ámbito en el país.

El modelo de intervención implementado en Medellín generó un aumento en los índices de atractividad de la ciudad para las personas que se encuentran en esta condición, a tal punto de catalogarla como el segundo centro urbano en recepción de desplazados.

Retomando el análisis sistémico realizado en el Capítulo 3, se tiene que de esta situación emergen los ciclos de realimentación presentados en la Figura 4-2, los cuales se configuran en un causante de la erosión de las metas fijadas por el estado para la superación de la Inseguridad Alimentaria en la Medellín, ya que la asistencia alimentaria y los programas diseñados por el estado se quedan cortos para la atención de una población en aumento.

En cuanto a la evaluación de políticas realizadas sobre el modelo de simulación de Dinámica de Sistemas construido, se puede concluir que existen acciones a emprenderse sobre el sistema que poseen diferentes alcances y niveles de efectividad así:

6.1.1. Conclusión Aumento del Presupuesto Público para Asistencia Alimentaria

Después de simular la política sobre el modelo, se puede concluir que la sensibilidad que tiene el sistema ante aumentos de la inversión pública en un 15% y un 7,5% ocasionan disminuciones de 25% y 14% en la cantidad de personas que se encuentran en Inseguridad Alimentaria y que no satisfacer el requerimiento calórico mínimo diario o se encuentran en riesgo de no contar con los alimentos suficientes. Esta disminución no es mayor, ya que el peso que tienen estos dineros, hasta el año 2025, frente al total de los recursos que poseen las personas en Inseguridad Alimentaria no es significativo.

La política de asistencia alimentaria en estas dimensiones se constituye en una alternativa para la mitigación del hambre y en el largo plazo en una política de impacto bajo, ya que de acuerdo a la evaluación (Véase Tabla 8) es la política que menos eficiencia promedio presenta en lograr las metas tanto del corto como del largo plazo.

6.1.2. Conclusión Política de Disminución en el Costo de los Alimentos

Los resultados obtenidos después de realizar las simulaciones al modificar sobre el modelo el costo por caloría en que deben incurrir las personas para la adquisición de alimentos, fue la política que mayores disminuciones produjo tanto en la población en Inseguridad Alimentaria como en aquellas que no poseen los Alimentos Suficientes.

Al disminuir la caloría en un 50% y un 35% de su costo base el modelo arrojó que para el año 2045 las personas en Inseguridad Alimentaria tendrían reducciones con respecto al escenario base del 35% y el 25% respectivamente, mientras que las personas sin alimentos suficientes presenta reducciones del 80% y el 53% respectivamente, constituyendo así en una política que puede apalancar el sistema hacia las metas proyectadas por quienes toman las decisiones en la sociedad.

Ante los resultados en la disminución en los costos y considerando que Medellín está conformado en un 71% por suelo rural, una de las acciones a emprender para reducción de los precios a los cuales la comunidad adquiere los alimentos sería fomentar la agricultura en este territorio, permitiendo la reducción de los costos logísticos en que se incurre al traer los alimentos desde otras regiones del país,

considerando que de acuerdo a Chopra y Meindl (2008) estos costos equivalen del 20% al 30% del valor final del producto.

6.1.3. Conclusión Política de contención y disminución del Desplazamiento hacia Medellín

Al simular la política implementada por el municipio de Medellín para la contención del desplazamiento y retorno hacia sus municipios de origen se modificó el modelo disminuyendo los niveles de recepción de desplazados en un 80% y un 50%, obteniendo como resultado una disminución de la población en Inseguridad Alimentaria al año 2045 del 29% y 18% respectivamente con referencia al comportamiento base de la simulación.

La política de prevención y contención del desplazamiento se ubica en el segundo lugar de eficacia en lograr la reducción de las personas que sufren hambre y se encuentran en situación de desnutrición, pero puede no ser una política sostenible si solo se centra en la contención de desplazamiento, ya que por el diferencial en las condiciones de vida que presente Medellín frente a las demás regiones de Antioquia (Véase Tabla 5) hacen a la ciudad atractiva no solo para el caso en el que se presentan desplazamiento a causa de la violencia, sino que también una fuerte atractora de personas que toman la decisión de desplazarse buscando mejorar sus condiciones económicas y de calidad de vida; por tal razón Medellín debe priorizar inversión en las otras regiones del departamento buscando disminuir el diferencial constituyendo así en una Ciudad-Región.

6.1.4. Conclusión Políticas Económicas de Reducción del Desempleo

La ciudad de Medellín posee el 48% de su población en Edad Económicamente Activa, lo que quiere decir que esta cifra constituye el máximo de personas

empleadas con que puede contar la ciudad, pero a causa del desempleo tan solo el 32,39% de su población se encuentra laborando y percibiendo ingresos.

Después de evaluar sobre el modelo de simulación dos políticas tendientes al mejoramiento de los niveles de empleo pasando a un 40% y un 48% de la población ocupada en la ciudad, se obtuvo que pese al aumento de las personas ocupadas, al evaluar en el año 2045 el estado de la variable Inseguridad Alimentaria, se obtiene una disminución con respecto al escenario base simulado de tan solo el 9% y el 18% respectivamente, ocupando esta política el tercer lugar en eficiencia con respecto a las demás políticas evaluadas.

A pesar de que esta política posee un impacto directo en la población, el resultado obtenido en la simulación no es el mejor con respecto a las demás políticas evaluadas, pues el nivel de ingresos promedio de la población más vulnerable de la ciudad de Medellín tomado como base para la simulación es muy bajo (COP 386.773 o equivalente a USD 219 para el año 2005) con respecto al costo de la Canasta Normativa de Alimentos que ascendió para ese año a COP 400.093 o lo equivalente a USD 227 (Gobernación de Antioquia, 2004); adicionalmente el efecto que tiene el incremento anual en el salario mínimo en Colombia sobre el poder adquisitivo de las personas es anulado por la inflación en los precios reportado para cada año.

El problema de Inseguridad Alimentaria abordado desde un enfoque sistémico, permitió la implementación de un modelo simulación de Dinámica de Sistemas a través del cual fue posible evaluar el comportamiento de variables como la Inseguridad Alimentaria la cual normalmente había sido abordada desde técnicas cualitativas y de percepción.

Además se presenta un nuevo enfoque para el análisis de la Seguridad Alimentaria desde el acceso económico a los alimentos que va más allá de los modelos econométricos tradicionales y de comercio analizados en el capítulo 2.

6.2. Trabajos futuros

Teniendo en cuenta que la problemática de la Inseguridad Alimentaria es un problema multi-causal y que en este trabajo fue abordado tan solo desde el componente del acceso económico a los alimentos dejando fuera del alcance problemas de disponibilidad física, inocuidad, aprovechamiento entre otros; como trabajos futuros se propone explorar los siguientes aspectos a partir de este:

- Modelar la evolución de la población realizando agregaciones por grupos etarios.
- Integrar al modelamiento del acceso económico de los alimentos, modelos de disponibilidad y aprovechamiento biológico que representen en mayor grado la complejidad del sistema.
- Profundizar en el estudio del factor de superación de la Inseguridad Alimentaria.
- Integrar el efecto de la tributación de las personas que superan la Inseguridad Alimentaria.

Anexo a: ecuaciones del modelo

Las comas indican separadores de pesos y los puntos separadores de miles.

INIT PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA = 1.389.423

INIT COSTO POR CALORÍA = 1,45

INIT INGRESO PROMEDIO = 386.773,05

INIT POBLACIÓN DE MEDELLÍN = 2.223.078

INIT PRESUPUESTO GENERAL DE MEDELLÍN = 1.491.232.403.450

INIT PRESUPUESTO ACUMULADO PARA ALIMENTACIÓN = 0.

CONST REQUERIMIENTO CALÓRICO PROMEDIO DE LA POBLACIÓN = 2.332

CONST PROPORCIÓN DE LA POBLACIÓN CON INGRESOS = 32,39

CONST % DE INGRESOS A ALIMENTOS – COEFICIENTE DE ENGEL = 33

CONST FACTOR DE SUPERACIÓN = 29

CONST TOLERANCIA INSEG ALIMENTARIA = 0

CONST EFICIENCIA DEL PRESUPUESTO INICIAL = 70

AUX INGRESOS TOTALES PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA =
(PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA*'PORCIÓN DE LA POBLACIÓN
CON INGRESOS'*INGRESO PROMEDIO)*12/(1 <<Persona>>*1<<yr>>)

AUX GASTO TOTAL EN ALIMENTOS = INGRESOS TOTALES PERSONAS EN
INSEGURIDAD ALIMENTARIA*% DE INGRESOS A ALIMENTOS -
COEFICIENTE DE ENGELS'

AUX ENERGIA CONSUMIDA = GASTO TOTAL EN ALIMENTOS/'(COSTO POR
CALORIA')

**AUX ENERGIA NECESARIA POBLACION EN SITUACION DE INSEGURIDAD
ALIMENTARIA =** PERSONAS EN INSEGURIDAD
ALIMENTARIA*'REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA
POBLACIÓN*30 <<da>>*12/ (1 <<Persona>>*1<<da>>* 1<<yr>>)

AUX POBLACION SIN ALIMENTOS SUFICIENTES = IF(('ENERGIA NECESARIA
POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA'-'ENERGIA
CONSUMIDA')/'(REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA
POBLACIÓN*30*12)* (1<<yr>>* 1<<Persona>>)>0 <<Personas>>,'(ENERGIA
NECESARIA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA'-
'ENERGIA CONSUMIDA')/'(REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA
POBLACIÓN*30*12)* (1<<yr>>* 1<<Persona>>),0 <<Persona>>)

AUX PERSONAS SIN ALIMENTOS SUFICIENTES DESPUES DE ASISTENCIA =
IF('PERSONAS SIN ALIMENTOS SUFICIENTES'-'PERSONAS CUBIERTAS CON
ASISTENCIA ALIMENTARIA')>0 <<Personas>>,'PERSONAS SIN ALIMENTOS
SUFICIENTES'-'PERSONAS CUBIERTAS CON ASISTENCIA
ALIMENTARIA',0<<Personas>>)

AUX PERSONAS CUBIERTAS CON ASISTENCIA ALIMENTARIA =
IF('PERSONAS SIN ALIMENTOS SUFICIENTES'<= 0 <<Persona>>,0
<<Persona>>,'PERSONAS EN INSEGURIDAD

ALIMENTARIA')>(('PRESUPUESTO PARA ASISTENCIA ALIMENTARIA'/COSTO POR CALORIA)/('REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA POBLACIÓN'*30*12)* 1<<yr>>*1<<Persona>>),(('PRESUPUESTO PARA ASISTENCIA ALIMENTARIA'/COSTO POR CALORIA)/('REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA POBLACIÓN'*30*12)* 1<<yr>>*1<<Persona>>),'PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'))

AUX % DE LA POBLACION EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA = IF('PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'/POBLACIÓN DE MEDELLIN')>0,'PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'/POBLACIÓN DE MEDELLIN',0)

AUX PRESION PARA INVERSION EN ASISTENCIA ALIMENTARIA = IF('% POBLACIÓN EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'> 'TOLERANCIA INSEG ALIMENTARIA',100 <<%>>,'% POBLACIÓN EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA')

AUX SUPERACION POR INGRESOS PROPIOS = IF(('ENERGIA NECESARIA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA'-'ENERGIA CONSUMIDA'-'ENERGIA NECESARIA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA')/('REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA POBLACIÓN'*30*12)* (1<<yr>>* 1<<Persona>>)>0 <<Personas>>,'(ENERGIA NECESARIA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE INSEGURIDAD ALIMENTARIA'-'ENERGIA CONSUMIDA')/('REQUERIMIENTO CALORICO PROMEDIO DE LA POBLACIÓN'*30*12)* (1<<yr>>* 1<<Persona>>),0 <<Persona>>)

AUX INDICE DE ATRACTIVIDAD = IF(('PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'/POBLACIÓN DE MEDELLIN')*100<<%>>>1-'TOLERANCIA INSEG ALIMENTARIA',('PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'/POBLACIÓN DE MEDELLIN'),100%)

AUX VARIACION PRESUPUESTO GENERAL DE MEDELLIN = GRAPHSTEP(ANOS,2005,1,{16.17,7.38,18.19,15.72,24.75,12//Min:- 1;Max:11//}<<%>>)

AUX VARIACION DEL PRESUPUESTO DE ASISTENCIA ALIMENTARIA =
GRAPH(ANOS,2005,1,{2.17,1.98,1.86,2.26,2.67,3//Min:-1;Max:11//}<<%>>)

AUX % DE INCREMENTO EN LOS INGRESOS =
IF(ANOS<2011,GRAPHCURVE(ANOS,2005,1,{6.56,6.95,6.3,6.41,7.67//Min:0;Max:
15//}<<%>>), 4 <<%>>)

AUX INFLACION = GRAPH(ANOS,2005,1,{6.4,5.5,8.25,12.52,-0.32,4.05//Min:-
1;Max:11//}<<%>>)

AUX DESPLAZADOS EN MEDELLIN =
GRAPHCURVE(ANOS,2005,1,{13660,11528,13967,14769,14769,14769//Min:0;Max
:15000//}<<Personas>>)

AUX ANOS = (TIME-STARTTIME)/Timestep + 2005

FLOW INCREMENTO EN EL PRECIO = ('COSTO POR
CALORIA'*INFLACION)/1<<yr>>

FLOW INCREMENTO PRESUPUESTO GENERAL = 'PRESUPUESTO GENERAL
DE MEDELLIN'*('VARIACION PRESUPUESTO GENERAL DE MEDELLIN')/1
<<yr>>

FLOW PRESUPUESTO PARA ASISTENCIA ALIMENTARIA = 'PRESION PARA
INVERSION EN ASISTENCIA ALIMENTARIA'*PRESUPUESTO GENERAL DE
MEDELLIN'*'VARIACION EN EL PRESUPUESTO DE ASISTENCIA
ALIMENTARIA'*EFICIENCIA DEL PRESUPUESTO'/1<<yr>>

FLOW POBLACION QUE SUPERA LA INSEGURIDAD = (IF('PERSONAS SIN
ALIMENTOS DESPUES DE ASISTENCIA'>'PERSONAS EN INSEGURIDAD
ALIMENTARIA',0<<Persona/yr>>,-((('PERSONAS SIN ALIMENTOS DESPUES DE
ASISTENCIA'-'PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA'))/('FACTOR DE

SUPERACION'/1<<mo>>))/1<<yr>>)+('SUPERACION POR INGRESOS PROPIOS'/((('FACTOR DE SUPERACION'/1<<mo>>)*1<<yr>>))))

FLOW POBLACION QUE INGRESA A LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA =
IF('PERSONAS SIN ALIMENTOS DESPUES DE ASISTENCIA'>'PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA', 'PERSONAS SIN ALIMENTOS DESPUES DE ASISTENCIA'-'PERSONAS EN INSEGURIDAD ALIMENTARIA',0<<Persona>>)/1<<yr>>+INMIGRACIÓN

FLOW NACIMIENTOS = 'POBLACIÓN DE MEDELLIN'*1.627<<%>>/ 1 <<yr>>

FLOW MUERTES = 'POBLACIÓN DE MEDELLIN'*0.566<<%>>/1<<yr>>

FLOW INMIGRACION = 'DESPLAZAMIENTO EN MEDELLIN'*'INDICE DE ATRACTIVIDAD'/1<<yr>>

FLOW AUMENTO EN EL INGRESO = ('% INCREMENTO INGRESOS'*'INGRESO PROMEDIO')/1<<yr>>

Anexo b: prueba de consistencia dimensional

VARIABLE O PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA REAL	UNIDAD DE MEDIDA POWERSIM
Costo por Caloría	\$ / Caloría	\$ / Caloría
Inflación	%	%
Incremento en precio de Calorías	\$ / (Año*caloría)	\$ / (Año*caloría)
Energía Consumida	Calorías / Año	Calorías / Año
Personas Sin Alimentos Suficientes	Personas	Personas
Energía Necesaria Población en Situación de Inseguridad Alimentaria	Calorías / Año	Calorías / Año
Requerimiento Calórico Promedio de la Población	Calorías	Calorías
Personas Sin Alimentos Después de Asistencia	Personas	Personas
Población que Ingresa a la Inseguridad Alimentaria	Personas / Año	Personas / Año
Personas en Inseguridad Alimentaria	Personas	Personas
Personas que Superan la Inseguridad	Personas / Año	Personas / Año
Superación por Ingresos Propios	Personas	Personas
Factor de Superación	Meses	Meses
% de la Población en Inseguridad Alimentaria	%	%

VARIABLE O PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA REAL	UNIDAD DE MEDIDA POWERSIM
Presión para Invertir en Asistencia Alimentaria	%	%
Presupuesto para Asistencia Alimentaria	\$ / Año	\$ / Año
Variación en el Presupuesto de Asistencia Alimentaria	%	%
Incremento Presupuesto General	\$ / Año	\$ / Año
Incremento en el Presupuesto General	\$ / Año	\$ / Año
Variación en el Presupuesto General de Medellín	%	%
Presupuesto Acumulado para Asistencia Alimentaria	\$	\$
Personas Cubiertas con Asistencia Alimentaria	Personas	Personas
Ingresos Totales Personas en Inseguridad Alimentaria	\$ / Año	\$ / Año
Ingreso Promedio	\$	\$
Aumento en el Ingreso	\$ / Año	\$ / Año
% de Incremento en los Ingresos	%	%
Porción de la Población con Ingresos	%	%
% de Ingresos a Alimentos - Coeficiente de Engels	%	%
Gasto Total en Alimentos	\$ / Año	\$ / Año
Tolerancia a la Inseguridad Alimentaria	%	%
Índice de Atractividad	%	%
Inmigración	Personas / Año	Personas / Año
Desplazamiento en Medellín	Personas	Personas
Población de Medellín	Personas	Personas
Nacimientos	Personas / Año	Personas / Año
Muertes	Personas / Año	Personas / Año

Anexo c: prueba de evaluación de parámetros

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN MÉTODO DE ESTIMACIÓN
Porción de la población con Ingresos	Revisión de la bibliografía - Parámetro contenido en la Encuesta de Calidad de Vida Medellín 2007 (Alcaldía de Medellín, 2009)
% de Ingresos a Alimentos - Coeficiente de Engel	Revisión bibliográfica - Parámetro contenido en el Perfil Alimentario de Medellín - 2004 (Gobernación de Antioquia, 2004)
Costo por Caloría	Revisión bibliográfica - Parámetro contenido en el Perfil Alimentario de Medellín - 2004, el parámetro fue indexado año tras año en la simulación de acuerdo a los datos de la Inflación reportados por el Departamento Nacional de Estadística (Gobernación de Antioquia, 2005)
Requerimiento Calórico Promedio de la Población	Revisión bibliográfica, Estimación Estadística - Parámetro obtenido del análisis de dos fuentes bibliográficas: la primera corresponde a la tabla con la recomendación para cada grupo de edad del ICBF (1988) y la segunda corresponde a la pirámide población contenida en la Encuesta de Calidad de Vida Medellín (Alcaldía de Medellín, 2009)
Ingreso Promedio	Revisión de la bibliografía - Parámetro contenido en la Encuesta de Calidad de Vida Medellín 2007 a partir de la ponderación de los ingresos de los estratos más bajos de la población (Alcaldía de Medellín, 2009)
Eficiencia del Presupuesto de Asistencia Alimentaria	Juicio de Expertos - Parámetro construido a partir de la indagación al director financiero de la Secretaría de Bienestar Social de la Alcaldía de Medellín.
Presupuesto General de Medellín	Revisión Bibliográfica - Parámetro encontrado en los acuerdos municipales del Concejo de Medellín, en donde es aprobado el presupuesto.
Factor de Superación	Revisión Bibliográfica - Parámetro obtenido de una noticia generada por la Alcaldía de Medellín en 12 de junio de 2011 resaltando la superación de la pobreza de 2000 familias durante 3 años.
Desplazamiento en Medellín	Revisión Bibliográfica, Estimación Estadística - Parámetro obtenido a través de la información disponible en el Dane y en el sistema de información para población desplazada de la Agencia Presidencial para la Acción Social

Referencias

- AGENCIA PRESIDENCIAL PARA LA ACCIÓN SOCIAL. (2011), Sistema de Información para la Población Desplazada. Disponible en: <http://www.accionsocial.gov.co/EstadisticasDesplazados/>. Citado el 22 de junio de 2011.
- ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2008), Plan de Desarrollo Medellín 2008 – 2011: Medellín es Solidaria y Competitiva. Medellín: Alcaldía de Medellín.
- ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2009), Encuesta de Calidad de Vida Medellín 2008. Medellín: Alcaldía de Medellín.
- ALCALDÍA DE MEDELLÍN (2010a). Caracterización de la Seguridad Alimentaria y Nutricional de los hogares del municipio de Medellín a través perfil alimentario y nutricional Medellín 2010. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://957acf02075314cd9c657000a994abf9>. Citado el 10 de junio de 2011.
- ALCALDÍA DE MEDELLÍN. (2010b), Encuesta de Calidad de Vida Medellín 2009. Disponible en: <http://www.medellin.gov.co/irj/portal/ciudadanos?NavigationTarget=navurl://672cbb403e6d1281d8fca9ed07ba5d5e>. Citado el 20 de junio de 2011.
- ÁLVAREZ, M. C., ESTRADA, A., MONTOYA, E. C., & MELGAR-QUIÑÓNEZ, H. (2006). Validación de escala de la seguridad alimentaria doméstica en Antioquia, Colombia. *Salud Pública de México*, 48(6). doi: 10.1590/S0036-36342006000600005.
- ARACIL, J. (1995), *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Isdefe. 87 p.
- ARIAS, S., CAROLINA, A., ROA, G., & CARLOS, J. (2008). Caracterización instrumental del desplazamiento forzado en Colombia: hechos estilizados y la Encuesta Continua de Hogares (2001-2006) * Instrumental Characterization of Colombia ' s IDPS : Empirical Evidence from the Continuous Household. *Faces*, XIV(3), 439 - 452.

- ARNTZEN, B. C.; BROWN, G. G.; HARRISON, T. P.; AND TRAFTON, L. L. (1995), "Global supply chain management and Digital Equipment Corporation," *Interfaces*, Vol. 25, No. 1, pp. 69–93.
- AROMOLARAN, A. B. (2004). Household income , women's income share and food calorie intake in South Western Nigeria. *Food Policy*, 29(27), 507-530. doi: 10.1016/j.foodpol.2004.07.002.
- AXELROD R., & COHEN M D,. (1999). *Harnessing Complexity: Organizational Implications of a Scientific Frontier*. New York: Free Press. 208 p.
- BACH, N. L., & SAEED, K. (1992). Food self-sufficiency in Vietnam : a search for a viable solution. *System*, (2), 129-148.
- BALK, D., STOREYGARD, A., LEVY, M., GASKELL, J., SHARMA, M., & FLOR, R. (2005). Child hunger in the developing world: An analysis of environmental and social correlates. *Food Policy*, 30, 584-611. doi: 10.1016/j.foodpol.2005.10.007.
- BARLAS, Y. AND S. CARPENTER. (1990). Philosophical Roots of Model Validation: Two Paradigms. *System Dynamics Review* 6(2): 148-166.
- BARLAS, Y. (1996). Formal aspects of model validity and validation in system dynamics. *System Dynamics Review*, 12(3), 183-210.
- BARRETT, C.B. ,Y J. CSETE (1994), "Conceptualizing hunger in contemporary African policymaking: From technical to community-based approaches", *Agriculture and Human Values* 11:38–46.
- BARRETT, C. B. (2002). Food Security and Food Assistance Programs. *Science*, 2, 1-95.
- BATTY, M., XIE, Y., & SUN, Z. (1999). Modeling urban dynamics through GIS-based cellular automata. *Computers, Environment and Urban Systems*, 23(3), 205-233. doi: 10.1016/S0198-9715(99)00015-0.
- BOOTHROYD, H. A. (1978), *Articulate Intervention*, Taylor and Francis and the Operational Research Society, London.
- CAMPBELL, C.C. (1991), "Food insecurity: A nutritional outcome or a predictor variable?", *Journal of Nutrition* 121:408–415.
- CARR, E. R. (2006). Postmodern conceptualizations, modernist applications: Rethinking the role of society in food security. *Food Policy*, 31; 14 – 29.
- CASTAÑO, H. L. Y NUÑEZ M. J. (2007), *Pobreza y desigualdad en Colombia Diagnóstico y estrategias*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, 191 p.

- CHECKLAND P. (1993), Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas. México D. F.: Editorial Limusa. 367 p.
- CHOPRA, S. Y MEINDL, P. (2008). Administración de la Cadena de Suministro. México: Pearson Educación. 536 p.
- CONCEJO DE MEDELLÍN (2005). Acuerdo Municipal 104 de 2005 Por medio del cual se establece la Política de Seguridad y Soberanía Alimentaria para el Municipio de Medellín http://www.concejodemedellin.gov.co/concejo/concejo/index.php?sub_cat=23. [Citado el 1 de Septiembre de 2010].
- CONCEJO DE MEDELLÍN. (2007), Por medio del cual se crea el subsistema de planeación local y presupuestación participativa en el municipio de Medellín en el marco del sistema de planeación, Acuerdo 043 de 1996 y se modifican algunos de sus artículos. Disponible en: http://www.concejodemedellin.gov.co/concejo/concejo/index.php?sub_cat=23. Citado el 15 de junio de 2011.
- CONCEJO DE MEDELLÍN. (2009). Acuerdo Municipal # 68 de 2009: Por medio del cual se establece el Presupuesto General del Municipio de Medellín para la vigencia fiscal 2010.
- CONCEJO DE MEDELLÍN. (2010). Acuerdo Municipal # 70 de 2010: Por medio del cual se establece el Presupuesto General del Municipio de Medellín para la vigencia fiscal 2011.
- CONGRESO DE COLOMBIA. (1994a), Ley 134 de 1994: Por medio de la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=330>. Consultado el 15 de junio de 2011
- CONGRESO DE COLOMBIA. (1994b), Ley 152 de 1994: por la cual se establece la Ley Orgánica del Plan de Desarrollo. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=327>. Consultado el 15 de junio de 2011.
- CONGRESO DE COLOMBIA. (2003), Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de presupuesto, responsabilidad y transparencia fiscal y se dictan otras disposiciones. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley/2003/ley_0819_2003.html. Citado el 15 de junio de 2011.

- CONPES. (1989), Conpes 2419: Plan Nacional de Seguridad Alimentaria. Disponible en: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Biblioteca/Cat%C3%A1logoenl%C3%ADnea.aspx>. Citado el 22 de junio de 2011.
- CONPES. (1996), Conpes 2847: Plan Nacional de Alimentación y Nutrición 1996-2005. Disponible en: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Biblioteca/Cat%C3%A1logoenl%C3%ADnea.aspx>. Citado el 22 de Mayo de 2011.
- CONPES. (2005). Plan de Acción Para la focalización de los subsidios para servicios públicos domiciliarios. En: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/Subdireccion/Conpes/3386.pdf> Citado: 10 de junio de 2011.
- CONPES. (2006), Conpes - Social 102: Red De Protección Social Contra La Extrema Pobreza. Disponible en: www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/.../Conpes%20Sociales/102.pdf. Citado el 30 de Mayo de 2011.
- CONPES. (2007), Conpes - Social 113: Política nacional de seguridad alimentaria y nutricional. Disponible en: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Biblioteca/Cat%C3%A1logoenl%C3%ADnea.aspx>. Citado el 22 de Mayo de 2011.
- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA. (1991), Constitución Política de Colombia. Disponible en: http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/cp/constitucion_politica_1991.html. Citado el 20 de Mayo de 2011.
- CORTE CONSTITUCIONAL DE COLOMBIA. (2004). Sentencia T – 025/ 2004. Disponible en: <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2004/t-025-04.htm>. Citada el 7 de julio de 2011.
- COUCEIRO, M. E. (2007). La alimentación como un tiempo de la nutrición , su disponibilidad y accesibilidad económica. *Media*, 33(3), 1-12.
- COYLE, G. (2000), Qualitative and quantitative modelling in system dynamics: some research questions. *System Dynamics Review* Vol 16, Issue 3, pages 225–244.
- DANE, (2011). Gran Encuesta Integrada de Hogares. Disponible en: http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=121&Itemid=67. Citada el 6 de julio de 2011.

- DE LA URBE DIGITAL. (2011), Dos Mil Familias Menos Entre los Pobres de Medellín. Disponible en: <http://delaurbedigital.udea.edu.co/index.php/ciudad/2158-dos-mil-familias-menos-entre-los-pobres-de-medellin>. Citado en junio 20 de 2011.
- DEWAAL, A. (1989), *Famine that Kills*. New York: Oxford University Press. 288 p.
- FAO. (2009), *El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo: 2009*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/012/i0876s/i0876s00.htm>. Citado el 22 de Mayo de 2011.
- FAO. (2011). *Lo Qué Hace la FAO*. Disponible en: <http://www.fao.org/kids/es/fao-do.html>. Consultado el 17 de mayo de 2011.
- FERNÁNDEZ-MORENO, S. Y. (2010). Derecho a la salud de la población desplazada: el caso de las mujeres. *Rev. Gerenc. Polit. Salud, Bogotá (Colombia)*, 9 (19): 22-38
- FORRESTER, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Productivity Press
- FORRESTER, J. W. (1971). Counterintuitive Behavior of Social Systems. *Simulation*, 16(2), 61-76. doi: 10.1177/003754977101600202.
- FORRESTER, J. W., AND P. M. SENGE. (1980). Tests for Building Confidence in System Dynamics Models. In *System Dynamics*. ed. A. A. Legasto, J. W. Forrester and J. M. Lyneis. Amsterdam: North-Holland.
- FUTAMI J., KASHIWAZAKI H. (2002). Data Quality Control and Improvement of Indirect Human Calorimeter by System Dynamics Approach. *Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society, Palermo, Italia*.
- GALVÁN, M. Y AMIGO H. (2007). Programas destinados a disminuir la desnutrición crónica. Una revisión en América Latina. *ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION*, Vol 57, # 4; 316 – 326.
- GARIBAY, E. M. V., ÁNGEL, M., ORTEGA, O., VELARDE, E. R., & RODRÍGUEZ, F. N. (2008). Factores de riesgo de retraso en el crecimiento linear en niños de 12 a 120 meses de edad en Arandas , Jalisco , México, 58, 336-342.
- GEORGIADIS, P., VLACHOS, D., & IAKOVOU, E. (2005). A system dynamics modeling framework for the strategic supply chain management of food chains. *Journal of Food Engineering*, 70, 351-364. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.06.030.
- GIRALDO, D. P., BETANCUR, M. J., & ARANGO, S. (2008). Food Security in Development Countries : A systemic perspective. *Technology*, 1-15.
- GIRALDO, P, D.; BETANCUR J. M. Y ARANGO, S. (2010), Análisis Metodológico para la Modelación de la Seguridad Alimentaria a Nivel Nacional. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. Vol 8 # 1; 8 – 17.

- GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. (2004), Perfil Alimentario Y Nutricional De Los Hogares Urbanos De Medellín. Medellín: Gobernación de Antioquia. 288 p.
- GOHARA, R. (2001). A System Dynamics Model for Estimation of Future World Food Production Capacity. Unpublished Thesis (M.S.) University of New Hampshire.
- HAGENAARS, A.J.M. Y DE VOS, K. (1988). The definition and measurement of poverty. En: Bristol -The Policy Press.
- HARRISS, B. Y CROW, B. (1992). Twentieth century free trade reform: food market deregulation in sub-Saharan Africa and South Asia en Wuyls M Mackintosh M and Hewitt T eds Development policy and public action Oxford University Press, Oxford 199-230.
- HUFFMAN, S. K. (2008). Food Assistance Programs and Outcomes in the Context of Welfare Reformn. *Social Science*, 89(1).
- ICBF. (1988), Recomendaciones de Consumo Diario de Calorías y Nutrientes para la Población Colombiana. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/pdf/tabla-recomenda.pdf>. Citada el 26 de junio de 2011.
- ICBF. (2006), Encuesta Nacional De La Situación Nutricional En Colombia, 2005. Bogotá: ICBF. 445 p.
- ICBF. (2011), Resumen Ejecutivo Encuesta Nacional de la Situación Nutricional En Colombia: 2010. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/icbf/directorio/portel/libreria/pdf/RESUMENEJECUTIVOcorregidoJUNIO30de2011.pdf>. Citado el 1 de julio de 2011.
- JAMES, P. P. (2006). Marabou 2005 : Nutrition and Human Development. Nutrition, (May), 1-12. doi: 10.1301/nr.2006.may.S1.
- LI HAOJIE, STEIN A, BARNHART H, RAMAKRISHNAN U, MARTORELL R. (2003) Associations between prenatal and posnatal growth and adult body size and composition. *Am J Clin Nutr*; 77:1498-1505.
- LORENZANA P, DANJUR D. (2000), La adaptación y validación de una escala de seguridad alimentaria en una comunidad de Caracas, Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr*; 50(4):334-340.
- MALDONADO C. L. (2007), La Seguridad Alimentaria en el Proyecto Colectivo de Ciudad. Cuarto Congreso de Ciudad – Medellín. Disponible en: http://www.medellin.gov.co/alcaldia/jsp/modulos/P_ciudad/obj/pdf/4congrsodeciudad/Seguridad%20Alimentaria.pdf.

- MAXWELL S. (1996), Food security: a post-modern perspective. *Food Policy*, Vol 21 # 2; 155 – 170.
- MAXWELL, D., CALDWELL, R., & LANGWORTHY, M. (2008). Measuring food insecurity : Can an indicator based on localized coping behaviors be used to compare across contexts ?. *Food Policy*, 33(6), 533-540. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/j.foodpol.2008.02.004.
- MEADOWS, D., MEADOWS, D., RANDERS, J., HAKIMZADEH, F., MACHEN, J. A., ANDERSON, A. A., MURTHY N. S., BAYAR I., SEEGER, J. A., ZAHN, E., ANDERSON J. M., BEHRENS, W. W., HARBORDT, S., MILLING, P., NAIL, R. F., SCHANTZIS, S. Y WILLIAMS, M. (1972), *The Limits To Growth*. New York: Universe Book.
- MINEGISHI, S., & THIEL, D. (2000). System dynamics modeling and simulation of a particular food supply chain. *Simulation Practice and Theory*, 8, 321-339.
- MORECROFT, J. (2007), *Strategic Modelling and Business Dynamics: A feedback System Approach*. England: John Wiley and Sons Ltd. 430 p.
- MORRIS, S. S. (2001). Targeting urban malnutrition: a multi-city analysis of the spatial distribution of childhood nutritional status. *Food Policy*, 26; 49 – 64.
- MULLER, O., & KRAWINKEL, M. (2005). Malnutrition and health in developing countries. *Africa*, 73(3).
- MYERS, R. J. (2006). On the costs of food price fluctuations in low-income countries. *Food Policy*, 31, 288-301. doi: 10.1016/j.foodpol.2006.03.005.
- NACIONES UNIDAS. (1974). Reporte de la Conferencia Mundial de Alimentos. Disponible en <http://www.un.org/es/development/devagenda/food.shtml>. Consultado el 17 de mayo de 2011.
- O'CONNOR J., & MCDEMORTT I. (1998). *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Barcelona: Urano. 302 p.
- ONU, (2010), *Objetivos de Desarrollo del Milenio: Informe 2010*. Nueva York: Naciones Unidas, 78 p.
- PANTIN, C. P. A. (1968), *The relations Between the Sciences*. Londres: Presa de la Universidad de Cambridge.
- PERRY, G.; ARIAS, O.; LOPEZ, J.; MALONEY, W. Y SERVEN, L. EDITORES. (2006). *Poverty Reduction and Growth: Virtuous and Vicious Circles*. Banco Mundial, Washington D.C
- PIDD, M.(1999). Just Modeling Through: A Rough Guide to. *Interfaces*, (April), 118-132.

- PLAZA, B. L., BRITO, N. I., TORREJÓN, H. P., & GLOOR, V. C. (2001). Algunas consideraciones sobre el impacto de la desnutrición en el desarrollo cerebral, inteligencia y rendimiento escolar. *In Vivo*, 51.
- PRESIDENCIA DE COLOMBIA. (1989), Decreto 624 de 1989: Por el cual se expide el Estatuto Tributario de los impuestos administrados por la Dirección General de Impuesto Nacionales. Disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6533>. Citado el 24 de junio de 2011.
- PRESIDENCIA DE COLOMBIA. (2004), Decreto 262: Por el cual se modifica la estructura del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE y se dictan otras disposiciones. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/acerca/Normatividad/decreto_262.pdf Citado el 17 de Mayo de 2011.
- QUINN, P. M., (2002). Nation State Food Security: A Simulation of Food Production, Population Consumption, and Sustainable Development. Paper presented at the Proceedings of the 20th International Conference of the System Dynamics Society, Palermo, Italy.
- RAMASWAMI, B., & BALAKRISHNAN, P. (2002). Food prices and the efficiency of public intervention : the case of the public distribution system in India. *Food Policy*, 27, 419-436. doi: 10.1016/S0306-9192(02)00047-7.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2011). Definición de Alimentos. Disponible en: <http://www.rae.es/rae.html>. Citado el 23 de junio de 2011.
- ROWNTREE, S. (1901), *Poverty, A Study of Town Life*. Reino Unido: Macmillan and Co, 437 p.
- REVOREDO, C. L. (2001). Prospects for Global Food Security A Critical Appraisal of Past Projections and Predictions. *Food Policy*, (October).
- SABATES, R, GOULD BRIAN W. , VILLARREAL, HECTOR J. (2001). Household composition and food expenditures: a cross-country comparison. *Food Policy*, 26; 571–586
- SAEED, K. (2000). Defining Developmental Problems for System Dynamics Modeling: An Experiential Learning Approach. Social Science and Policy Studies Department. Worcester Polytechnic Institute. USA.

- SAEED, K., SATTER, M. A., & SINGH, G. (1983). Rice Crop Production Policies and Food Supply in Bangladesh. Paper presented at the International System Dynamics Conference, Chestnut Hill, MA.
- SAWAYA A, SESSO R, TOLEDO F, FERNANDES M, MARTINS P. (2005) Association between chronic undernutrition and hypertension. *Mater Child Nutr*; 1:1 55-63.
- SENGE, P. (2005), *La Quinta Disciplina: El Arte y la Práctica de la Organización Abierta al Aprendizaje*. Buenos Aires: Ediciones Garnica. 490 p.
- SERRANO, M, SOTAQUIRA R. (2005). Revealing the Colombian Government's Coherence in the Design of Food Security Policies. Paper presented at the Proceedings of the 23th International Conference of the System Dynamics Society, Boston, United State of America.
- SMITH, D. W. (1998). Urban food systems and the poor in developing countries. *Geographical*, 23(2), 207-219.
- SMITH, M., MAXWELL, S. (1992) Household food security: A conceptual review. In: Maxwell, S., Frankenberger, T. (Eds.), *Household Food Security: Concepts, Indicators, Measurements*. United Nations Children's Fund – International Fund for Agricultural Development, New York, pp. 1–72.
- STERMAN, J. D. (1991). A Skeptic 's Guide to Computer Models. *Computer*, 209- 229.
- STERMAN, J. D. (2000). *Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. New York: McGraw-Hill.
- THOMSON, ANNE AND METZ, MANFRED. (1999). *Implications of Economic Policy for Food Security. A Training Manual*. FAO. Roma
- TIMMER, P. (2000). The macro dimensions of food security: economic growth, equitable distribution, and food price stability. *Food Policy*, 25, 283-295.
- VILLEGAS, S., IVANOVIC, R., & IVANOVIC, D. (2009). Peso de nacimiento y posterior estado nutricional , desarrollo cognitivo y actividad ocupacional : una revisión crítica. *Children*, 59(Cc), 369-377.
- WEHLER CA, SCOTT RI, ANDERSON JJ. (1992) The Community Childhood Identification Project: A Model of Domestic Hunger-Demonstration Project in Seattle, Washington. *J Nutr Ed*; 24:29S-35S.