

**MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE LOS EFECTOS DEL COMERCIO
INTERNACIONAL EN LA REGULACIÓN DE RECURSOS COMUNES**

JUAN PABLO ORTIZ GÓMEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2007**

**MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE LOS EFECTOS DEL COMERCIO
INTERNACIONAL EN LA REGULACIÓN DE RECURSOS COMUNES**

JUAN PABLO ORTIZ GÓMEZ

Tesis de Grado

**Presentada como requisito para optar al título de
Ingeniero de Sistemas**

Director

Jorge Andrick Parra Valencia

Ingeniero de Sistemas

Magíster en Informática

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2007**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, Agosto de 2007

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	19
INTRODUCCIÓN	21
1. OBJETIVOS	24
1.1 OBJETIVO GENERAL	24
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	24
2. MARCO CONCEPTUAL	25
2.1 DINAMICA DE SISTEMAS	25
2.1.1 Diagrama Causal	26

2.1.2 Diagrama de Forrester	26
2.1.3 La Dinámica de Sistemas en el contexto de la ingeniería de sistemas	28
2.2 RECURSO COMUN	28
2.2.1 Regulación de recursos comunes	29
2.3. EL PRINCIPIO DE LA VENTAJA COMPARATIVA	34
2.4 COMERCIO INTERNACIONAL	35
2.5 MODELO RICARDIANO	35
2.5.1 Las posibilidades de producción	36
2.5.2 Precios Relativos y oferta	36
2.5.3 El comercio en un mundo con un factor productivo	37

2.5.4 La determinación del precio relativo después del comercio	37
2.6 POWERSIM CONSTRUCTOR LITE	38
3. ESTADO DEL ARTE	39
3.1 EVOLUCION DE LA DINÁMICA DE SISTEMAS	39
3.2 ELINOR OSTROM	40
3.2.1 El gobierno de los bienes comunes “La Evolución de las Instituciones de Acción Colectiva”	41
3.2.2 El Banco de Peces	45
3.3 LOS CLÁSICOS Y LA VENTAJA COMPARATIVA	48
3.3.1 Los clásicos	48
3.3.2 La ventaja comparativa	49

3.4 LA ECONOMIA EN DINAMICA DE SISTEMAS	52
4. METODOLOGIA	53
4.1 CONCEPTUALIZACIÓN	53
4.2 CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS A PARTIR DE LAS TEORÍAS	54
4.3 DOCUMENTACIÓN	55
5. PRESENTACIÓN DE LOS MODELOS	56
5.1 MODELO DE LA VENTAJA COMPARATIVA DE DAVID RICARDO CON BASE AL RESUMEN DE KRUGMAN, SIN RUC	41
5.1.1 Diagrama Causal	56
5.1.2 Diagrama de Forrester	57

5.1.3	Gráfica de simulación	58
5.1.4	Explicación del modelo	58
5.2 MODELO DE DAVID RICARDO DE DOS BIENES UNO DE ELLOS		
RUC		
		59
5.2.1	Diagrama Causal	60
5.2.2	Diagrama de Forrester	61
5.2.3	Definición de variables	62
5.2.4	Graficas de Simulación	66
5.2.5	Explicación del modelo	67
5.2.6	Modelo matemático	68
5.3	MODELO DE AUTOGESTIÓN COMUNITARIA CON UN RUC	69

5.3.1 Diagrama Causal	71
5.3.2 Diagrama de Forrester	72
5.3.3 Definición de Variables del modelo de autogestión comunitaria	77
5.3.4 Gráficas de simulación	82
5.3.5 Explicación del modelo	83
5.3.6 Modelo matemático	84
6. CONCLUSIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	88
ANEXOS	92

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Variables, definición y metodología	26
Tabla 2. Relaciones de Principal-agente en un sistema de regulación ambiental	30
Tabla 3. Definición de variables del modelo de Ricardo	62
Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria	76

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Producción de vino contra Producción de Queso	36
Figura 2. Modelo de Meadows	47
Figura 3. Peces	47
Figura 4. Barcos	47
Figura 5. Ganancias por año	48
Figura 6. Diagrama Causal. Subsistema preliminar al comercio entre dos países	56
Figura 7. Diagrama de Forrester. Subsistema preliminar al comercio entre dos países	57
Figura 8. Fabricación de queso y vino en el país	58
Figura 9. Diagrama causal de David Ricardo	60

Figura 10. Diagrama de Forrester de David Ricardo	61
Figura 11. Gráficas de simulación de depredación del camarón	66
Figura 12. Diagrama causal del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	71
Figura 13. Diagrama de Forrester del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	72
Figura 14. Subsistema de Reciprocidad del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	73
Figura 15. Subsistema del RUC del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	74
Figura 16. Subsistema de Barcos del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	75
Figura 17. Subsistema de Recurso no Común del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC	76
Figura 18. Gráficas de simulación del modelo de autogestión	

comunitaria	82
Figura 19. Diagrama causal del Modelo de genérico de Recursos Comunes	
Comunes	93
Figura 20. Diagrama de Forrester del Modelo de genérico de Recursos Comunes	
Recursos Comunes	94
Figura 21. Recurso X del Modelo de genérico de Recursos Comunes	94
Figura 22. Agentes del Modelo de genérico de Recursos Comunes	95
Figura 23. Ganancias por año del Modelo de genérico de Recursos Comunes	
Recursos Comunes	95
Figura 24. Diagrama Causal Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima	
	97
Figura 25. Diagrama de Forrester del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima	
	98
Figura 26. Recurso X del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima	
	99

Figura 27. Exportación del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima	99
Figura 28. Diagrama Causal del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1	100
Figura 29. Diagrama de Forrester del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1	101
Figura 30. Recurso X V1	102
Figura 31. Reciprocidad Vs. Reciprocidad deseada V1	101
Figura 32. Agentes	103
Figura 33. Ganancias por año del modelo de explotación V1	103
Figura 34. Diagrama Causal V2	105
Figura 35 Diagrama de Forrester V2	106
Figura 36. Recurso con $T_{nvr}=30$	107
Figura 37. Agentes con $T_{nvr}=30$	107
Figura 38. Reciprocidad con $T_{nvr}=30$	107

Figura 39. Ganancias por año con Tnvr=30	108
Figura 40. Recurso con Tnvr=15	109
Figura 41. Explotación con Tnvr=15	109
Figura 42. Reciprocidad con Tnvr=15	110
Figura 43. Agentes con Tnvr=15	110
Figura 44. Ganancias por año con Tnvr=15	111
Figura 45. Recurso con Tnvr=50	111
Figura 46. Explotación con Tnvr=50	112
Figura 47. Reciprocidad con Tnvr=50	112
Figura 48. Agentes con Tnvr=50	113
Figura 49. Ganancias por año con Tnvr=50	113
Figura 50. Captura por barco y R_Fracción_muerte_muertes	116
Figura 51. Mc y mt	116
Figura 52. Cap_max_explotación_barco y m_rec_apro	117
Figura 53. M_r_a y m_barco_reci	118

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Modelo de genérico de Recursos Comunes.	93
Anexo B. Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima.	97
Anexo C. Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1.	100
Anexo D. Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 2.	105
Anexo E. Multiplicadores de los modelos del capítulo 8.	116

GLOSARIO

RECURSOS DE USO COMÚN (RUC): Son los tipos de recursos que todos tienen derecho a utilizar

REGULACIÓN DE RUC: Es la manera en que sabiéndose que todos tienen derecho a utilizar los RUC se utilizan mecanismo para su control

RESUMEN

En Colombia existen procesos de regulación de Recursos Comunes como la apropiación y la provisión¹ que han devenido en su depredación ¿Qué pasaría si en dichos procesos los Recursos de Uso Común *RUC* fueran objeto de comercio internacional? ¿Se mantendría dicha tendencia, se agudizaría o se revertiría?

Si los recursos comunes fueran objeto del comercio internacional, es importante examinar de qué manera se verían afectados. Para esto, se plantean dos modelos en Dinámica de Sistemas, el primero basado en la teoría de comercio internacional de David Ricardo para el intercambio de dos bienes uno de ellos un RUC para dos países, que en este caso fue el camarón, con el cual se tiene una ventaja comparativa, aunque no muy grande comparados a otros recursos naturales en los que Colombia es mas rico, si era un recurso que favorecía este estudio dado las condiciones de su producción y apropiación, pero vale la pena dejar abierto el espacio para en un futuro trabajar con cualquier otro recurso en el que la ventaja comparativa sea mucho mayor.

El segundo modelo contiene el mecanismo de regulación que articula Ostrom de Autogestión Comunitaria, para los mismos recursos donde se intenta modelar algunos principios de diseños característicos de instituciones de larga duración de los RUC evaluando así la situación que en este caso específico se presenta, el camarón, y mostrando el contraste con el primer modelo.

1. Las actividades de apropiación se refieren a la extracción de unidades de recursos y las de provisión a la inversión en la preservación de los sistemas de recursos.

Por medio del modelamiento y simulación con Dinámica de Sistemas se pretende proponer una respuesta a la pregunta de la investigación.

Palabras Claves: Recursos Comunes, Regulación, Dinámica de Sistemas, Modelamiento y Simulación.

INTRODUCCIÓN

La variedad y cantidad tanto en flora, fauna, recursos minerales y tierras hacen de Colombia un país rico en recursos naturales. Según la FAO Colombia ocupa el séptimo lugar en el mundo con mayor área de cobertura forestal en cuanto a bosques tropicales se refiere, con más de sesenta y cinco millones de hectáreas de bosques naturales, representando el 6.42% (Grupo Semillas, 2005) de la oferta total de bosques tropicales en América del Sur Tropical y el 1.5% de los bosques del mundo, lo que lo hace uno de los países con más biodiversidad del mundo. Además el país posee una rica diversidad de especies forestales que pueden ser la base para construir una industria forestal competitiva; una gran variedad de suelos y climas que permiten que prosperen muchas especies forestales y obtener una gran diversidad de usos y productos; fotosíntesis todo el año, por su ubicación en el trópico, que permite generar una considerable producción de biomasa y por lo tanto obtener altos rendimientos en ciclos biológicos relativamente cortos²; En las tierras altas se cultiva principalmente el café (Colombia es el segundo productor mundial). Del rico subsuelo se extrae el 95% de la producción mundial de esmeraldas, así como importantes cantidades de oro, plata, platino, cobre, uranio y otros minerales. Con los yacimientos descubiertos en la Península de la Guajira, Colombia posee las mayores reservas carboníferas de Iberoamérica (Vargas, 2003).

En el sector camaronero Colombia es el cuarto mayor exportador en Latinoamérica, con más de 15.000 toneladas al año de los cuales el 80% tuvo como destino Europa, Estados Unidos y Japón (Unimedios, 2005).

² Giraldo Víctor. Plan de Acción Forestal Nacional. Documento. 2003.

La constitución política en el artículo 80 afirma que “El estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. (CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA, 1991) Sin embargo las estadísticas hacen cuestionar la intención o la capacidad del Estado colombiano para dar cumplimiento a este mandato constitucional pues en las últimas décadas se ha venido depredando este tipo de RUC. Cada año se deforestan cerca de 400.000 Hectáreas de Bosque Natural, afectándose tanto la flora como la fauna (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación, 2000).

Otro problema que acentúa esta difícil situación de depredación, son algunas políticas del gobierno como las fumigaciones en parques naturales, devastando dichas tierras e impidiendo que estas sean generadoras de nuevos recursos naturales.

En este panorama anteriormente planteado alrededor de la regulación de los recursos comunes en Colombia, aparece la posibilidad de un tratado de libre comercio³. Los bandos a favor y en contra se dividen presentando alternativamente argumentos en donde no es posible llegar a una conclusión sobre lo que se plantea: si un eventual tratado libre (como forma de comercio internacional) sería benéfico o perjudicial para la situación anteriormente descrita.

3. Un **tratado de libre comercio** (TLC) consiste en un acuerdo comercial regional o bilateral para ampliar el mercado de bienes y servicios entre los países participantes. Básicamente, consiste en la eliminación o rebaja sustancial de los [aranceles](#) para los bienes entre las partes, y acuerdos en materia de servicios.

La teoría de Comercio Internacional de David Ricardo señala que cada país se especializará en la producción y exportación de los bienes que puede producir con un costo comparativamente bajo. Colombia por su parte tiene ventaja comparativa en los Recursos Naturales por su diversidad y número, de esta manera y pensando en la racionalidad propuesta en la teoría de David Ricardo Colombia debería comerciarlos aunque dicho recurso continúe deteriorándose. Hay otras teorías, como la de Ostrom, que plantean alternativas diferentes que parecen apuntar en otra dirección donde el sostenimiento del recurso es muy importante.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, es pertinente preguntarse ¿Qué efectos tendría sobre la regulación de RUC en Colombia un eventual comercio internacional?

¿Este comercio Internacional agudiza o revierte la depredación que viven los RUC?

Con la ayuda de Ricardo y Ostrom se tratará de entender, de una manera más comprensiva, las consecuencias del comercio internacional de RUC y ofrecer alguna alternativa que signifique, ojalá, la preservación de dichos recursos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio dinámico sistémico que indague acerca sobre los efectos del comercio internacional en la regulación de recursos de uso común.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar y experimentar sobre un modelo en Dinámica de Sistemas la teoría de la Ventaja Comparativa de David Ricardo en Comercio Internacional de un RUC para indagar de los efectos de su regulación.
- Diseñar y experimentar sobre un modelo en Dinámica de Sistemas los efectos del Comercio Internacional sobre un RUC regulado con el mecanismo de Autogestión Comunitaria.

2. MARCO CONCEPTUAL

A continuación se presentará una serie de conceptos y teorías explicativas donde operará este trabajo de grado, se empezará con la definición de Dinámica de Sistemas y su respectiva metodología como el diagrama causal y el de Forrester; consecutivamente se encontrará una explicación de recurso común y como este se regula. Teniendo en cuenta que este trabajo se enmarca también en la ventaja comparativa de David Ricardo, se hablará de su teoría.

2.1 DINAMICA DE SISTEMAS

La Dinámica de Sistemas es una metodología para la construcción de modelos de simulación que permiten mostrar y comprender el cambio de los fenómenos en el tiempo. (Forrester, 1961) a través de modelos de computadora simulables, en los cuales es posible experimentar diversas situaciones de manera que se proporcionen diferentes alternativas de solución.


Esta técnica de modelado se constituye en un procedimiento alternativo frente a otras escuelas de modelado, con un paradigma de simulación para la planificación y el control de sistemas complejos, en donde lo primordial no es la búsqueda de soluciones óptimas, sino la construcción de modelos útiles para el rendimiento del fenómeno y la formulación de políticas efectivas en su mejoramiento. Para este proyecto se utilizará la Dinámica de Sistemas como tecnología intelectual para mejorar la comprensión del fenómeno propuesto. La Dinámica de Sistemas usa conceptos del campo del control realimentado o sea el retorno de parte de la




salida como nueva entrada a un sistema para organizar información en un modelo de simulación por ordenador. Un ordenador ejecuta los papeles de los individuos en el mundo real. La simulación resultante revela implicaciones del comportamiento del sistema representado por el modelo. (Forrester, 1961)


2.1.1 Diagrama Causal. El diagrama causal es un grafo dirigido que representa la relación entre los diferentes elementos del sistema considerados. Dicho diagrama traduce las conclusiones de la documentación del estudio del fenómeno con los expertos en hipótesis estructurales, a través de las cuales se construye el modelo. En todo diagrama causal pueden distinguirse cadenas cerradas o bucles realimentados los cuales permiten proponer el comportamiento cualitativo, como modo de referencia para discutir el que surja de la simulación con el modelo matemático. Para ello, se debe tener una adecuada especificación del modelo, la cual se logra a partir de una correcta conceptualización del sistema y del problema específico. A continuación se explicará el tipo de diagramado que se utiliza en la Dinámica de Sistemas:

2.1.2 Diagrama de Forrester. El principal aporte de Forrester al modelado del comportamiento de un sistema la constituye el haber asociado al diagrama causal una estructura funcional en la cual se clasifican las variables y se formalizan las relaciones, de acuerdo a la función que desempeñan en el modelo. Las variables que se utilizan son las siguientes:

Tabla 1. Variables, definición y metodología

<i>Variable</i>	<i>Definición</i>	<i>Simbología</i>
<i>Nube</i>	Representa una fuente	

	<p>infinita, un pozo o un sumidero; puede interpretarse como un nivel que tiene interés y es prácticamente inagotable.</p>	
<i>Nivel</i>	<p>Supone la acumulación en el tiempo de una cierta magnitud. Son las variables de estado del sistema, en cuanto que los valores que toman determinan la situación en la que se encuentra el mismo.</p>	 <p>Nivel</p>
<i>Flujo</i>	<p>Determina la variación de un nivel; representa un cambio en el estado del sistema.</p>	
<i>Variables auxiliares</i>	<p>Como su nombre indica, variables de ayuda en el modelo. Su papel auxiliar consiste en colaborar en la definición de las variables de flujo y en documentar el modelo haciéndolo más</p>	

	comprensible	
<i>Constante</i>	Es un elemento del modelo que no cambia de valor	

2.1.3. La Dinámica de Sistemas en el contexto de la ingeniería de sistemas.

Si se observa el entorno, se ve que se está inmerso en un mundo de sistemas. La Ingeniería de Sistemas es una disciplina que se ocupa del estudio de los sistemas en general (mecánicos, eléctricos, químicos, socioeconómicos, ecológicos, etc.), con una perspectiva unitaria, independiente de la naturaleza de sus componentes, y con un punto de vista práctico. La Ingeniería de Sistemas se interesa sobre todo por el conocimiento de la dinámica del sistema con un triple objetivo: construir un modelo matemático del sistema, simular su comportamiento dinámico e intentar controlarlo.

Un aspecto importante del enfoque sistémico es la construcción de modelos. Un modelo es una abstracción de la realidad que captura la esencia funcional del sistema, con el detalle suficiente como para que pueda utilizarse en la investigación y la experimentación en lugar del sistema real, con menos riesgo, tiempo y coste.

2.2. RECURSO COMUN

Estos recursos son aquellos que cumplen con dos características: la primera de ellas, habla del hecho que deben ser no excluibles, es decir, que cualquier

persona puede hacer uso de ellos, nadie puede hacer a un lado al otro por utilizarlos y la segunda dice, que presentan rivalidad, lo que significa que solo una persona o grupos de personas de entre todas las que pueden hacer uso de él, pueden tomarlo efectivamente, llegando al caso que varias personas se adueñen del mismo y en su constante utilización lo agoten poco a poco. Algunos ejemplos de recursos comunes son: aire y agua limpia, flora, fauna, entre otros. Cuando se habla de recursos se tiene en cuenta el concepto de *free rider* (parásito), el cual consiste en la actitud asumida por ciertas personas, las cuales se limitan a esperar que otros conserven del recurso pero si están alerta para su aprovechamiento, (Randall, A, 1993).

2.2.1 Regulación de recursos comunes. Se está acostumbrado a emplear los recursos de uso común, según Hardin detrás de todos ellos existe un destino trágico (Hardin, 1968), que llevan al deterioro y destrucción del recurso sin que pueda hacerse algo. Los recursos comunes son sistemas que generan cantidades finitas de producto, de tal manera que su uso por una persona disminuye la cantidad disponible para otros. Por otra parte Elinor Ostrom trata de salvar la situación, motivando el uso de las instituciones para salvaguardar el recurso de uso común no solamente para el disfrute de esta generación sino para posteriores. (Ostrom, 1990).

2.2.1.1 Recursos Comunes según Ricardo. Para David Ricardo una de las cosas más importantes es el aumento en la riqueza global, por encima del deterioro de los RUC, incluso el no lo identifica como una problemática, y si el RUC presenta ventaja comparativa este debe ser aprovechado para buscar dicha riqueza.

Existen tres mecanismos de control de los recursos, el estado, el mercado y la autogestión o autorregulación.

2.2.1.2 Recursos comunes según Ostrom. Elinor Ostrom identifica tres mecanismos de regulación de los RUC, el estado, el mercado y la autorregulación.

2.2.1.2.1 Regulación por parte del estado. Esta alternativa presenta como estrategia para la regulación del recurso, la intervención de un tercero que sería el Estado, éste a través de reglas y otras normas establecería un control para el uso del recurso común. Frente a esta solución se presentan inconvenientes que en la mayoría de los casos llevan al oportunismo ya sea por cualquiera de los dos involucrados, el estado (principal) y las personas cercanas al recurso (agentes). Przeworsky (1996) sugiere tres tipos de relaciones entre principales y agentes: regulación, vigilancia (*oversight*), y responsabilidad (*accountability*).

Tabla 2. Relaciones de Principal-agente en un sistema de regulación ambiental

<i>Tipos y mecanismos</i>	<i>Principal</i>	<i>Agente</i>
<u>Regulación:</u> - <i>Licencias de extracción, contaminación o estándares de tecnología.</i> - <i>Impuestos, subsidios y tasas.</i>	<u>Gobierno (regulador)</u> - <i>Gobierno nacional</i> - <i>Autoridades Regionales</i> - <i>Autoridades Locales (municipalidades)</i>	<u>Agentes que extraen recursos o contaminan</u> - <i>Pescadores, madereros, usuarios de agua.</i> - <i>Contaminadores</i> - <i>Agricultores</i>

<u>Oversight (vigilancia):</u> - Informes al Congreso y otras organizaciones representativas - Informes de resultados	<u>Políticos</u> -Congresistas -Representantes elegidos para entes regionales -Consejos municipales	<u>Burócratas</u> -Funcionarios elegidos o nombrados -Técnicos
<u>Accountability:</u> (responsabilidad) -Voto -Acciones legales -Actos administrativos	<u>Ciudadanos</u> -Individuos -Organizaciones de la Sociedad civil (de base, ONGs, otras)	<u>Gobiernos</u> -Funcionarios de carrera y políticos elegidos por voto

Adaptado de Przeworsky (1996).

2.2.1.2.2 El mercado (Asignación de Derechos de la Propiedad Privada). En éste mecanismo se tiene en cuenta el derecho de propiedad privada a los individuos que se encuentran utilizando un bien común, donde lo que se quiere es que se tenga la libertad de negociar y los interesados saquen provecho mutuo, sin la necesidad de que intervengan terceros.

Uno de los problemas encontrados en este mecanismo de regulación, consiste en los costos que surgen a la hora de realizarse la negociación; otro problema, es que la asignación de los recursos no sea clara y no se encuentre bien definida para cada uno de los que intervienen, ya que se debe tener en cuenta que en el manejo de algunos recursos no se permite una división, puesto que podría ocasionarse que el recurso dejara de brindar lo que inicialmente brindaba a la sociedad.

2.2.1.2.3 La autogestión o autorregulación en los recursos de uso común. Un recurso común de autogestión es aquel donde los actores, que son usuarios principales del mismo, se organizan diseñando y adaptando reglas estrategias de apropiación, obligaciones de los participantes, supervisión y penalización, y resolución de conflictos, lo que se quiere decir entonces, es que, con un dialogo abierto entre los interesados se habla sobre la mejor forma de utilización del recurso para el beneficio común y de la sociedad.

Las instituciones sólidas al largo plazo, son las que definen claramente cómo el mantenimiento de este recurso les mantendrá el éxito de las instituciones en el tiempo, Elinor Ostrom propone entonces ocho principios de diseño institucional en el manejo de recursos de uso comunitario (Ostrom 1990), de los cuales los cuatro primeros son los que se modelaron.

- **Límites claramente definidos.** Contar con reglas que definan claramente quién tiene derecho de usar el recurso y los límites del mismo.

- **Coherencia entre las reglas de apropiación y provisión con las condiciones locales.**

A. La distribución de beneficios derivada de las reglas de apropiación, donde es proporcional a los costos impuestos a los participantes.

B. Las reglas de apropiación que restringen el tiempo, lugar, tecnología y cantidad del recurso corresponden a las condiciones locales.

- **Acuerdos colectivos.** La mayoría de los individuos afectados por las reglas de operación pueden participar en su modificación.
- **Supervisión.** Si una persona es capaz de hacer trampa mientras los otros respetan las reglas, el infractor generalmente percibe ganancias substanciales en detrimento de los demás. Por ello, sin el monitoreo de la observancia de las reglas, muy pocos sistemas son capaces de sobrevivir por un tiempo prolongado. Los supervisores entonces deben vigilar de manera activa las condiciones del RUC.
- **Sanciones proporcionales.** Los usuarios que violan las reglas de operación reciben sanciones proporcionales a la gravedad de su infracción por parte de otros usuarios, de las autoridades correspondientes o de ambos.
- **Mecanismos para la resolución de conflictos.** Los usuarios y sus autoridades tienen acceso rápido a instancias locales para resolver conflictos entre los usuarios o entre los usuarios y las autoridades a bajo costo.
- **Reconocimiento de derechos mínimos de organización.** Los derechos de los usuarios a construir sus propias instituciones no son cuestionados por autoridades gubernamentales externas.
- **Empresas anidadas.** La apropiación, provisión, monitoreo, cumplimiento de reglas, resolución de conflictos y actividades de gobernabilidad están organizadas en múltiples niveles de organizaciones anidadas o entrelazadas.

2.3 EL PRINCIPIO DE LA VENTAJA COMPARATIVA

En el enfoque convencional sobre el comercio⁴, las ventajas comparativas, resultantes de un mercado exento de intervención pública, son las que determinaban el grado de intercambio comercial y fuente de crecimiento económico de los países. De acuerdo con esta teoría, cada país se especializa en la producción de aquellos bienes que pueden ser producidos a un menor costo relativo con relación a los costos de producción en otros países. Introduce en su análisis elementos como el costo absoluto o el costo relativo para explicar que un país tiene más ventajas en el comercio internacional de productos. Adam Smith (Smith, 1776) destaca la importancia del libre comercio para aumentar la riqueza de todas las naciones que comercian en los siguientes términos:

“es la máxima de todo jefe de familia prudente, nunca tratar de producir en casa lo que le costaría más producir que comprar. Si un país puede proveernos de un bien más barato de lo que nosotros mismos podemos producirlo, es mejor comprárselo con alguna parte de la producción de nuestra propia industria empleada en una forma en la cual tengamos alguna ventaja” (Smith 1837: 424-426).

A esto, él le llamó “ventaja absoluta” debido a que cada país podía producir un bien a un costo absolutamente menor que el otro. En contraste con la propuesta de Smith, David Ricardo señala que solo es posible obtener una ventaja comparativa si ésta se basa en el requerimiento de trabajo para la producción de un bien. La ventaja comparativa, en oposición a la ventaja absoluta, es un término

⁴ El pensamiento clásico está representado, principalmente por Robert Torrens (1808, 1815), David Ricardo (1821), Adam Smith (1837) y J. Stuart Mill (1902) (Chacholiades, 1992).

relativo. Esencialmente se utiliza la misma desigualdad para determinar la ventaja competitiva de cada país. Señala que cuando cada país se especializa en la producción de aquel bien, en el cual tiene una ventaja aun cuando no sea absoluta, el producto total mundial de cada bien aumentará (Chalcholiades, 1992).

2.4 COMERCIO INTERNACIONAL

Es el intercambio de bienes y servicios entre países. Los bienes pueden definirse como productos finales, productos intermedios necesarios para la producción de los finales o materias primas y productos agrícolas.

2.5 MODELO RICARDIANO

Antes de explicarse el modelo Ricardiano, es importante entender cómo en la teoría de la Ventaja Comparativa los recursos en general y los RUC son tomados como bienes sin diferenciarlos unos de otros, lo que entonces significa que un bien puede ser un RUC.

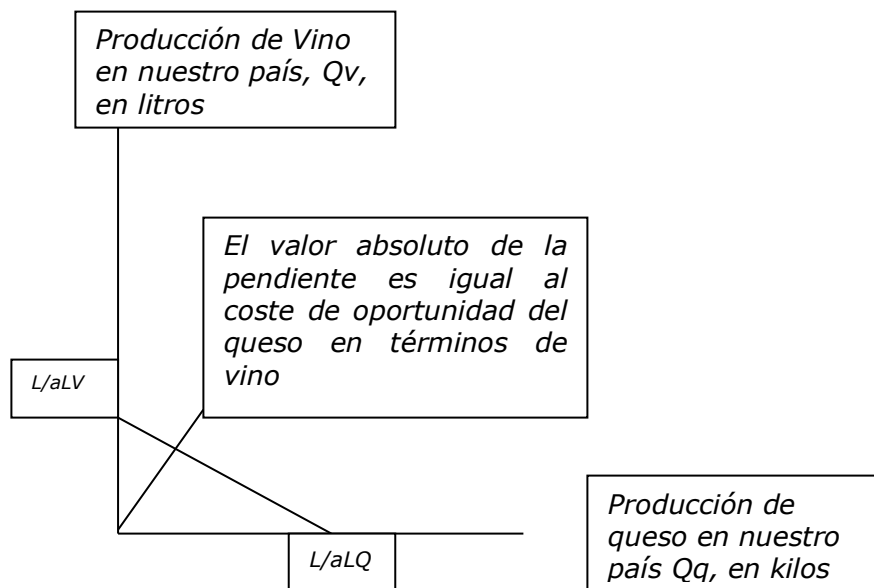
Para empezar entendiendo el Modelo Ricardiano, imagínense que solo se producen dos bienes, vino y queso⁵. El número de horas de trabajo requerido para producir un kilo de queso o un litro de vino se denomina requerimiento de trabajo por unidad. Se Supondrá que se necesita una hora de trabajo para producir un kilo de queso aLQ, y dos horas para producir un litro de vino aLV. Los recursos

⁵ EL vino y el queso son los dos productos con los que Paul Krugman explica la teoría de la Ventaja Comparativa de Ricardo(Krugman,1999).

totales de la economía se definen como L , la oferta total de trabajo (Krugman, 1999).

2.5.1 Las posibilidades de producción. En la figura No 1 se muestra la cantidad máxima de vino que puede ser producida una vez tomada la decisión de producir determinada cantidad de queso y viceversa.

Figura No. 1 Producción de vino contra Producción de Queso



2.5.2 Precios Relativos y oferta. En la anterior gráfica se ilustra las distintas combinaciones de bienes que la economía puede producir, pero para determinar qué se producirá en realidad se necesita conocer el precio relativo de los dos bienes, es decir el precio de un bien en función del otro.

En esta economía simplificada donde el trabajo es el único factor de producción, la oferta de queso y vino estará determinada por el movimiento del factor trabajo hacia el sector que pague salarios más altos.

Teniendo en cuenta que P_q y P_v son los precios de queso y vino respectivamente, la tasa del salario por hora en el sector del queso será igual al valor de lo que un trabajador puede producir en una hora, P_q/aLQ .

Los salario en el sector del queso serán mas altos si $P_q/P_v > aLQ/aLV$ y viceversa, y teniendo en cuenta que todo el mundo querrá trabajar en la industria que ofrezca los salarios mas altos, la economía se especializará, por tanto en la producción que cumpla con lo planteado.

2.5.3 El comercio en un mundo con un factor productivo. Para exponer este modelo, supongamos a dos países, uno de ellos el explicado anteriormente y el otro uno extranjero, cada uno tiene un factor productivo y produce vino y queso, para el país extranjero se utilizará la misma notación pero agregándole un asterisco (*).

Cuando un país puede producir una unidad de un bien con menos trabajo que otro país, se dice que este país tiene Ventaja Absoluta en la producción de este bien.

2.5.4 La determinación del precio relativo después del comercio. Teniendo en cuenta la situación de este ejemplo, es necesario estudiar el mercado haciendo un análisis de equilibrio general, o sea relacionando tanto el mercado del vino

como del queso. Para esto se debe tener en cuenta la oferta y demanda relativas, es decir el número de kilos de queso ofrecidos o demandados dividido por el número de litros de vino ofrecidos o demandados.

2.6 POWERSIM CONSTRUCTOR LITE

El Powersim constructor es el ambiente de desarrollo de Software de Powersim dónde se crean modelos de simulación o diagramas de Forrester, para el análisis de los indicadores pertinentes brindándose una ayuda incluso en la toma de decisiones referentes al sistema.

3. ESTADO DEL ARTE

Los diferentes incisos que se presentan a continuación tienen una relevancia importante en la elaboración de este proyecto, empezando con Forrester y su obra de Industrial Dynamics, base para el modelado de sistemas.; en segunda instancia se hablará de Elinor Ostrom y sus aportes en trabajos de recursos comunes como “la reflexión de los comunes” obra en la cual se presenta el mecanismo de autorregulación de los RUC.

Se presentará de manera resumida el modelo del banco de peces, que de una manera genérica es reutilizado para la elaboración en el modelado del RUC que se trabaja en este proyecto.

Se hablará de los clásicos quienes en la economía se refirieron a la Ventaja Comparativa, tema que David Ricardo desarrolló y que es trabajado en esta tesis.

3.1 EVOLUCION DE LA DINAMICA DE SISTEMAS

Durante los últimos cuarenta años se ha estado desarrollando un campo conocido como dinámica de sistemas. La dinámica de sistemas combina la teoría, los métodos y la filosofía para analizar el comportamiento de los sistemas (Forrester, 1968a).

La Dinámica de Sistemas se gesta por la búsqueda de un mejor entendimiento y comprensión de la administración. Su aplicación se ha extendido ahora, a la política, la conducta económica, la medicina, la ingeniería, el medio ambiente, así como a otros campos (Forrester ,1968b).

Forrester, ingeniero electrónico del Instituto Tecnológico de Massachussets desarrolló esta metodología durante la década de los cincuenta. La primera aplicación fue el análisis de la estructura de una empresa norteamericana llamada Prague Electric, y el estudio de las oscilaciones muy acusadas en las ventas de esta empresa, publicada como Industrial Dynamics. En 1969 publica la obra, en la que se muestra cómo el "modelado Dinámico Sistémico" es aplicable a sistemas de ciudades (Wikipedia, 2005).

Forrester estudió asuntos sociales relacionados con las políticas de crecimiento urbano, calidad de la vida urbana y además de la inconsistencia, ineffectividad e ineficiencia de los diferentes programas que son propuestos por el gobierno, con el fin de disminuir las problemáticas existentes en la vida urbana, relacionadas con la regulación de los recursos comunes, pero que a la larga fracasan por la regulación sobre dichos recursos, llegando muchas veces al punto de depredarlo, por lo cual se impide el logro de los resultados deseados. (Forrester, 1971)

3.2. ELINOR OSTROM

Elinor Ostrom se graduó en el área de las Ciencias Políticas en el año de 1954, se ha venido desempeñando en dicha área como docente de la Universidad de Indiana. Ostrom decide centrar su estudio en los tres mecanismos de regulación

de recursos comunes, estudio que surge después de una investigación experimental, donde se definen estrategias para que diferentes grupos puedan resolver problemas utilizando la acción colectiva.

Ostrom hace referencia a tres mecanismos de regulación de recursos comunes que son: el Control del Estado, el Mercado y Autoorganización de las comunidades, con los cuales se pretende explicar las consecuencias de la regulación del uso de recursos comunes bajo dichos mecanismos. Estos mecanismos serán aplicados en este proyecto para modelar el comportamiento dinámico Sistémico de la regulación de uso de recursos comunes, (Ostrom, 2001) Juan Camilo Cárdenas quien se graduó como Ingeniero Industrial, con doctorado en Políticas Públicas ha trabajado con Ostrom en la problemática de distribución de recursos comunes en Colombia y han tomado como base para su trabajo, la realización de una serie de experimentos que tienen como objetivo conocer el comportamiento de actores en la distribución de un recurso común. Esto lo hacen utilizando dos mecanismos diferentes de regulación de recursos comunes, que son: el mecanismo del Control del Estado y el mecanismo de la Autorregulación de las comunidades, en los cuales Elinor Ostrom ha centrado su trabajo en la actualidad (Cárdenas, 2001).

3.2.1. El gobierno de los bienes comunes “La Evolución de las Instituciones de Acción Colectiva”⁶. La teoría convencional de los recursos de uso común ha venido siendo criticada porque supone que los individuos que se enfrentan a un dilema, debido a las externalidades creadas por sus propias acciones, generarán apreciaciones que conducirán a dañarse a sí mismos y a otros, sin encontrar

6 OSTROM, Elinor. *Governing the Commons, The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: University Press, 1990.

formas de cooperación entre sí para evitar el problema. La generalidad de esta teoría ha sido desmentida por diversos experimentos y laboratorios que se han creado para examinar de manera precisa las condiciones en las cuales los individuos cooperan entre sí para apropiarse de los RUC y cuando no.

El experimento de Ostrom, Gardner y Walker en 1994 concluyó que la teoría convencional solo se cumple cuando a los usuarios de un recurso común no se les permite comunicarse. Por su parte, Juan Camilo Cárdenas afirma que las reglas externas con un mal seguimiento tienen un efecto negativo en la cooperación en contraste con la alcanzada a través de acuerdos endógenos.

Dado este panorama se requiere nuevos modelos de acción racional y en algunos casos un modelo de conducta racional y moral limitado que se basen en el aprender a usar la reciprocidad y las reglas sociales para vencer la diversidad de dilemas sociales. Esta segunda generación de modelos añadirá a su núcleo tres variables: confianza, reputación y reciprocidad, las cuales se verán reflejadas en el modelo de Autogestión Comunitaria con niveles que permitirán aumentar o disminuir la efectividad de la propuesta de Ostrom.

Reflexión sobre los comunes. Actualmente se habla de manera común sobre la destrucción de los recursos recomendándose una nueva legislación. Se dice que algunas acciones del pasado han traído consecuencias en la actualidad que demuestran la ineficacia en el tratamiento de la regulación de los recursos comunes.

Elinor Ostrom reconoce que existen tres mecanismos de regulación de recursos:

1. La privatización
2. El control central
3. La autogestión de interesados

Ostrom señala su preocupación por limitar el uso de recursos naturales pues estos se están depredando y no se ha encontrado la manera en que estos pueden ser regulados eficazmente pues no contamos con los elementos para administrarlo. En vista de estos problemas Ostrom en su libro propone:

1. Criticar los fundamentos del análisis político.
2. Presentar ejemplos empíricos de esfuerzos exitosos.
3. Iniciar un esfuerzo para desarrollar mejores instrumentos para estudiar la autorregulación.

Para esto Ostrom destaca tres modelos influyentes: La tragedia del terreno común, el dilema del prisionero y la lógica de la acción colectiva.

- **Tres Modelos Influyentes.** La tragedia de los comunes es un modelo que abarca diversas problemáticas, en donde la búsqueda de un beneficio personal ilimitado, en un mundo limitado, provoca grandes consecuencias a nivel global. La parábola de Hobbes lo explica afirmando que los hombres que persiguen su propio bien terminan peleando entre sí.

Por su parte, en el juego del dilema del prisionero se conceptualiza la importancia de la cooperación y la información dentro de un buen manejo que se ve reflejado en una adecuada regulación de un recurso común dado. Además, se evidencia la paradoja de que las estrategias individualmente racionales conduzcan a resultados colectivamente irracionales.

Por último, la lógica de la acción colectiva de Olson manifiesta la dificultad de lograr que los individuos persigan su bienestar común, en contraste con el bienestar individual. Además, se afirma que a menos de que el número de individuos sea muy pequeño, o a menos que exista coerción, individuos racionales con intereses propios no actuarán para lograr sus intereses comunes.

Todos estos modelos resultan interesantes porque captan importantes aspectos de diversos problemas, sin embargo, resultan peligrosos si se les usa metafóricamente como fundamentos de una política, debido a que consideran ciertas variables empíricas como fijas. Igualmente, estos tres modelos hacen parte de una teoría de acción colectiva que aún se encuentra en desarrollo.

Ostrom sugiere que hay que llegar a soluciones alternativas a las planteadas por los teóricos del Estado o de la privatización, pues estas soluciones no son las únicas vías para resolver los problemas a los que se enfrentan quienes se apropian de recursos de uso común.

La autora propone un juego donde es posible establecer contratos vinculantes entre todos los jugadores y que los obliga a “cumplir de manera

infalible ” con los acuerdos iniciales y con estrategias de cooperación formadas por ellos mismos.

Es necesario, entonces , contar con una estructura institucional que permita la repartición equitativa de los niveles de rendimiento y los costos de la explotación de Recursos de uso Común, lo cual llevará a un juego de ejecución autofinanciada de contrato que permite a los contratantes tener un mayor control sobre las decisiones de uso y apropiación del recurso: “el interés propio de los que negociaron el contrato los conducirá a supervisarse mutuamente y a reportar las infracciones observadas , de modo que se hace cumplir el contrato, de esta manera Ostrom dice que con lo anterior mencionado se puede hacer una análisis mas realista de las limitaciones humanas cuando se comparten recursos de uso común.

3.2.2 El Banco de Peces

Durante muchos siglos se consideró que los océanos eran una fuente inagotable de riqueza y que su capacidad de regeneración espontánea era muy superior a la demanda de recursos marinos. Todo esto se tradujo en prácticas de pesca más acordes con la minería y la captura de los “dones gratuitos” que brinda la naturaleza, que con la idea de que los mares constituyen una fuente limitada de alimentos y materias primas cuya capacidad de regeneración debe preservarse con criterios de escasez económica.

Con el paso del tiempo, se ha sido testigo de los límites de los recursos marinos y, paulatinamente, la humanidad ha cobrado conciencia de que los mares constituyen uno de los recursos de propiedad común más extensos del planeta. Así, las nuevas tecnologías de explotación pesquera, el aumento de la demanda

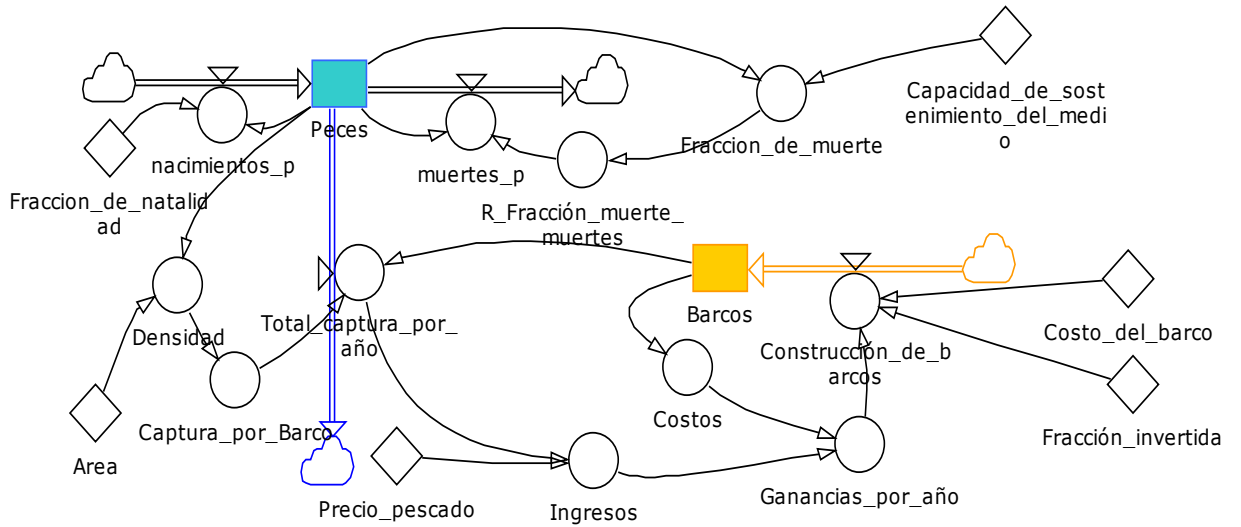
resultante del crecimiento de la población y de su poder adquisitivo, han puesto de manifiesto la necesidad de conservar los activos marinos como requisito para mantener en el futuro el acceso a los mismos. También, poco a poco, se ha ganado conciencia de los desafíos que supone la gestión de un recurso, como las aguas internacionales o las llamadas zonas de exclusión económica, regulados por acuerdos internacionales o por limitaciones de acceso difíciles de definir y de poner en práctica.

3.2.2.1 El modelo del Banco de Peces. El modelo del Banco de Peces fue desarrollado por Dennis L. Meadows de la universidad de New Hampshire para informarles a las personas de la utilización de los recursos naturales de manera efectiva y prudente (Meadows, 1973).

En el modelo Meadows define dos niveles, los peces los cuales se reproducen por una constante de natalidad y mueren según la capacidad de sostenimiento del medio. El segundo nivel, los barcos, que pueden construirse por una fracción invertida, además que cada barco tiene un costo definido.

Los Barcos entonces, capturan los peces y esto depende de la cantidad de peces que haya por área, lo que al venderlos les producirá unas ganancias, las cuales a su vez les permitirán construir más barcos y por lo tanto capturar mas pescados.

Figura 2. Modelo de Meadows



Meadows and Meadows

- Gráficas de simulación del modelo del Banco de Peces

Figura 3. Peces

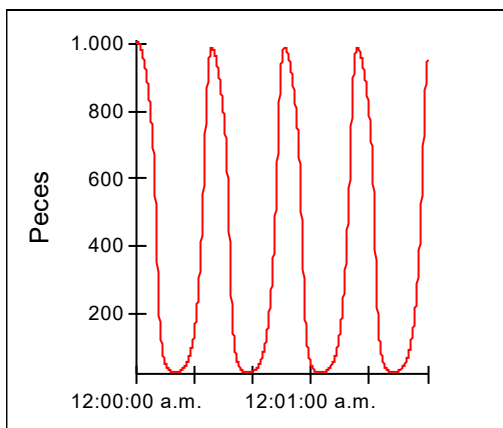


Figura 4. Barcos

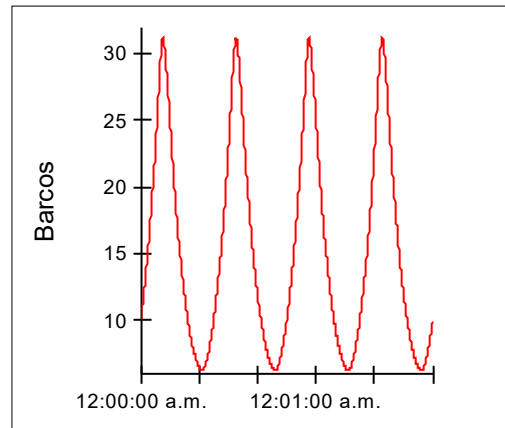
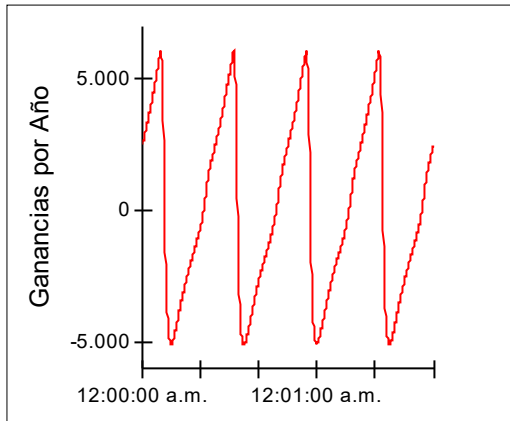


Figura 5. Ganancias por año



Las gráficas de las figuras 3, 4, 5 muestran como los peces, son devastados por periodos de tiempos casi en su totalidad, lo que por ende genera una disminución en los Barcos quienes agotan el recurso hasta el punto de tener perdidas por año. Solo hasta que el recurso se repone las ganancias vuelven a subir pero evidenciándose periodos mas largos de perdidas que ganancias.

3.3. LOS CLÁSICOS Y LA VENTAJA COMPARATIVA

Se hablará en esta sección del aporte relevante de los clásicos en relevancia a este proyecto y como este aporte, o sea la ventaja comparativa es desarrollada por Ricardo en base a trabajos de Adam Smith.

3.3.1 Los clásicos. El último cuarto del siglo XVIII está lleno de sucesos que parecen pregonar la fundación de una nueva era de la organización económica y política, por el campo de la producción se empezó a gestar la revolución

industrial, la cual iba a abrir enormes posibilidades de expansión al capitalismo industrial. Por otro lado los Estados Unidos declaran la independencia y paralelamente se aproximaría la revolución Francesa, todo esto produjo un cambio social profundo donde incluso la teoría económica adquirió un nuevo contenido y nuevos métodos (Roll, 1939).

La gran hazaña de Smith y Ricardo consistió en poner orden en el estado todavía caótico de la investigación económica; a ese orden se le ha dado el nombre de sistema clásico (Roll, 1939).

Si se quisiera resumir las características distintivas del análisis económico contenido en las obras cumbre de Smith y Ricardo, se tendría que destacar ante todo la penetración que revelan en el estudio del mecanismo económico de la sociedad moderna, sus explicaciones dejan ver con más claridad el funcionamiento del sistema capitalista (Roll, 1939).

Los aportes que hicieron los clásicos, Ricardo y Smith, para la economía internacional fueron sus teorías de la ventaja absoluta y ventaja comparativa.

3.3.2. La ventaja comparativa. En el enfoque convencional sobre el comercio, las ventajas comparativas, resultantes de un mercado exento de intervención pública, son las que determinaban el grado de intercambio comercial y fuente de crecimiento económico de los países. De acuerdo con esta teoría, cada país se especializa en la producción de aquellos bienes que pueden ser producidos a un menor costo relativo con relación a los costos de producción en otros países. Introduce en su análisis elementos como el costo absoluto o el costo relativo

para explicar que un país tiene más ventajas en el comercio internacional de productos. Adam Smith destaca la importancia del libre comercio para aumentar la riqueza de todas las naciones que comercian. (Krugman, 1999; Smith, 1776). A esto, él le llamó “ventaja absoluta” debido a que cada país podía producir un bien a un costo absolutamente menor que el otro. Contrastando con la propuesta de Smith, David Ricardo señala que solo es posible obtener una ventaja comparativa si ésta se basa en el requerimiento de trabajo para la producción de un bien. La ventaja comparativa, en oposición a la ventaja absoluta, es un término relativo. Esencialmente se utiliza la misma desigualdad para determinar la ventaja competitiva de cada país. Señala que cuando cada país se especializa en la producción de aquel bien, en el cual tiene una ventaja aun cuando no sea absoluta, el producto total mundial de cada bien aumentará (Ricardo, 1821; Roll, 1939).

Este enfoque establece el precedente en el estudio de los factores para la determinación de la competitividad de las naciones, aun cuando no explica porqué existen las diferencias en los costos comparativos y su relación con las funciones de producción de cada país, sí plantea que las diferencias comparativas radican en la productividad del trabajo, es decir, en los diferenciales basados en el uso de la tecnología, aunque asume tácitamente que la tecnología es un factor disponible en un mercado de competencia perfecta (Roll, 1939).

Recientemente, el enfoque tradicional del comercio desarrolla su análisis en el modelo de Heckscher-Ohlin. Este modelo permite la predicción del patrón de comercio con base en características observables de los países que comercian. Supone que la tecnología y los gustos son semejantes entre los países y atribuye la ventaja comparativa a diferencias en las dotaciones de factores (Krugman, 1999).

Se propone entonces, que la dotación factorial define la función de producción y se convierte en el determinante decisivo de las ventajas comparativas, por lo cual, un país logra alguna ventaja comparativa en la producción de aquel bien en que usa más intensamente el factor más abundante del país y en esa medida debe especializarse en aquellas actividades donde tal recurso es abundante. (Krugman, 1999; Ricardo, 1837).

En esta perspectiva, sin lugar a dudas, la dotación factorial y la ventaja comparativa son dos elementos muy importantes para orientar la producción y para el comercio internacional, pero en la actualidad el comercio mundial presenta una serie de características y complejidades que no son analizadas por la teoría convencional del comercio, los supuestos de competencia perfecta son inoperantes y alejados de la realidad. Investigaciones empíricas recientes muestran que: existen diferencias fuertes entre países y que las innovaciones tecnológicas, por ejemplo, surgen en realidades específicas y que su transferencia no es una cuestión simple, porque la dotación de recursos y de niveles de ingreso por habitante entre otras razones las dificulta y buena parte del comercio se establece por grandes empresas que, habitualmente, reciben apoyos abiertos o disimulados de sus gobiernos (Roll, 1939).

“El enfoque clásico del comercio internacional omite en su análisis la existencia de diferencias importantes entre los países y entre las regiones que determinan su potencial de desarrollo y que las innovaciones tecnológicas no son un fenómeno lineal y simple, es decir, surgen en realidades particulares y su transferencia se encuentra sujeta a condiciones particulares que nada tiene que ver con escenarios de competencia perfecta”. (Roll, 1939).

3.4 LA ECONOMIA EN DINAMICA DE SISTEMAS

La línea de investigaciones en informática educativa del Grupo SIMON de Investigaciones de la Universidad Industrial de Santander ha venido trabajando en una herramienta llamada HICEFE, (Herramienta Informática para la Comprensión y Experimentación de Fenómenos Económicos), como propuesta para la incorporación de la tecnología computacional en la enseñanza de la economía, basada en el trabajo con micromundos y simulación. Un ejemplo concreto del trabajo en esta área es: “Una explicación de Dinámica de Sistemas en el estudio de la macroeconomía Keynesiana” donde su objetivo primordial es que basados en la teoría Keynesiana y con la aplicación de Dinámica de Sistemas se pudiera comprender los fenómenos económicos.

MicrAS o Micromundo para el estudio del modelo del ciclo económico de Adam Smith es una herramienta informática que busca la representación y experimentación de las ideas fundamentales de la economía clásica (en particular Adam Smith) utilizando la modelización y simulación por computador bajo diferentes escenarios. Además MicrAS provee las interfaces gráficas que permiten la manipulación de estas representaciones, el Grupo SIMON viene trabajando en este micromundo enmarcándolo en un ámbito educativo (Universidad Nacional, 1998).

4. METODOLOGIA

Para el desarrollo de este proyecto de grado se siguió de la siguiente manera, teniendo en cuenta que las fases que se señalen no fueron secuenciales pues una de esas actividades llevó a que se volviera a una anterior en distintas circunstancias, las actividades fueron las siguientes:

4.1 CONCEPTUALIZACIÓN

En esta fase se hizo una revisión bibliográfica de: la teoría de la ventaja comparativa de David Ricardo, la regulación de recursos comunes de Elinor Ostrom, comprendiendo como se comporta estos cuando se tienen en cuenta los tres mecanismos de control, como el estado, el mercado y la autogestión comunitaria. Vale la pena señalar que las teorías que se trabajarán serán la de Ricardo y Ostrom. El resultado final dejó ver un resumen de las teorías revisadas en donde se ven los elementos y las relaciones entre estos para de esta manera construir el diagrama causal.

Se partió con el modelo genérico de la ventaja comparativa basado en la explicación de Paul Krugman (Krugman, 1999) con los recursos que el plantea, pues su resumen es pertinente a la elaboración de este proyecto debido a la similitud sobre lo que se pretende, pues maneja dos recursos, los cuales comercializa; en segunda instancia se trabajó con el modelo básico del banco de peces pues representa de manera genérica la situación de un recurso común.

4.2 CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE DINÁMICA DE SISTEMAS A PARTIR DE LAS TEORÍAS

Esta fase se permitió formular matemáticamente los modelos de simulación. Aquí se presentó el diagrama de Forrester del primer prototipo que incluye elementos propios de la dinámica de sistemas como niveles, flujos, retardos, variables auxiliares, parámetros y fuentes o sumideros. Todos y cada uno de estos elementos representan relaciones matemáticas. clasificados según la dinámica propia del fenómeno, representada por los diferentes elementos considerados en el diagrama de influencias, y que luego se expresan en un diagrama denominado diagrama de Flujos-Niveles o Diagramas de Forrester, sobre el software POWERSIM Constructor Lite.

En este orden de ideas y para cumplir el primer objetivo específico del proyecto se partió con el modelamiento de la ventaja comparativa, con dos recursos no comunes, vino y queso, recursos que plantea en su ejemplo Paul Krugman (Krugman,1999), después se fue implementando los elementos pertinentes, como la adecuación de uno de los recursos como RUC.

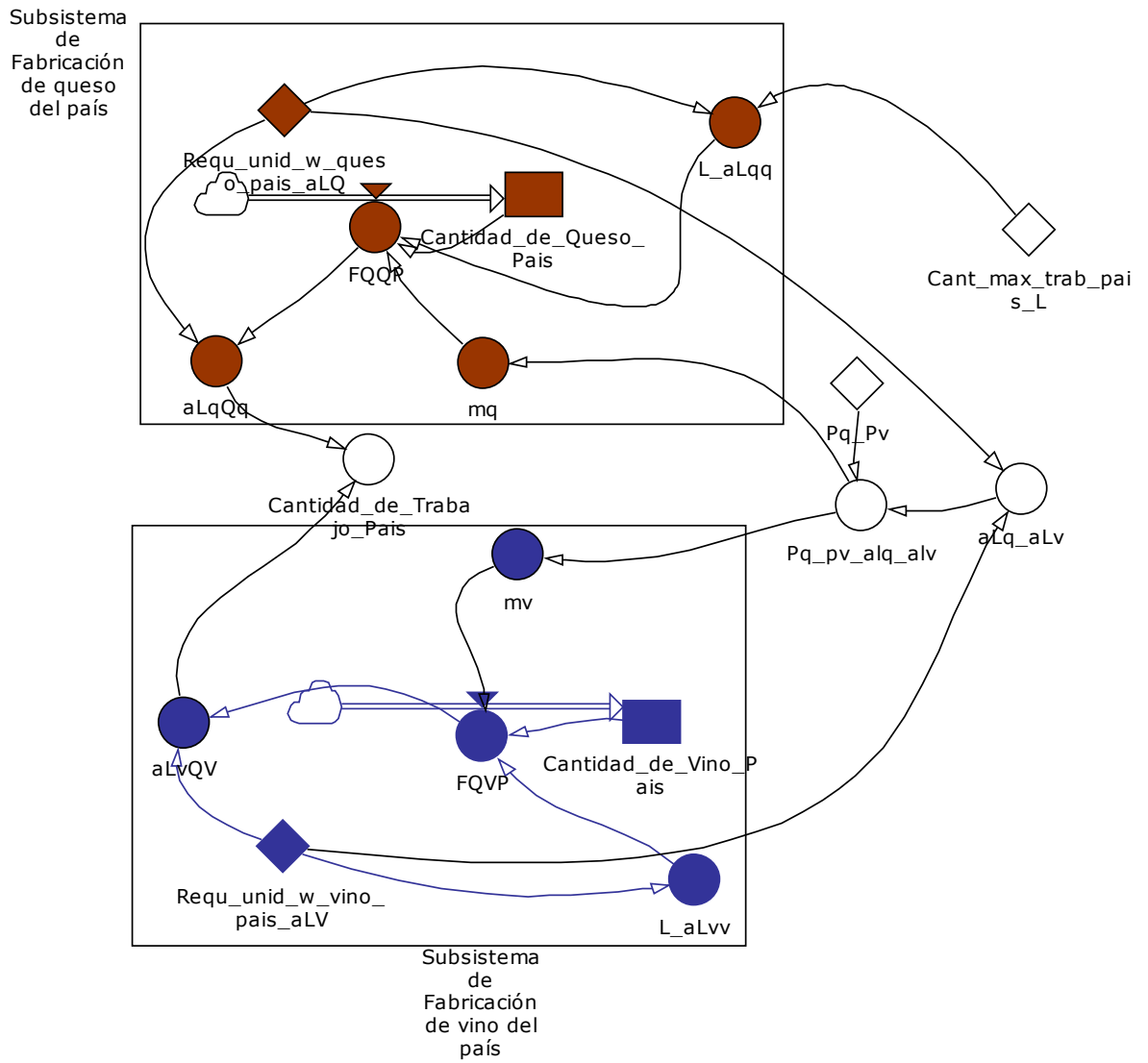
Para cumplir el segundo objetivo específico, se comenzó basándose en el modelo en POWERSIM del banco de peces, donde se le implementaron principios de diseño característicos de instituciones de larga duración de los RUC que propone OSTROM, de esta manera, teniendo el modelo de Autogestión Comunitaria poniéndose en Comercio Internacional lo recursos trabajados.

4.3 DOCUMENTACIÓN

En las ventanas de las variables niveles flujos y constantes se describieron sus funcionamientos, con sus unidades, al igual que en el documento escrito, donde los trimestres fueron escogidos como la medida del tiempo pues los datos con los que se contaba, como la fracción de natalidad del camarón estaban dados de esta manera.

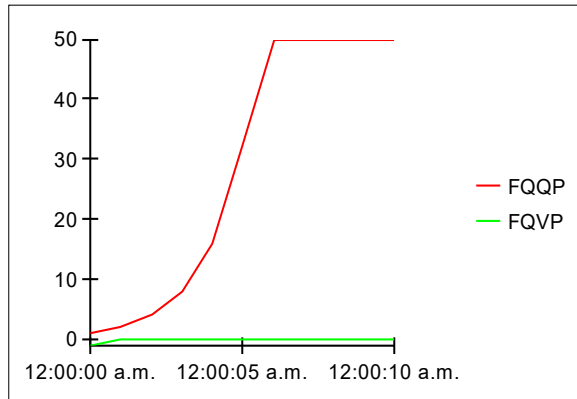
5.1.2. Diagrama de Forrester

Figura 7. Diagrama de Forrester. Subsistema preliminar al comercio entre dos países



5.1.3. Gráfica de simulación

Figura 8. Fabricación de queso y vino en el país



5.1.4 Explicación del modelo. La Figura 6 muestra el diagrama causal de la teoría de Ricardo manejándose como un subsistema preliminar al comercio entre dos países, véase pues que este modelo aún no interactúa con el segundo país, pero permite mostrar de una manera mas clara el funcionamiento del país de manera individual.

El nombre de cada variable o constante ha sido tomado del resumen elaborado del modelo Ricardiano en la sección 5.5 a excepción de **FQQP** y **FQVP** que representan la fabricación de cantidad de queso del país y la fabricación de cantidad de vino del país respectivamente.

La figura 7 representa el diagrama de Forrester donde se clasifican las variables y se formalizan las relaciones, de acuerdo a la función que desempeñan en el modelo que se había mostrado en el diagrama causal.

La gráfica de la figura 8 muestra como la fabricación de la cantidad de vino en este país se mantiene en cero y la de queso aumenta considerablemente, cumpliéndose la teoría de Ricardo.

5.2 MODELO DE DAVID RICARDO DE DOS BIENES UNO DE ELLOS RUC

Este modelo está contenido por tres subsistemas, el primero, el del RUC, está basado en el modelo del banco de peces, con la diferencia de que la captura por trimestre está dada por la relación entre el precio del recurso y el requerimiento de trabajo del recurso, en este caso se quiere mostrar una ventaja comparativa en la producción del camarón, donde es necesario menos trabajo que en el trigo.

El segundo subsistema, el de barcos, también basado en el banco de peces, se encuentra un flujo de construcción de barcos basado en la relación entre ganancias por trimestre y el costo del barco dando como resultado los barcos construidos los cuales son almacenados en el nivel barco.

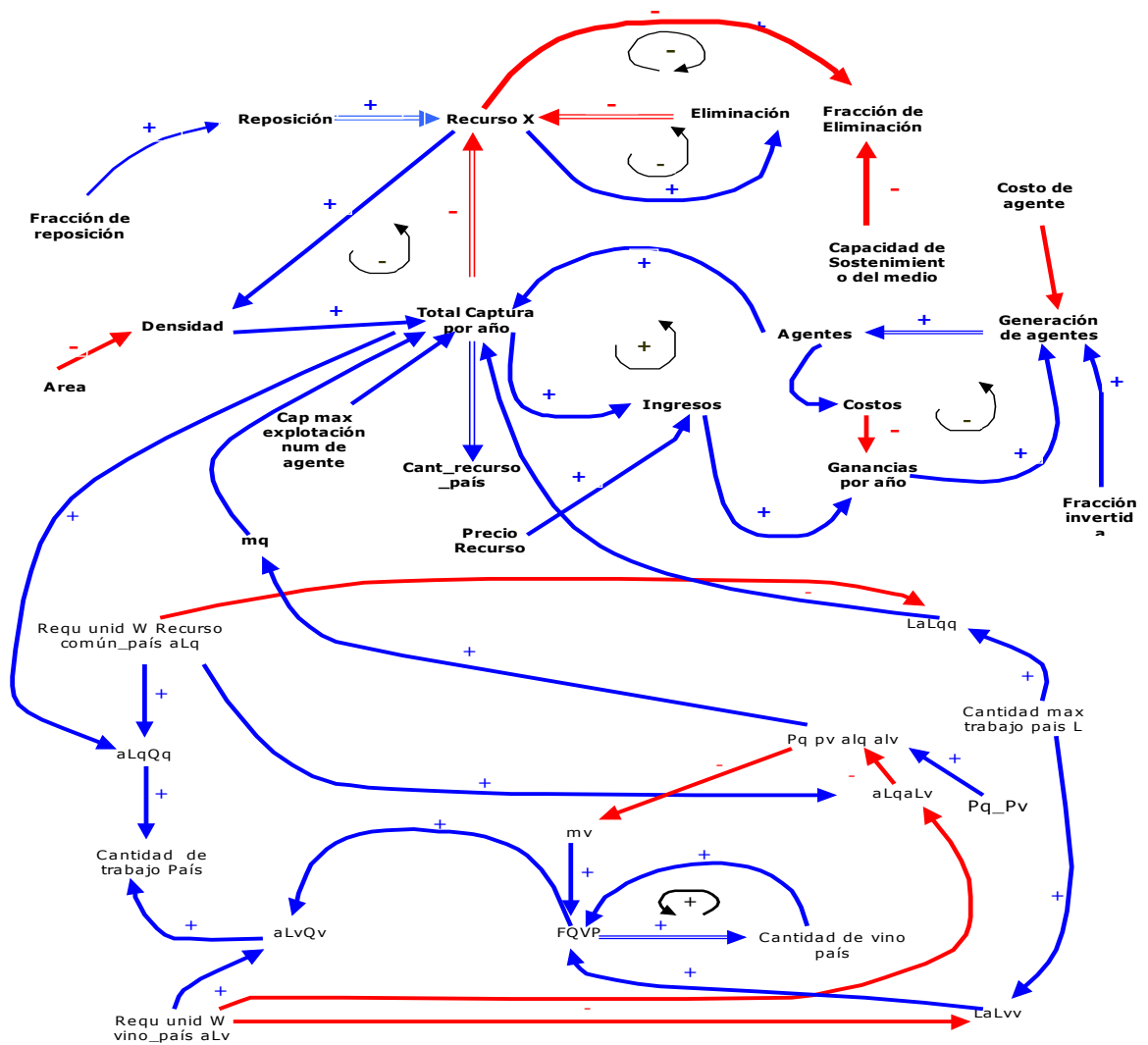
El tercer y último subsistema, el de la producción del recurso no común (trigo) se basó en el subsistema de producción de vino del modelo 9, basando su producción en el trabajo.

Este modelo ayuda en el desarrollo del primer objetivo específico, y por ende con la pregunta del problema, donde el RUC en este caso el camarón donde teniendo en cuenta que tiene una ventaja comparativa con los países de USA y la Unión Europea, donde según Ricardo este (el camarón) debería comercializarse y las

condiciones de su explotación estarían dadas solo por el mercado, en este caso la cantidad de trabajo.

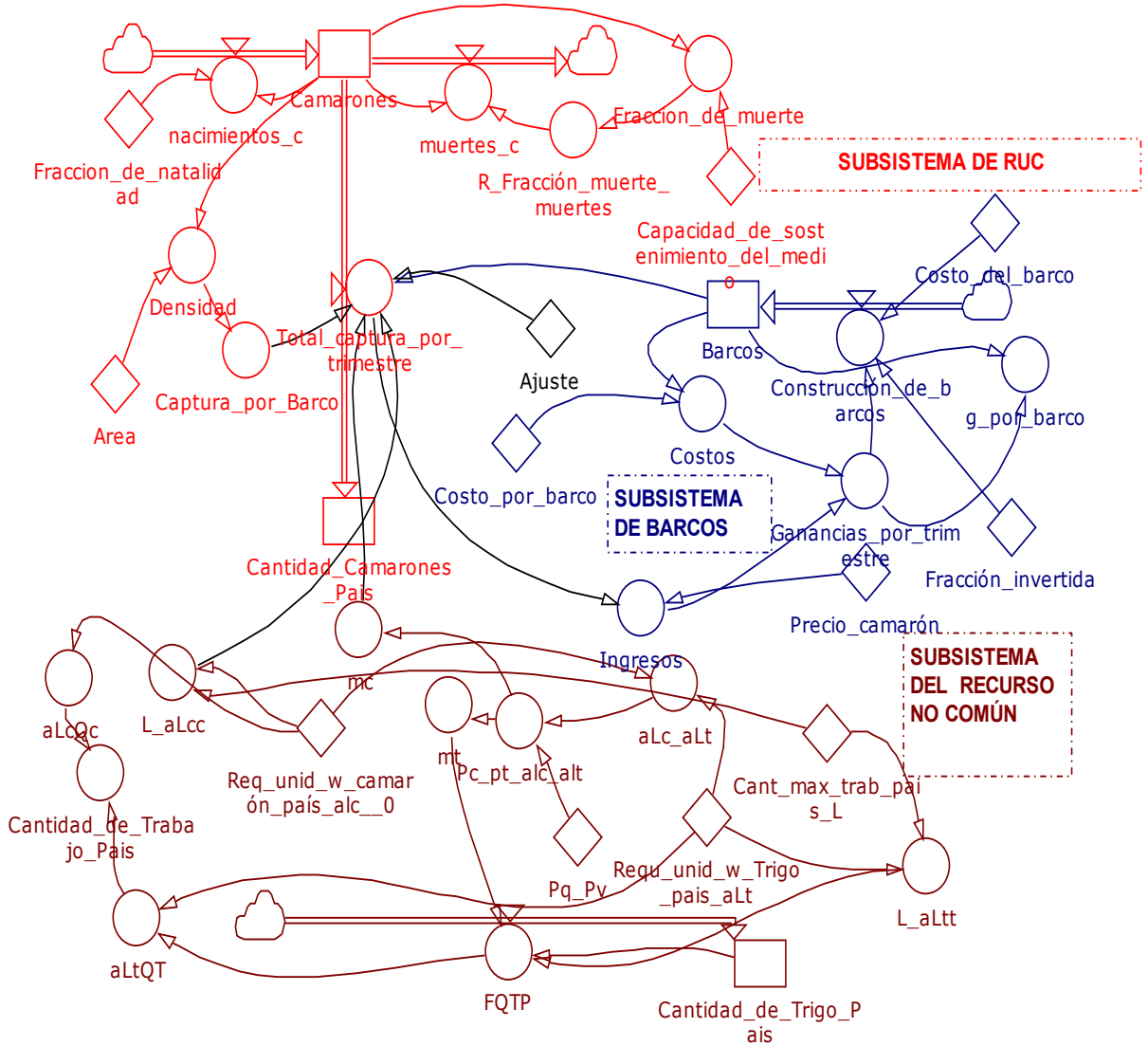
5.2.1 Diagrama Causal.

Figura 9. Diagrama causal de David Ricardo



5.2.2 Diagrama de Forrester

Figura 10. Diagrama de Forrester de David Ricardo



5.2.3. Definición de variables

Tabla 3. definición de variables del modelo de Ricardo

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>Nivel</i>	<i>Camarones</i>	<i>Este nivel acumula la cantidad de Camarones que no han sido capturados</i>	<i>Tn</i>
	<i>Cantidad_camarones_Pais</i>	<i>Cantidad de Camarones capturados por el país</i>	<i>Tn/Trimestre</i>
	<i>Barcos</i>	<i>Los barcos que se han construido</i>	<i>Tn</i>
	<i>Cantidad_de_trigo_Pais</i>	<i>Cantidad producida de trigo por el país</i>	<i>Tn/Trimestre</i>
<i>Flujo</i>	<i>nacimientos_c</i>	<i>Flujo de nacimientos de nuevos camarones</i>	<i>Tn/ Trimestre</i>
	<i>Muertes_c</i>	<i>Flujo de muertes dado por la capacidad de sostenimiento del medio</i>	<i>Tn/ Trimestre</i>
	<i>Total_captura_por_Trimestre</i>	<i>Flujo de la captura total por año</i>	<i>Tn/ Trimestre</i>
	<i>Construcción_de_barcos</i>	<i>Flujo de Construcción de Barcos</i>	<i>Barcos/Trimestre</i>
	<i>FQTP</i>	<i>Flujo de fabricación de trigo del país.</i>	<i>Tn/Trimestre</i>

Continuación de tabla 3 definición de variables de modelo de Ricardo

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>Multiplicador</i>	<i>Captura_por_Barco</i>	<i>Este multiplicador permite definir cuantos camarones se capturan por barco dependiendo de su capacidad y de la densidad de camarones que se encuentren.</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>R_Fracción_muerte_muertes</i>	<i>Multiplicador que tiene como entrada la fracción de muerte, la cual a mayor numero mas muertes presentará</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>Mc</i>	<i>Si $Pc_{pt_alc_alt}$ es mayor que 1, el país se dedicará a la producción de camarones</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>mt</i>	<i>Si $Pc_{pt_alc_alt}$ es menor que uno la economía se dedicará a la producción de trigo</i>	<i>Adimensional</i>
<i>Auxiliares</i>	<i>Fracción_de_muerte</i>	<i>La fracción de muerte que relaciona la cantidad de camarones con la capacidad de sostenimiento del medio</i>	<i>Tn/Km2</i>
	<i>Densidad</i>	<i>Define la densidad de camarones por área</i>	<i>Tn/ Km²</i>

Continuación de Tabla 3. definición de variables del modelo de Ricardo

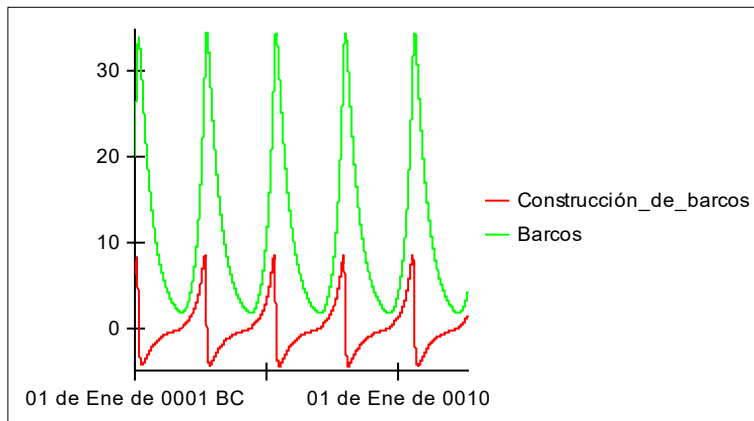
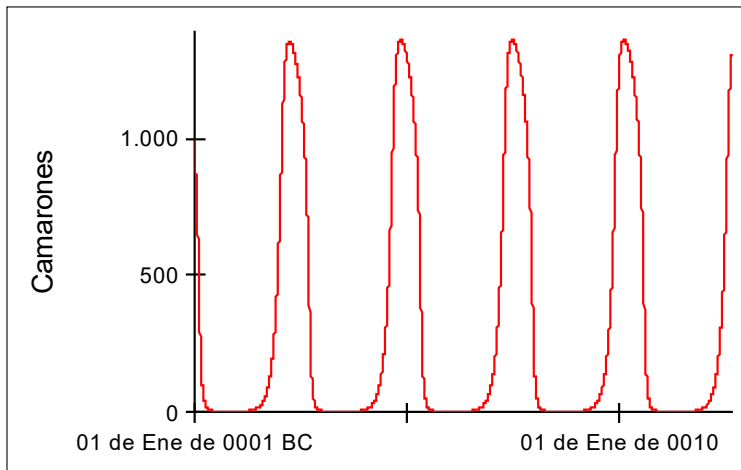
<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>Auxiliares</i>	<i>Costos</i>	<i>Los costos de mantener cada barco</i>	<i>US\$/Barco</i>
	<i>Ganancias_por_trimestre</i>	<i>La diferencia entre los ingresos y los costos</i>	<i>US\$/Trimestre</i>
	<i>Ingresos</i>	<i>Los ingresos son representados con el precio del camarón por la captura total de camarones por año</i>	<i>US\$/Tn</i>
	<i>L_aLcc</i>	<i>La relación entre la Cantidad máxima de trabajo del país con el requerimiento de trabajo por unidad.</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>aLcQc</i>	<i>La captura total del Camarón por el requerimiento de trabajo por unidad</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>Cantidad_de_Trabajo_Pais</i>	<i>La captura total del Camarón por el requerimiento de trabajo por unidad mas el trabajo utilizado en la producción de trigo</i>	<i>Adimensional</i>

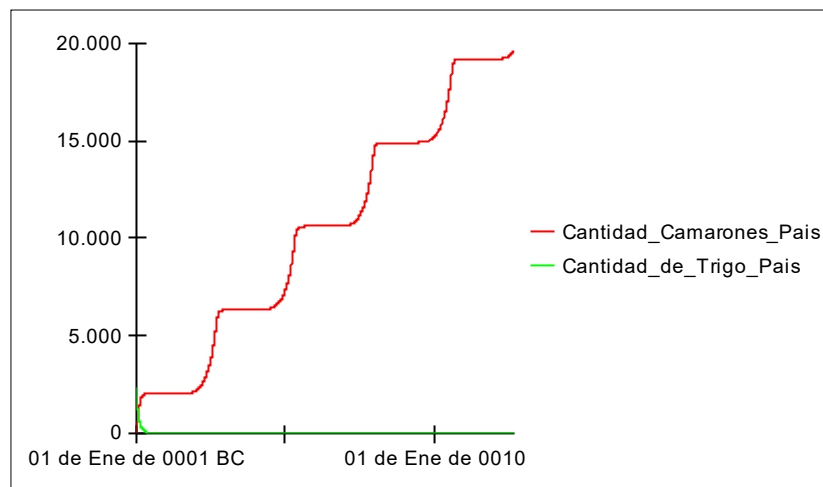
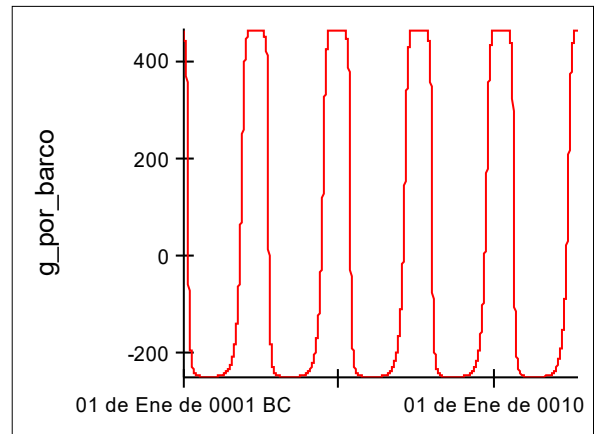
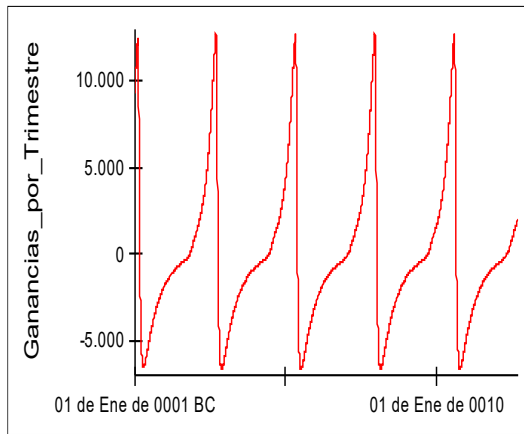
Continuación de Tabla 3. definición de variables del modelo de Ricardo

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>Auxiliares</i>	<i>aLtQt</i>	<i>El trabajo utilizado en la producción de trigo</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>aLc_aLt</i>	<i>La relación entre los requerimientos de trabajo por unidad de cada recurso</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>Pc_pt_alc_alt</i>	<i>La relación entre el precio de los dos recursos con el requerimiento de trabajo por unidad de los mismos</i>	<i>US\$</i>
	<i>L_aLtt</i>	<i>La relación entre la Cantidad máxima de trabajo del país con el requerimiento de trabajo por unidad.</i>	<i>Adimensional</i>

5.2.4. Gráficas de Simulación

Figuras 11. Gráficas de simulación de depredación del camarón





5.2.5 Explicación del modelo. Este modelo permite ver en sus gráficas de simulación como los camarones son depredados, vemos como este oscila acercándose a cero obligando a disminuir la cantidad de barcos y por ende generando perdidas por periodos prolongados que no permiten hacer de este negocio algo productivo.

Debido a que la producción de camarones tiene una ventaja comparativa respecto al trigo, el país decide especializarse en el primero y abandonar el segundo, lo que

en periodos donde los camarones están muy escasos no le permite al país tener ninguna entrada respecto a estos dos.

5.2.6 Modelo matemático. Los modelos matemáticos que a continuación se presentarán esta basado en la aproximación de Euler para la solución discreta de una Ecuación Diferencial.

• **Subsistema de construcción de barcos.**

$$\text{Barcos } (t+\Delta t) = \text{Barcos } (t) + \text{Construcción_de_barcos} * \Delta t$$

Donde Construcción_de_barcos=

$$\text{ganancias_por_año} * \text{Fracción_invertida} / \text{Costo_del_barco}$$

Donde ganancias_por_año= Ingresos-Costos

Donde Costos= Barcos*Costo_por_barco

Ingresos= Total_captura_por_año*Precio_camarón

• **Subsistema del Recurso no común.**

$$\text{Cantidad_de_Trigo_Pais } (t+\Delta t) = \text{Cantidad_de_Trigo_Pais } (t) + \text{FQTP} * \Delta t$$

Donde FQTP=

$$\text{IF } (\text{Cantidad_de_Trigo_Pais} * \text{mt} > L_aLtt, L_aLtt, \text{Cantidad_de_Trigo_Pais} * \text{mt})$$

Donde $L_aLtt = \text{Cant_max_trab_pais_L} / \text{Requ_unid_w_Trigo_pais_aLT}$

• **Subsistema del Recurso Común.**

$$\text{Camarones (t+\Delta t)} = \text{Camarones(t)} + \text{nacimientos_c} * \Delta t - \text{muertes_c} * \Delta t - \text{Total_captura_por_año} * \Delta t$$

$$\text{Donde nacimientos_c} = \text{Camarones} * \text{Fraccion_de_natalidad}$$

$$\text{muertes_c} = \text{Camarones} * \text{R_Fracción_muerte_muertes}$$

$$\text{Total_captura_por_año} = \text{IF} (\text{Barcos} * \text{Captura_por_Barco} * \text{mc} > \text{L_aLcc}, \text{L_aLcc}, \text{Barcos} * \text{Captura_por_Barco} * \text{mc} * \text{Ajuste})$$

5.3 MODELO DE COMERCIO Y AUTOGESTIÓN COMUNITARIA CON UN RUC

Este modelo es el resultado de un proceso como se ve en los anexos, donde se parte del diagrama genérico de RUC, y se van aplicando de manera parcial los principios de diseño de instituciones de larga duración que propone Ostrom hasta diagramar como se ve en este modelo los tres primeros principios, que en el caso de este proyecto fueron posibles elaborar.

EL subsistema del RUC (camarón), basado con el modelo genérico de RUC que se presenta en el anexo, con la característica adicional de la provisión, o sea un aporte que beneficie la comunidad involucrada en este caso parte de los camarones pescados; esta provisión entonces está representada por un flujo hacia el RUC; mientras lo que en el modelo de peces se denominaba total captura por tiempo, en este caso y adoptando la terminología de Ostrom, se denomina apropiación la cual esta dada por la apropiación efectiva.

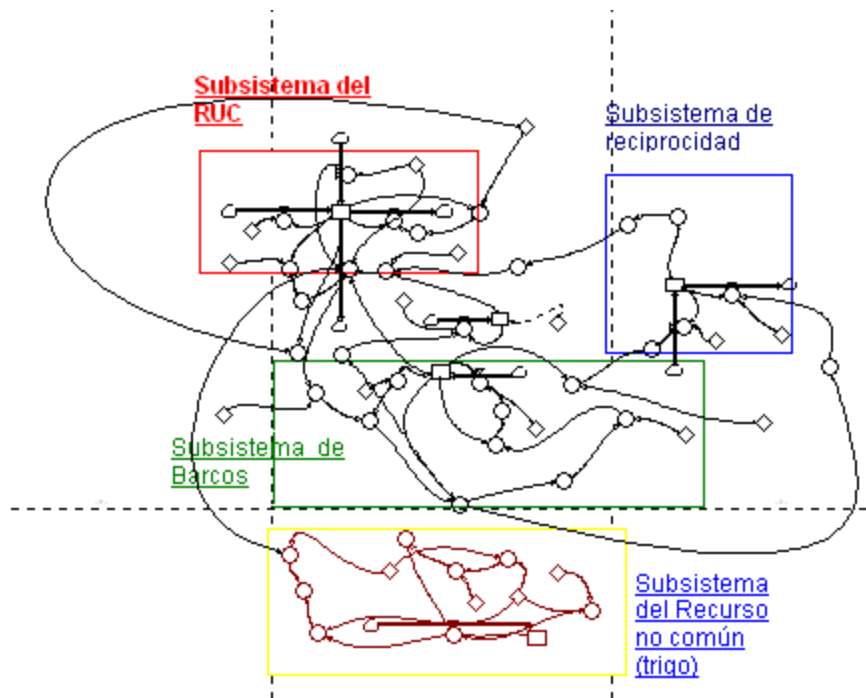
El subsistema de Reciprocidad, teniendo en cuenta que la reciprocidad significa la intención por cumplir las reglas de los que participan en ellas, o sea a mayor reciprocidad los involucrados cumplirán mas efectivamente dichas reglas. Esta Reciprocidad cuenta con un flujo en donde las ganancias lo afectan, por medio del multiplicador “m_gan_fdr”, y se determina como: si las ganancias son demasiado altas o demasiado bajas es afectada la reciprocidad negativamente (Ostrom, 1999). El otro flujo esta representado por el numero de barcos, donde si estos alcanzan números muy grandes, la reciprocidad se afecta también negativamente, todo esto basado en Ostrom sobre los limites definidos que plantea en os principios de instituciones de larga duración de los RUC (Ostrom, 1999).

El Subsistema de barcos presenta un nivel de apropiación efectiva, el cual esta basado en las ganancias por barco, donde si esta es muy mala se deduce que la cantidad de camarones que se encuentran en el mar es baja, y la apropiación efectiva disminuye. El resto de subsistema esta basado en el modelo genérico de RUC.

El Subsistema del Recurso no común (trigo) está basado en el subsistema de producción de vino del modelo de la grafica. Su integración con el resto del sistema contrasta, pues el resto del modelo la apropiación esta regulado por el mecanismo de autogestión de Ostrom (Ostrom, 1999) mientras que el explotación de este esta dado por el trabajo.

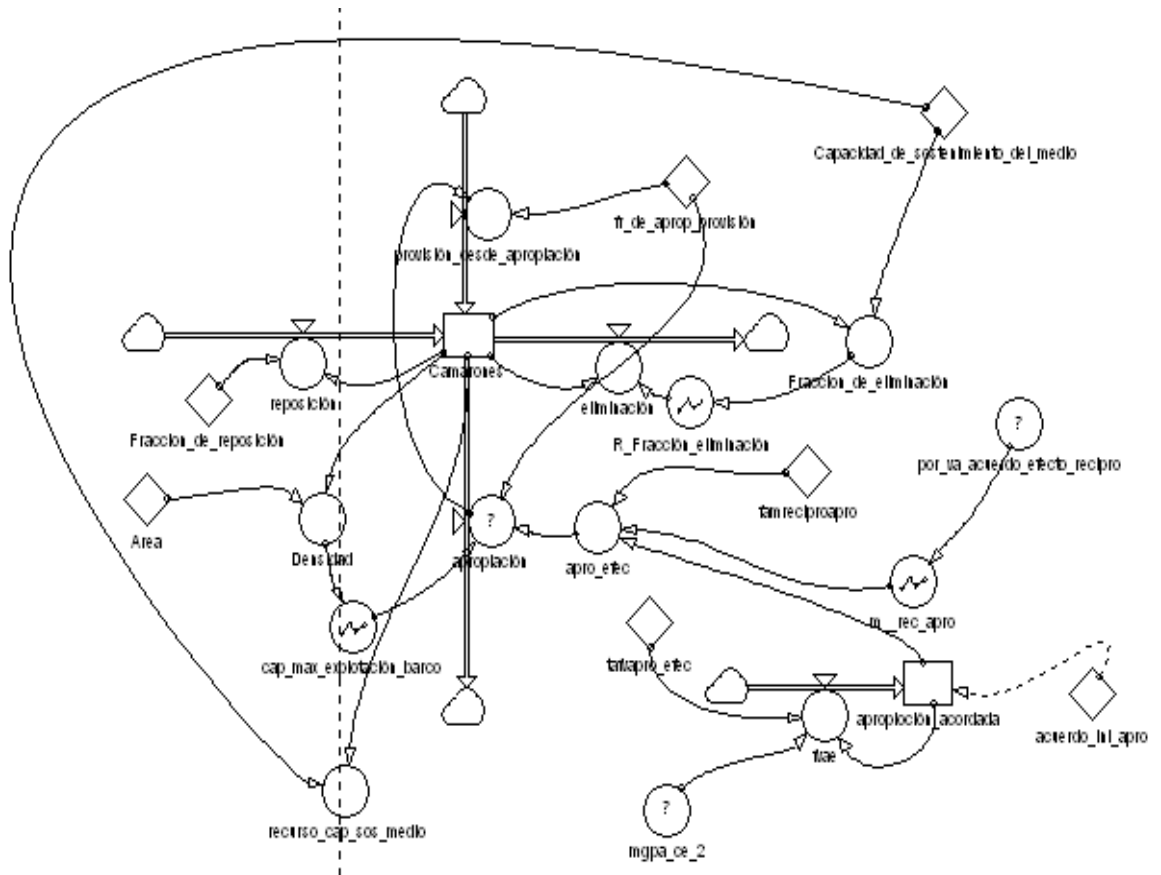
5.3.2 Diagrama de Forrester

Figura 13. Diagrama de Forrester del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC



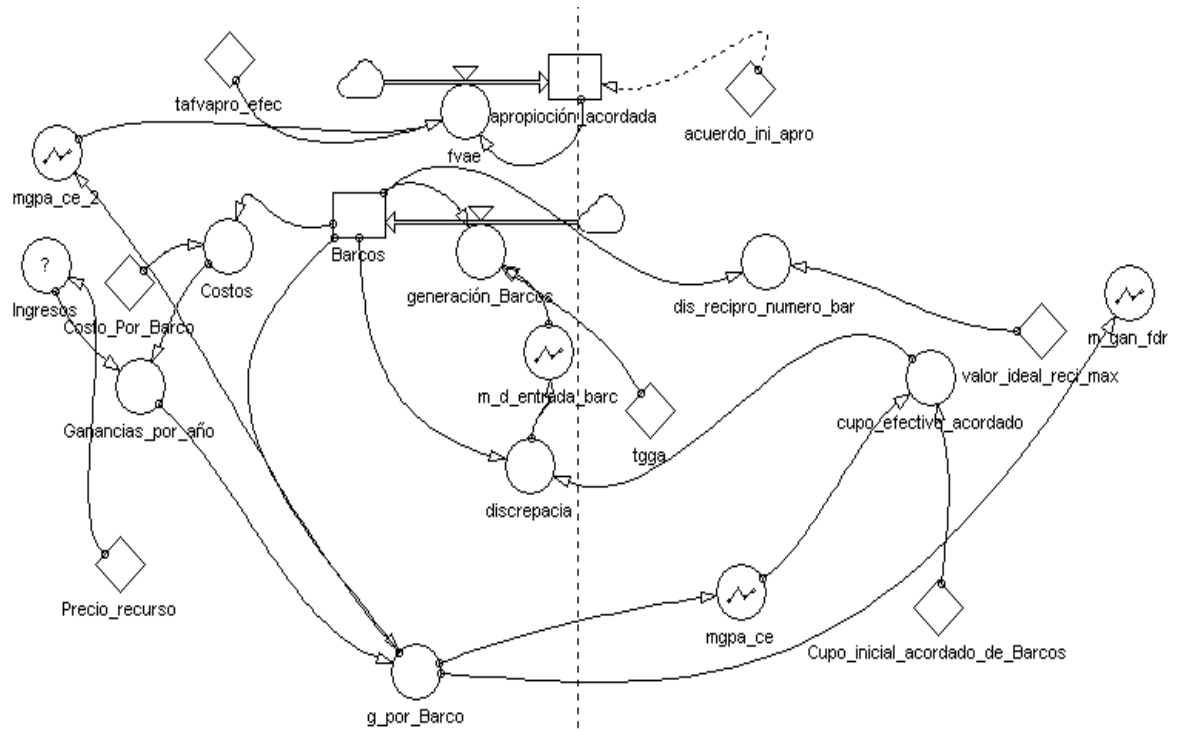
• Subsistema del RUC (camarón)

Figura 15 Subsistema del RUC del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC



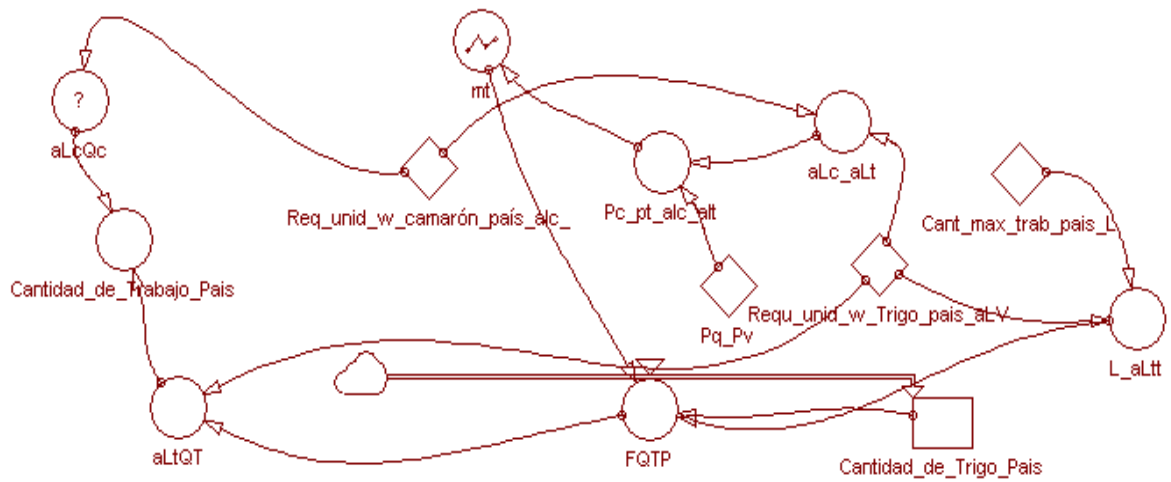
• Subsistema de Barcos

Figura 16. Subsistema de Barcos del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC



• Subsistema del Recurso no común (trigo)

Figura 17. Subsistema de Recurso no Común del Modelo de Comercio y Autogestión Comunitaria con un RUC



5.3.3. Definición de Variables del modelo de autogestión comunitaria

Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>NIVEL</i>	<i>Camarones</i>	<i>La cantidad del Recurso</i>	<i>Toneladas</i>
	<i>Apropiación_acordada</i>	<i>Acuerdo de apropiación acordada según las ganancias</i>	<i>Toneladas/Trimestre</i>
	<i>reciprocidad</i>	<i>Reciprocidad</i>	<i>Reciprocidad</i>
	<i>barcos</i>	<i>Cantidad de barcos</i>	<i>Barcos</i>
<i>FLUJOS</i>	<i>provisión_desde_apropiación</i>	<i>Flujo de provisión según la apropiación</i>	<i>Toneladas/Trimestre</i>
	<i>reposición</i>	<i>Flujo de nacimientos de nuevos camarones</i>	<i>Toneladas/Trimestre</i>
	<i>eliminación</i>	<i>Flujo de muertes dado por la capacidad de sostenimiento del medio</i>	<i>Toneladas/Trimestre</i>

Continuación de Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>FLUJOS</i>	<i>apropiación</i>	<i>Flujo de apropiación del Camarón</i>	<i>Toneladas /Trimestre</i>
	<i>fvae</i>	<i>Flujo de variación de apropiación efectiva</i>	<i>Toneladas /Trimestre</i>
	<i>Generación_barcos</i>	<i>Flujo de la generación de barcos dada por el valor del multiplicador $m_d_entrada_age$ y la $tgga$</i>	<i>Barcos/Trimestre</i>
	<i>f_r_d_n_a</i>	<i>Factor de reciprocidad dado por el numero de barcos</i>	<i>Reciprocidad/Barcos</i>
	<i>f_d_recipro</i>	<i>Factor de reciprocidad dado por las ganancias</i>	<i>Reciprocidad/US\$</i>
<i>MULTIPLICADORES</i>	<i>R_Fraccióneliminación</i>	<i>Multiplicador que tiene como entrada la fracción de muerte, la cual a mayor numero mas muertes presentará</i>	<i>Adimensional</i>

Continuación de Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>MULTIPLICADORES</i>	<i>cap_max_explotación_agente</i>	<i>Define la capacidad máxima de explotación del agente dado por la Densidad del recurso y la capacidad del barco, donde un máximo en la densidad el barco podría extraer hasta num Camarones</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>m_r_cap_apro_efec</i>	<i>Si el recurso_cap_sos_medio el multiplicador se acerca o sobrepasa 1, entonces el multiplicador aumenta</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>m__rec_apro</i>	<i>Multiplicador del recurso de apropiación</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>mgpa_ce_2</i>	<i>Este multiplicador relaciona las ganancias por agente con la modificación del acuerdo de apropiación.</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>m_d_entrada_age</i>	<i>Multiplicador de entrada de agentes, que a mayor discrepancia menor es el resultado del multiplicador</i>	<i>Adimensional</i>

Continuación de Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria

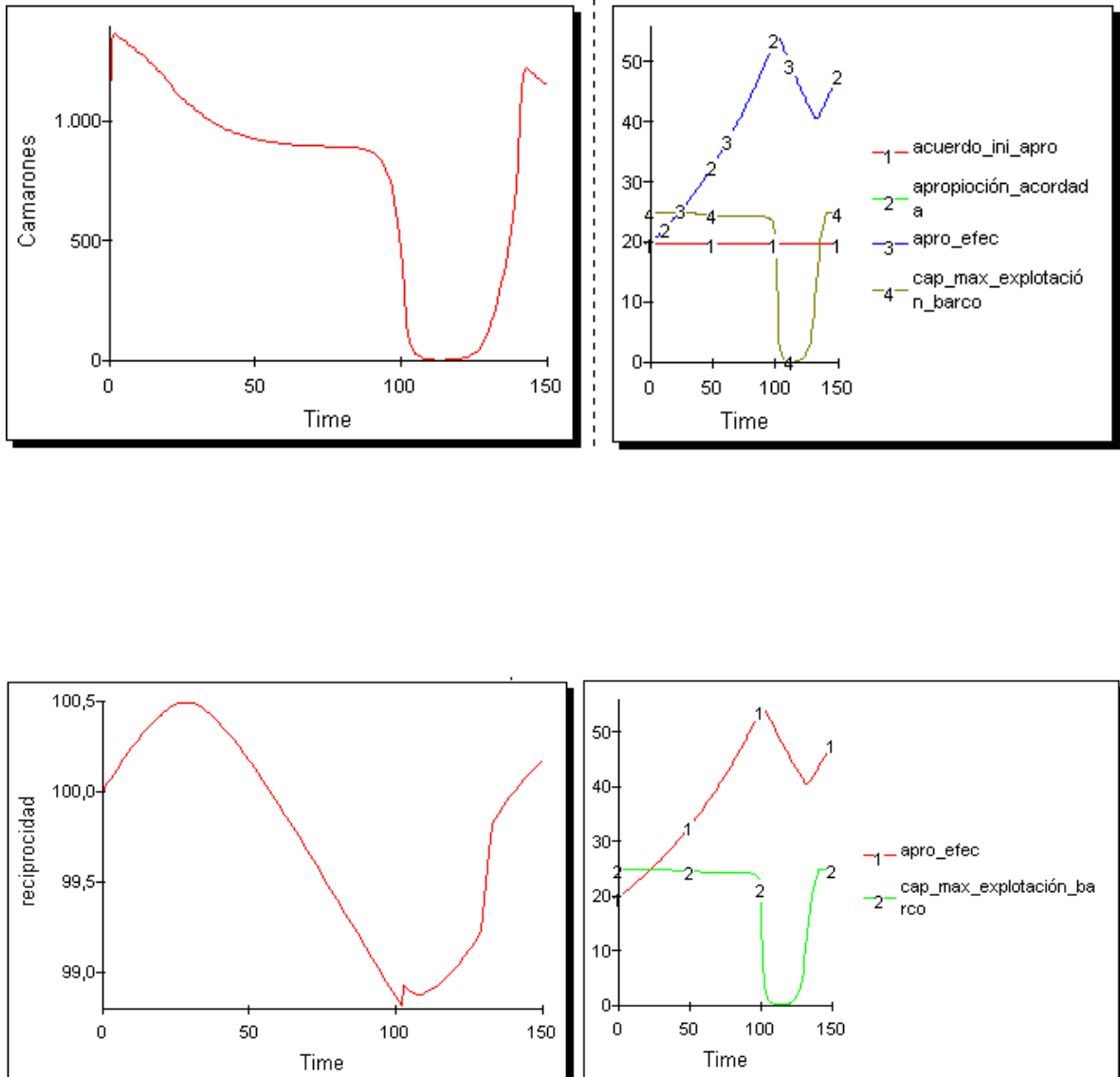
<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>MULTIPLICADORES</i>	<i>mgpa_ce</i>	<i>Este multiplicador permite generar un valor que permitirá aumentar la entrada de agentes si las ganancias del mismo aumentan</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>m_agente_reci</i>	<i>Multiplicador que mide los efectos en la reciprocidad dado por el número de agentes</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>m_gan_fdr</i>	<i>El multiplicador genera la curva que señala como si el barco gana mucho o muy poco la reciprocidad disminuye</i>	<i>Adimensional</i>
<i>Auxiliares</i>	<i>Densidad</i>	<i>Define la cantidad de camarones por área</i>	<i>Camarones/Km²</i>
	<i>Fracción de eliminación</i>	<i>Relación entre el recurso y la capacidad de sostenimiento del medio</i>	<i>Camarones/Km²</i>
	<i>Apro_efec</i>	<i>Apropiación efectiva</i>	<i>Camarones/Trimestre</i>

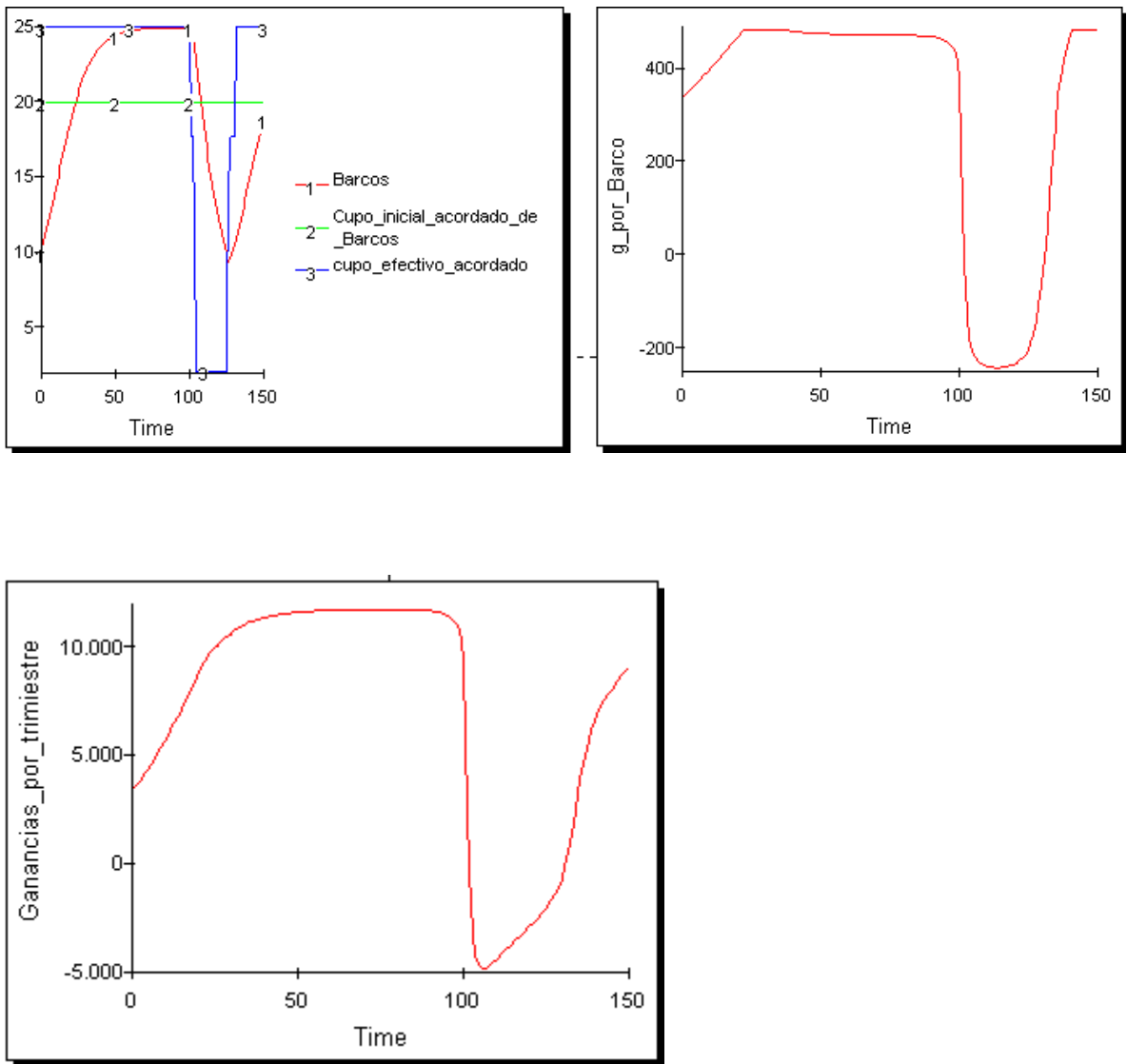
Continuación de Tabla 4. Variables del modelo de autogestión comunitaria

<i>CLASE</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DEFINICION Y DESCRIPCION</i>	<i>UNIDADES</i>
<i>AUXILIARES</i>	<i>recurso_cap_sos_medio</i>	<i>Relación entre el recurso y la Capacidad de sostenimiento del medio</i>	<i>Adimensional</i>
	<i>Costos</i>	<i>Los costos de mantener cada barco</i>	<i>US\$/Barco</i>
	<i>Ganancias_por_año</i>	<i>La diferencia entre los ingresos y los costos</i>	<i>US\$/Trimestre</i>
	<i>Ingresos</i>	<i>Los ingresos son representados con el precio del camarón por la captura total de pescados por año</i>	<i>US\$/Trimestre</i>
	<i>Discrepancia</i>	<i>Esta discrepancia es dada por la relación entre los barcos y el cupo efectivo acordado</i>	<i>Barcos</i>
	<i>g_por_barco</i>	<i>La ganancia por barco, dada por la relación entre las ganancias por año y los barcos</i>	<i>Ganancias*barcos/Trimestre</i>

5.3.4 Gráficas de simulación

Figura 18. Gráficas de simulación del modelo de autogestión comunitaria





5.3.5 Explicación del modelo. Estas gráficas de la figura 18 muestran que si el camarón se comercializa basado en este mecanismo, el resultado comparado al modelo de Ricardo, el camarón se mantiene mucho más tiempo antes de ser depredado, pero en este caso llegan muchos barcos lo que afecta la reciprocidad por lo que los acuerdos no son cumplidos a cabalidad y se agota el recurso, y aparecen una pérdidas muy cortas, aunque en este caso el trigo también es dejado de producir, es mucho más controlada la apropiación del camarón lo que

permite un sostenimiento del recurso mucho mejor, aunque evidentemente al comercializarse siempre hay una tendencia a deprestarce.

5.3.6 Modelo matemático. Los modelos matemáticos que a continuación se presentarán esta basado en la aproximación de Euler para la solución discreta de una Ecuación Diferencial.

- **Subsistema de RUC**

$$\text{Camarones}(t+\Delta t) = \text{Camarones}(t) + \text{nacimientos_c} * \Delta t + \text{provisión_desde_apropiación} * \Delta t - \text{muertes_c} * \Delta t - \text{apropiación} * \Delta t$$

- **Subsistema de generación de barcos**

$$\text{Barcos}(t + \Delta t) = \text{Barcos}(t) + \text{Construcción_de_barcos} * \Delta t$$

Donde $\text{Construcción_de_barcos} = \text{Barcos} * m_d_entrada_age * tgga$

$$\text{Apropiación acordada}(t + \Delta t) = \text{Apropiación acordada}(t) + f_v_a_e * \Delta t$$

Donde $f_v_a_e = (\text{apropiación_acordada} * m_{gpa_ce_2}) * tafvapro_efec$

- **Subsistema del recurso no común**

$$\text{Cantidad_de_Trigo_Pais}(t + \Delta t) = \text{Cantidad_de_Trigo_Pais}(t) + FQTP * \Delta t$$

Donde FQTP=

$IF(Cantidad_de_Trigo_Pais*mt > L_aLtt, L_aLtt, Cantidad_de_Trigo_Pais*mt)$

Donde $L_aLtt = Cant_max_trab_pais_L / Requ_unid_w_Trigo_pais_aLt$

- **Subsistema de Reciprocidad**

$Reciprocidad(t + \Delta t) = Reciprocidad(t) + f_d_r_n_a * \Delta t - f_d_recipro * \Delta t$

Donde $f_d_r_n_a = reciprocidad * m_barco_reci * tgagen_rec$

$f_d_recipro = reciprocidad * m_gan_fdr * tgfa$

6. CONCLUSIONES

Es importante destacar algunos indicadores que permiten analizar los efectos en cada modelo; para poner en contraste se tuvieron en cuenta la variación de camarones, del trigo, de ganancias por tiempo y por barco.

Respecto a la teoría de Ricardo según lo trabajado en el modelo y aunque este solo maneja un factor de producción, el trabajo, se pueden concluir cosas interesantes, el principio de Ricardo en el contexto en el que se maneja un RUC (camarón) el país se termina dedicando solo a la producción y comercialización del RUC, presentándose una problemática: La depredación temporal del Camarón, representándole al país unas pérdidas temporales muy largas como se ve en la figura de ganancias por trimestre, donde los tiempos de ganancias son muy cortos y teniendo en cuenta que el trigo se ha dejado de producir no le permite ninguna alternativa de ingreso al país. Estas conclusiones permiten confirmar una interrogante para el funcionamiento eficiente de esta teoría cuando los recursos que se comercializan son RUC, lo que motiva la continuación de este estudio teniendo en cuenta los tres factores de producción y basándose más fielmente al libro "Principios de economía política y tributación" para lograr resultados mucho más precisos.

El modelo de autogestión de Ostrom también muestra alguna información interesante donde se puede ver en las gráficas en contraste a las del modelo de Ricardo una mejora evidente, tanto para el RUC (camarón) como en las ganancias por tiempo y por barco, el camarón no se depreda en tan corto tiempo, pero aún llega a niveles muy bajos que no favorecen a la economía del país. Un

indicador interesante en este modelo es el del nivel de la Reciprocidad donde en los distintos escenarios de simulación, este es muy sensible a los cambios, donde el peso que tiene ya sea la variación de la reciprocidad por el número de agentes o por las ganancias representa un cambio inmediato en el comportamiento de la reciprocidad.

El modelo de Ostrom presentó una complejidad interesante cuando se quiso integrar el trigo, el cual estaba diseñado con el trabajo como factor de producción, y su apropiación estaba dada por esto y no por los principios de diseño característicos de larga duración de los RUC, generando incluso un cuestionamiento interesante, donde es discutible la interacción dinámica de ambos conceptos, pues debe ser claro cual modelo imperaría en el momento en que se comercializara los recursos.

Entonces este trabajo y sus modelos permitieron tratar de responder a la pregunta que se había planteado, y aunque esta no es contestada de manera absoluta si logra abrir unos lineamientos para continuar indagando sobre la situación de los RUC en comercio internacional y refuerza la idea de cómo este favorece la depredación en este caso del Camarón, y que es importante buscar mecanismos que amortigüen esta situación para lograr un sostenimiento ambiental que favorezca tanto a la comunidad como a los empresarios

BILBIOGRAFÍA

Chalcholiades, M. *Economía internacional*. Madrid: Ed. McGraw-Hill, 1992.

Forrester, Jay Wriqh. *Industrial dynamics*. Portland, Oregon: Productivity, 1961.

Krugman, Paul R. *Economía internacional teoría y política*. Quinta Edición. Madrid: Adisson Wesley, 1999.

Meadows, D. [Et al]. *Los límites del crecimiento*. México: Fondo de Cultura Económica, 1973.

Mill J. Stuart. *The Principles of Political Economy: with some of their applications to social philosophy*. s.l., s.n: 1848.

Ostrom, Elinor. *“Governing the Commons, The evolution of institutions for collective action”*. Cambridge: University Press, 1990.

Ostrom, Elinor. *“Protecting the Commons: A Framework for Resource Management in the Americas”*. Editado con Joanna Burger, Richard B. Norgaard, David Policansky, y Bernard D. Goldstein. Washington, D.C.: Island Press, 2001.

Roll, Eric. *“Historias de las doctrinas económicas”*. México: Fondo de cultura económica, 1939.

Ricardo, David. *“Principios de economía política y tributación”*. Buenos Aires: Claridad, 1937.

Smith, Adam. *“Las riquezas de las naciones”*. Londres: s.n., 1776.

Torrens, Robert. *“The Economist Refuted”*. s.l., s.n.: 1808.

Torrens, Robert. *“An Essay on the External Corn Trade”*. s.l., s.n.: 1815

Capítulos de Libros

Randall, A. “The Problem of Market Failure”. En *Dorfman, R. y Dorfman, N. Economics of the Environment*. Boston: Norton, 1993. 144-161.

Artículos de revista y/o periódicos

Cárdenas, Juan Camilo, “Le Confiamos La Biodiversidad Al Mercado, Al Estado, o a La Comunidad?”. *Ambiente y Desarrollo*. IDEADE, Universidad Javeriana. No. 8. (2001) 42-73

Forrester, Jay Wrigh, "Counterintuitive Behavior of Social Systems". *Technology Review*. No. 3, Vol. 73, (Jan. 1971): 52-68.

Forrester, Jay Wrigh, "Industrial Dynamics a response to ansoff and slevin". *Systems Dynamics* No. 9, Tomo 14, (May 1968): 601 – 619 (18 páginas)

Forrester, Jay Wrigh, "Industrial Dynamics after the first decade". *Systems Dynamics*. No.7, Tomo 14, (Mar 1968): 398 - 416 (18 páginas)

Hardin, Garreth, "The Tragedy of Commons". *Science*. Vol. 162, (1968): 1243-1248.

Internet y bancos de datos en línea

Banco Mundial. "Ventaja comparativa, diversificación y comercio intrasectorial: Determinantes y consecuencias", 2005. Consulta realizada el 12 de abril de 2005 Disponible en el sitio web: [http://wbln0018.worldbank.org/LAC/LACInfoClient.nsf/8d6661f6799ea8a48525673900537f95/602044eae964632785256bae00515ff3/\\$FILE/15063%20CH2.pdf](http://wbln0018.worldbank.org/LAC/LACInfoClient.nsf/8d6661f6799ea8a48525673900537f95/602044eae964632785256bae00515ff3/$FILE/15063%20CH2.pdf)

"Biografía de Jay Forrester". 2005. Consulta realizada el 12 de marzo de 2005 Disponible en el sitio web: http://es.wikipedia.org/wiki/Jay_Forrester

Constitución Política de Colombia, Colombia, 1991. Consulta realizada el 8 de marzo de 2005. Disponible en el sitio web <http://www.georgetown.edu/pdba/Constitutions/Colombia/col91.html>

Giraldo, Victor. "Plan de Acción Forestal Nacional", Colombia, 2002. Consulta realizada el 12 de abril del 2005. Disponible en el sitio web: <http://www.conif.org.co/images/Las%20Externalidades%20Forestales.doc>

Grupo Semillas, Revista Editorial 24, Colombia, 2005. Consulta realizada el ...12 de abril del 2005 Disponible en el sitio web: <http://www.semillas.org.co/articulos.htm?x=866962&cmd%5B111%5D=c-1-24>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. "Sistema de Información sobre el Uso del agua", Colombia, 2000. Consulta realizada el 10 de Mayo del 2005. Disponible en el sitio web: <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGL/AGLW/aquastat/countries/colombia/indexesp.stm>

Unimedios. Revista de la Universidad Nacional, Colombia 2005. Consulta realizada el 6 Septiembre del 2005. Disponible en Web: <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/59/12.htm>

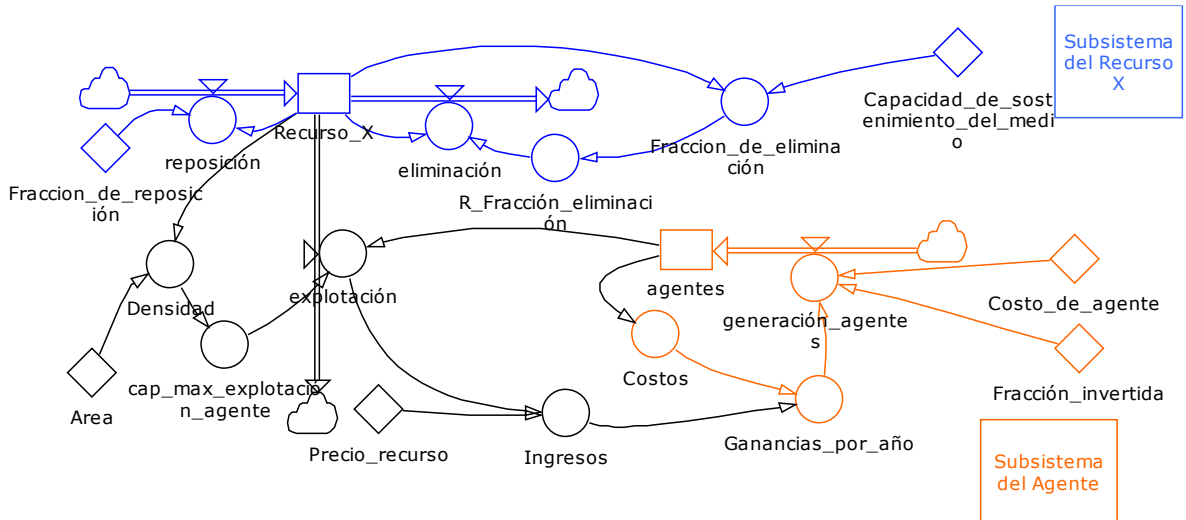
Universidad Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario. Escuela de Ciencias Humanas. *Guías de Calidad Académica*. Bogotá, 2004. Consulta realizada en junio de 2007. Disponible en: http://www.urosario.edu.co/FASE1/ciencias_humanas/guias.htm

Universidad Industrial de Santander. "Micromundos con Dinámica de Sistemas una alternativa para el aprendizaje con modelización en economía", Colombia, 1998. Consulta realizada el 20 de marzo del 2005 Disponible en el sitio web: www.c5.cl/tise98/html/trabajos/microm/

Vargas, Camilo Aldana. "Externalidades forestales", Colombia, 2003. Consulta realizada el 15 de Junio del 2005. Disponible en el sitio web: <http://www.conif.org.co/images/Las%20Externalidades%20Forestales.doc>

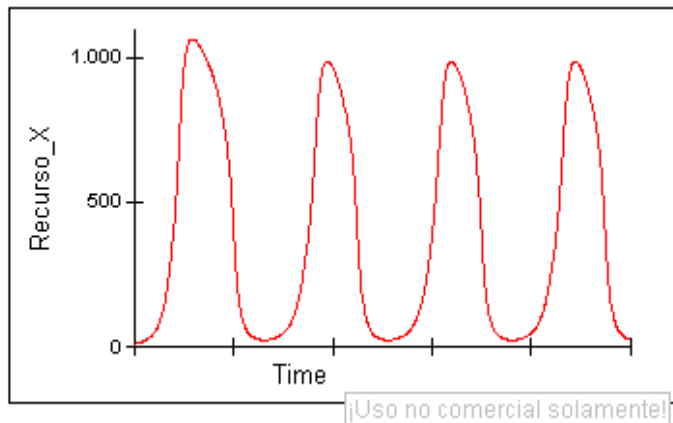
• Diagrama de Forrester

Figura 20. Diagrama de Forrester del Modelo de genérico de Recursos Comunes



• Gráficas de Simulación

Figura 21. Recurso X del Modelo de genérico de Recursos Comunes



¡Uso no comercial solamente!

Figura 22. Agentes del Modelo de genérico de Recursos Comunes

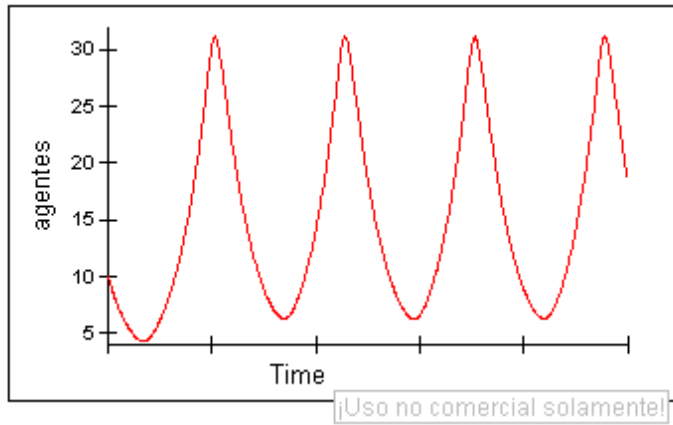
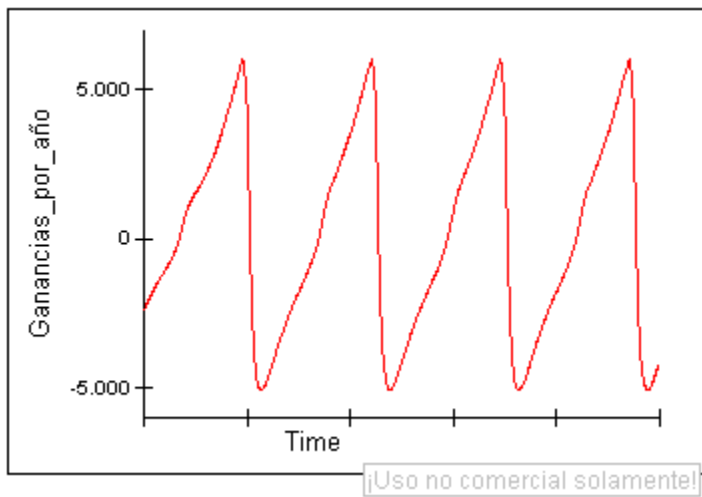


Figura 23. Ganancias por año del Modelo de genérico de Recursos Comunes



- **Explicación del Modelo genérico de RUC:**

En la figura 21 se observa que la variable Recurso_x, al paso del tiempo presenta un comportamiento oscilatorio, es decir el recurso va a ir aumentando y disminuyendo al punto de llegar casi a cero. Esto es debido a que la explotación del recurso no se encuentra regulada, por lo que el recurso sufre aumentos y disminuciones notorias, hasta el punto de verse casi depredado.

Los agentes "figura 22" al igual que el recurso va a presentar un comportamiento oscilatorio, debido a que se van a ir generando más agentes cuando hay una buena explotación del recurso, pero a su vez cuando esta explotación disminuya así mismo disminuirán los agentes explotadores.

El comportamiento de las ganancias por año que se ve en la figura 23 aumenta en el momento en que la explotación aumenta, pero en el momento en que el recurso empieza a disminuir las ganancias se van disminuyendo hasta el momento de empezar a producir pérdidas. Pues estas ganancias están relacionadas con la cantidad existente del recurso y si este se ve afectado en las ganancias también se ve reflejado.

Las gráficas muestran como el recurso x, es devastado por periodos de tiempos casi en su totalidad, lo que por ende genera una disminución en los agentes quienes agotan el recurso hasta el punto de tener perdidas por año. Solo hasta que el recurso se repone las ganancias vuelven a subir pero evidenciándose periodos mas largos de perdidas que ganancias.

ANEXO B

1. Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima

- Diagrama Causal

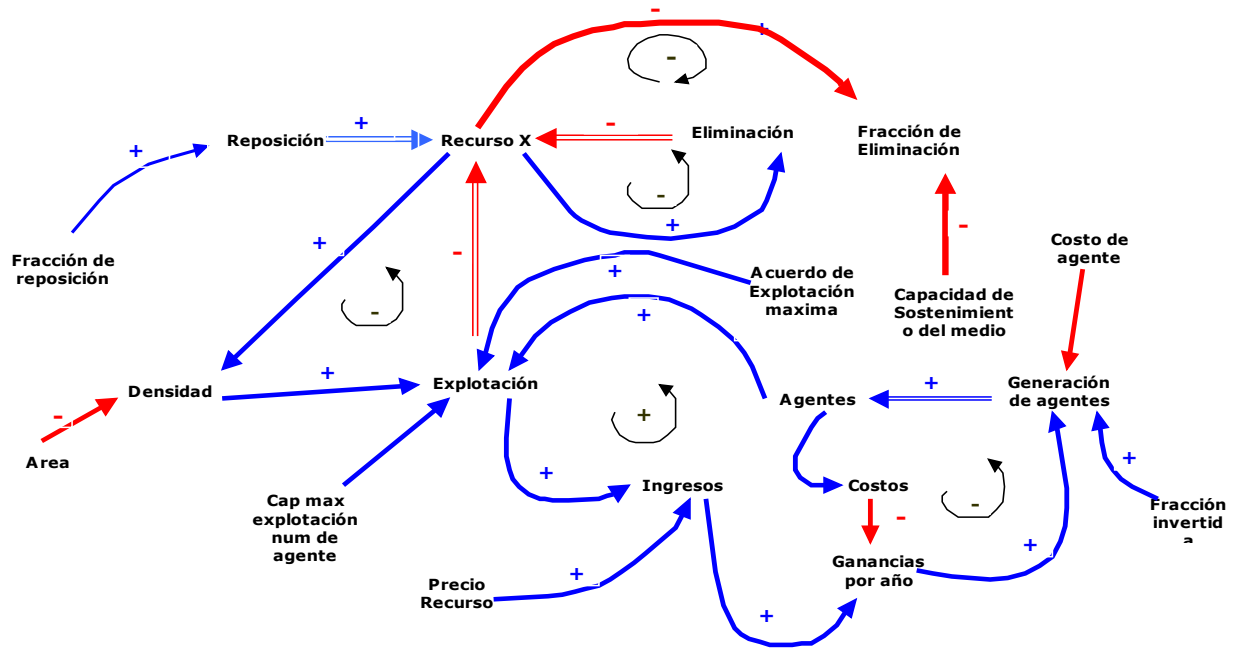
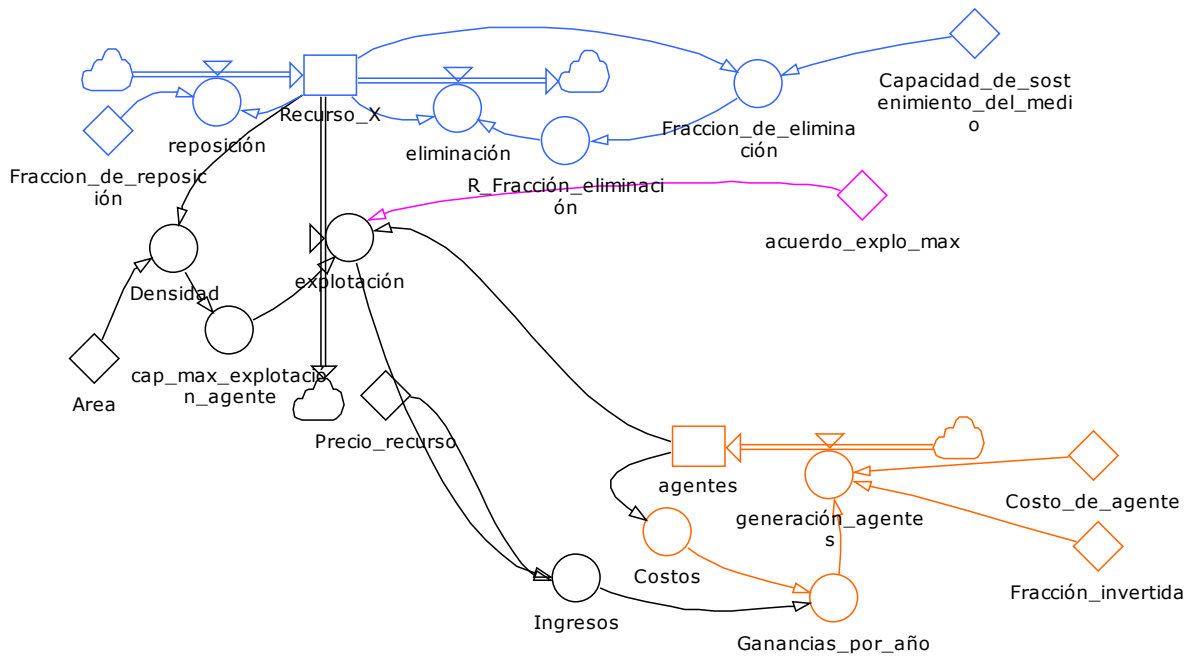


Figura 24. Diagrama Causal Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima

- Diagrama de Forrester

Figura 25. Diagrama de Forrester del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima



- **Gráficas de Simulación**

Figura 26 Recurso X del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima

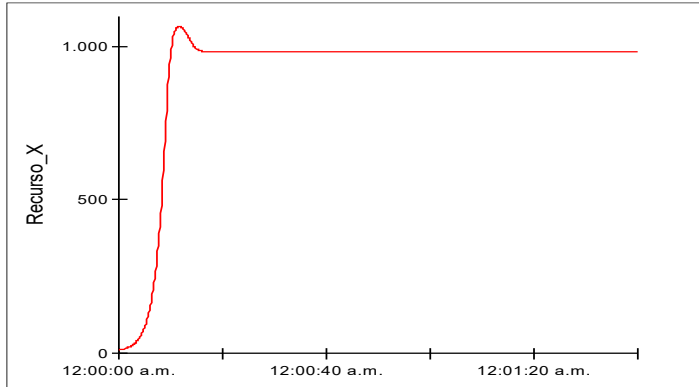
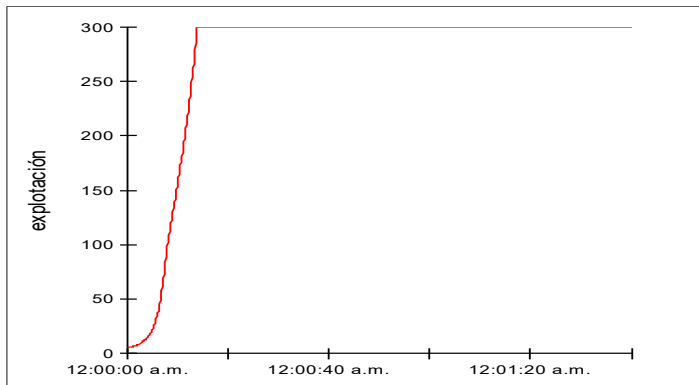


Figura 27. Exportación del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima



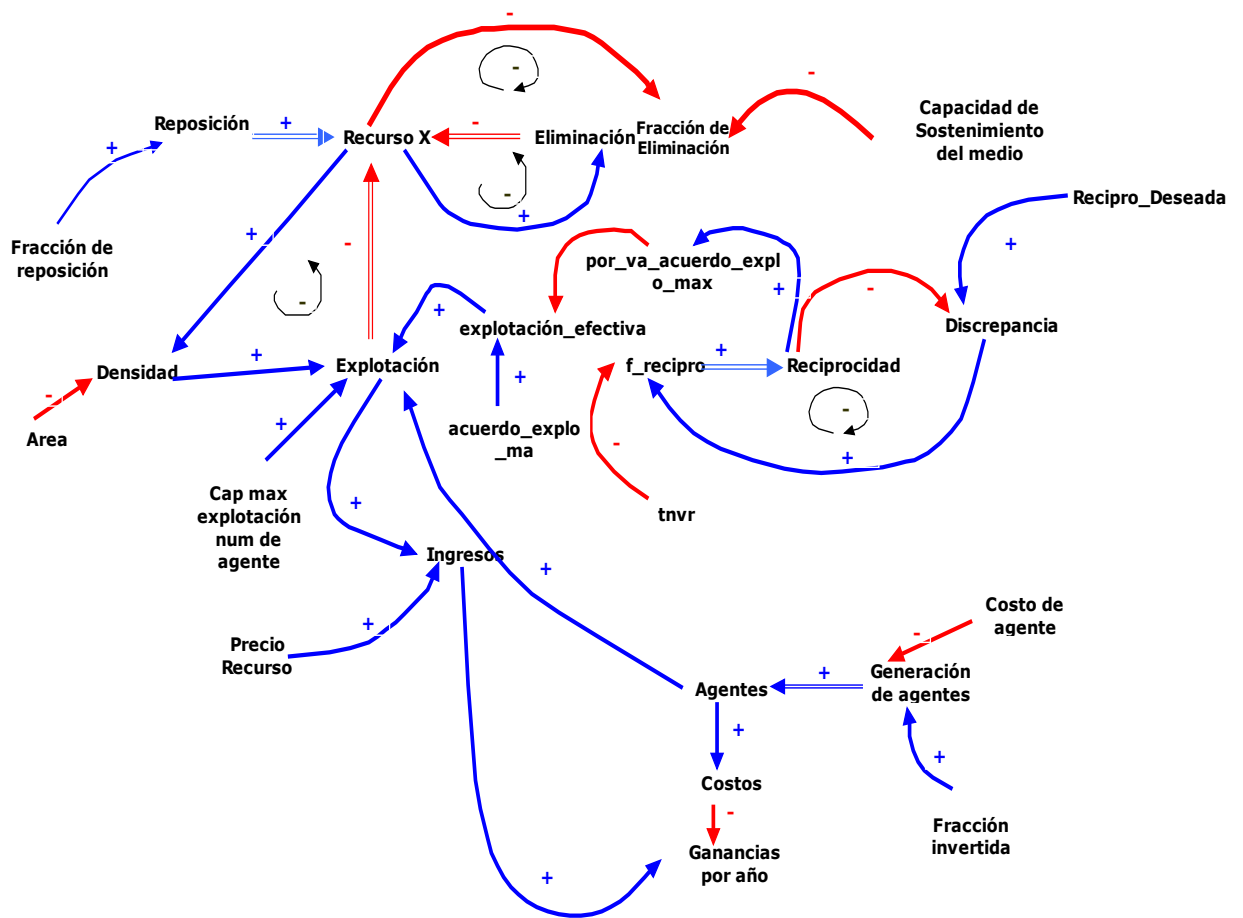
Este modelo que tiene el agregado respecto al anterior de la constante de acuerdo de explotación máxima. Dicho acuerdo en modelo fue de 300. La gráfica refleja como dicho acuerdo permite limitar la explotación del recurso y por ende este no se devasta.

ANEXO C

1. Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1.

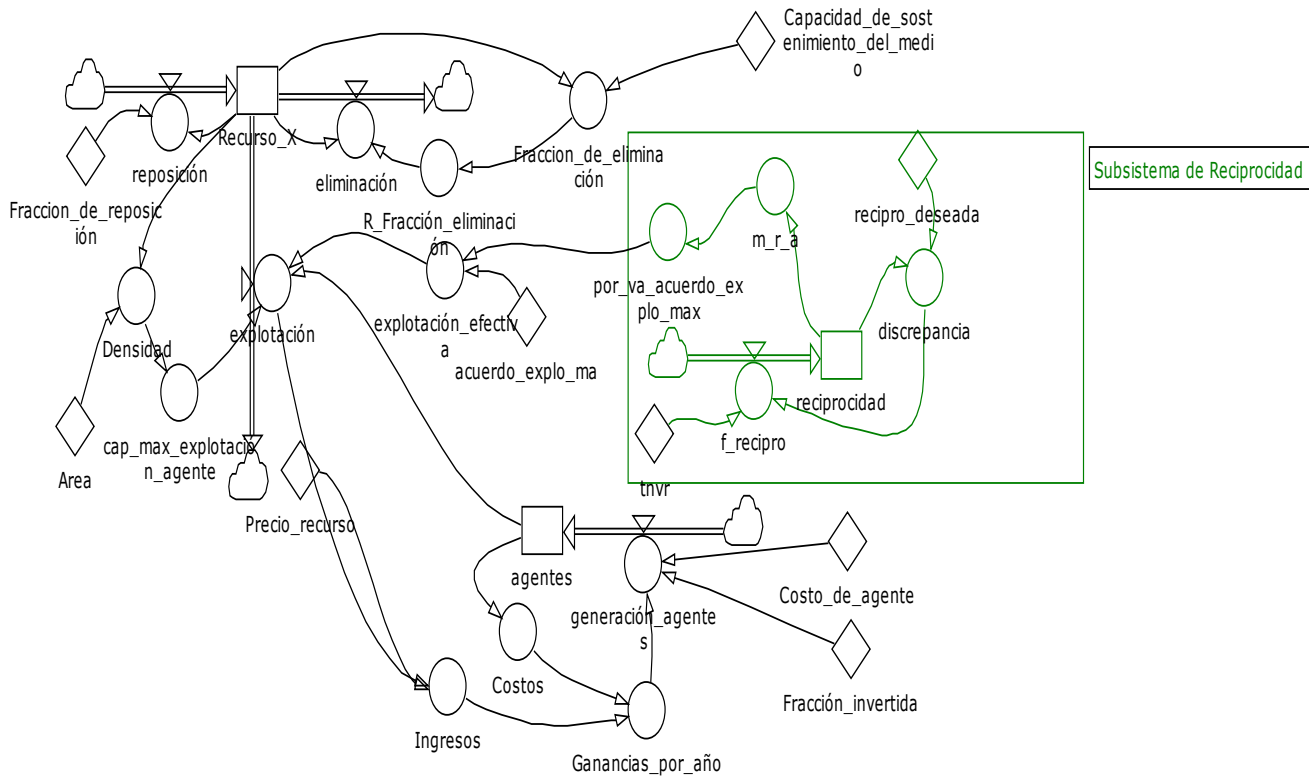
- Diagrama Causal

Figura 28. Diagrama Causal del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1



- Diagrama de Forrester

Figura 29. Diagrama de Forrester del Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 1



- **Graficas de simulación**

Figura 30. Recurso X V1

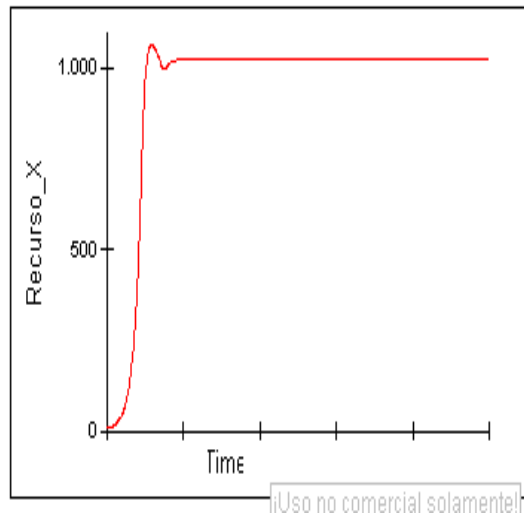


Figura 31 Reciprocidad Vs Reciprocidad deseada V1.

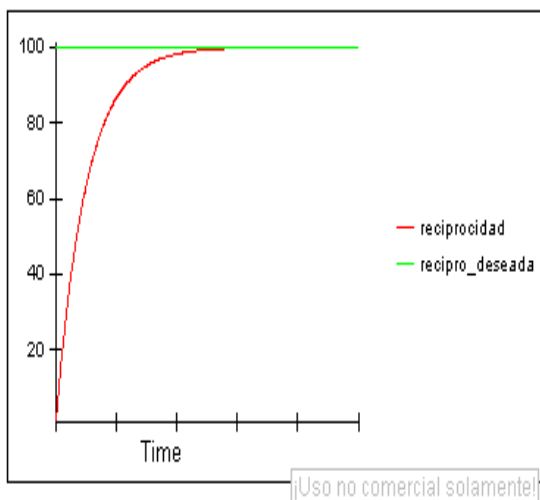


Figura 32. Agentes

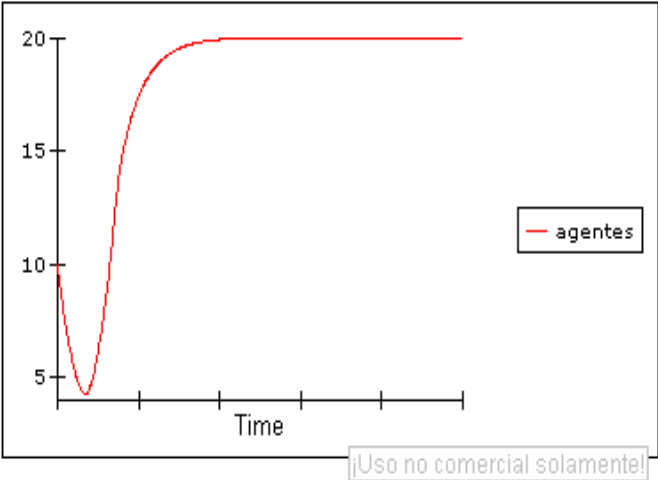
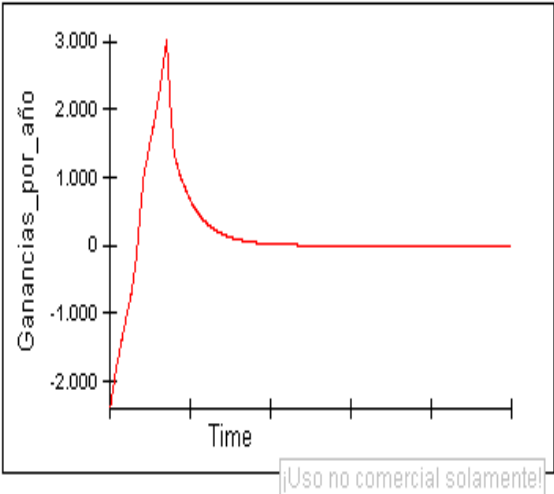


Figura 33. Ganancias por año del modelo de explotación V1



En la figura 30 se ve la regulación que se tiene del recurso al aplicar el mecanismo de autogestión, permitiendo al paso del tiempo que el recurso permanezca constante y este no se deprede debido a la explotación controlada que se realiza por los agentes explotadores

En la figura 31 se puede ver como el nivel de reciprocidad que se tiene es el adecuado por lo que llega al punto de hacerse igual a la reciprocidad deseada. Debido a que se cumple esto el recurso se puede ver regulado, sin presentar una sobre explotación pues se establecen las políticas y estas son acatadas por las partes involucradas.

Se puede ver en la figura 32 que al inicio los agentes disminuyen, pero en el momento en que va aumentando el recurso y la explotación del mismo, los agentes también tienden a aumentar, pero a su vez en el momento en el que el recurso empieza a ser regulado y se mantiene constante los agentes también presentan este mismo comportamiento.

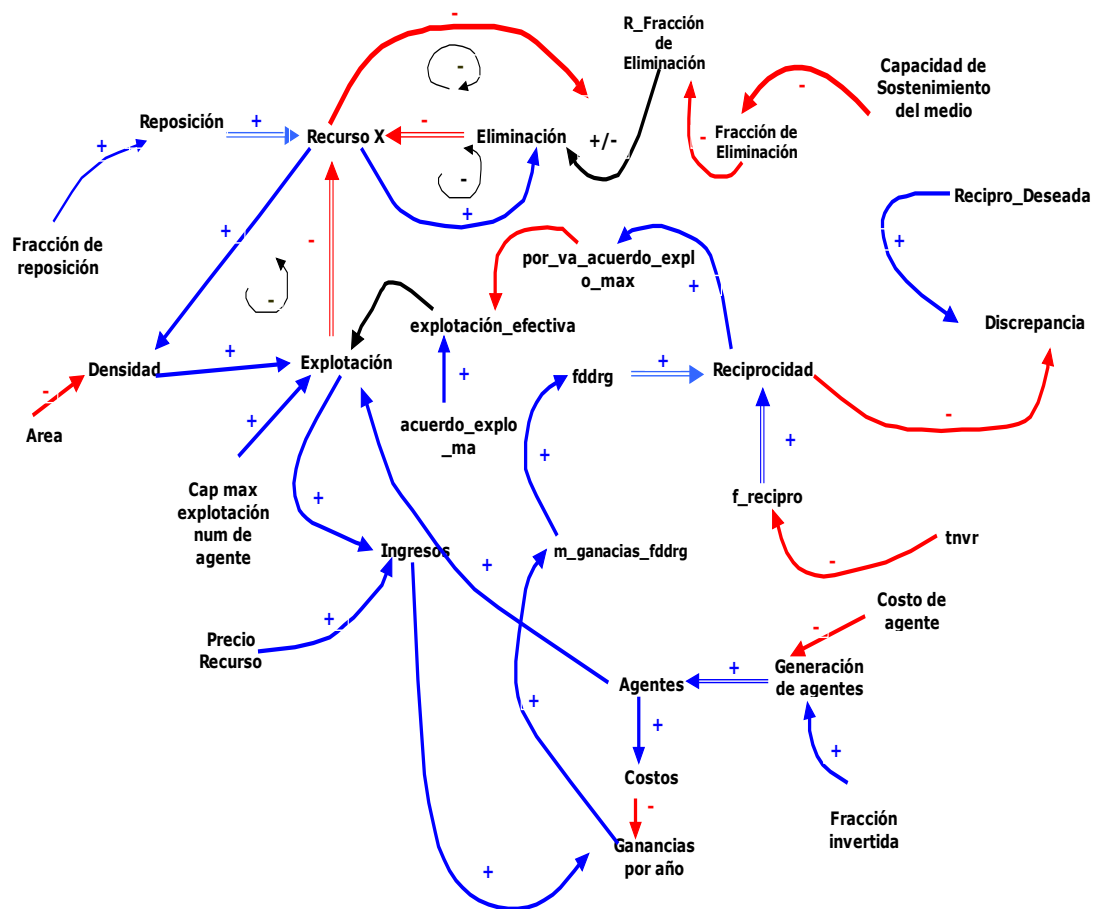
En la figura 33 se puede ver que el comportamiento de las ganancias depende del recurso existente, ya que debido a esto se hace la explotación del mismo en el tiempo. Por esto se ve que en el momento en el que el recurso aumenta las ganancias van a ser mayores y así mismo ocurre en el momento en el que el recurso experimenta una disminución, por lo que las explotaciones del mismo deben disminuir para regular el recurso, pasando a ser constante, punto en el cual las ganancias también empiezan a ser constantes.

ANEXO D

Modelo de Recursos Comunes con acuerdo de explotación máxima y reciprocidad, Versión 2.

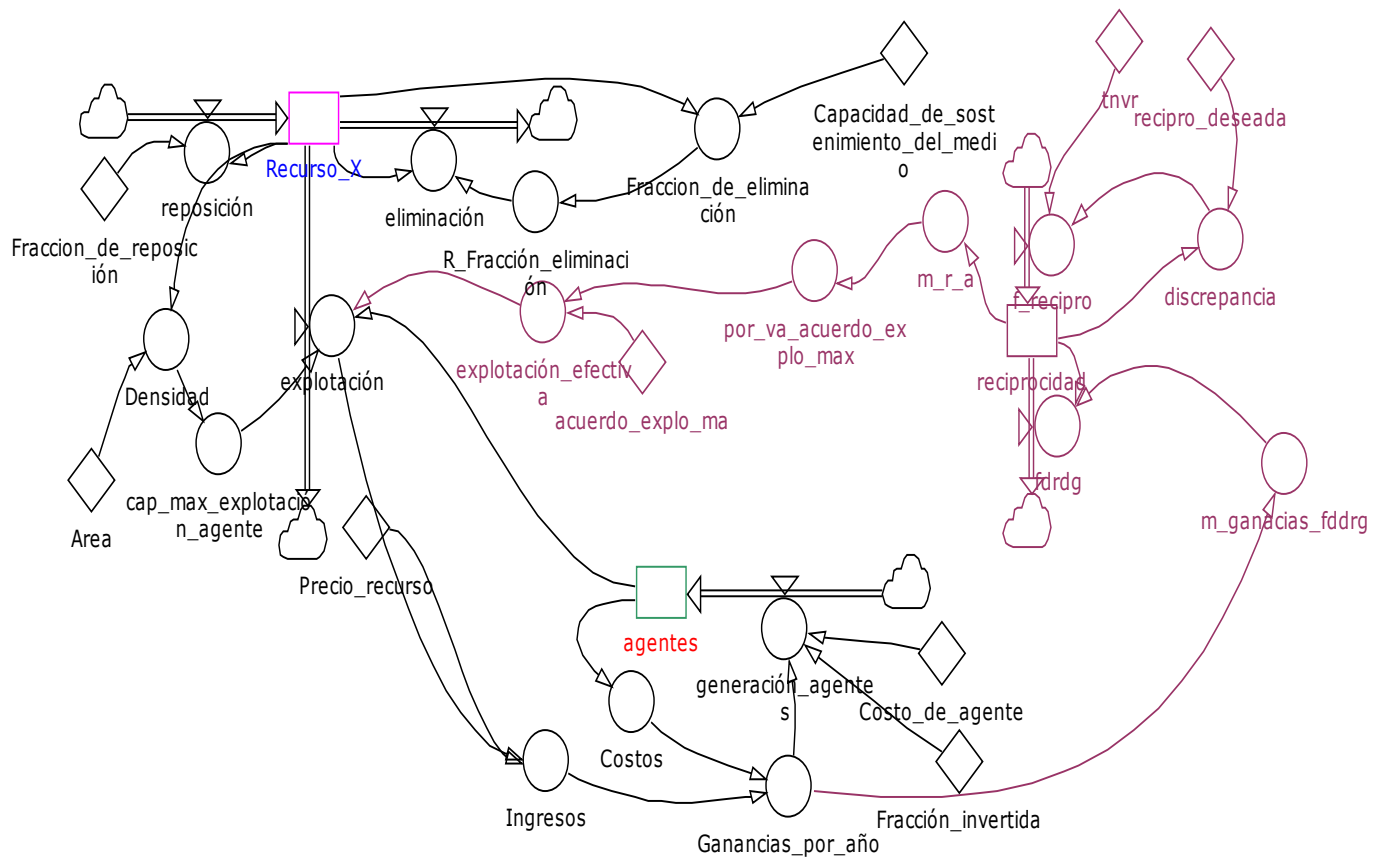
- Diagrama Causal

Figura 34. Diagrama Causal V2



- Diagrama de Forrester

Figura 35 Diagrama de Forrester V2



- **Graficas de Simulación**

Con Tnvr = 30

Figura 36. Recurso con Tnvr=30

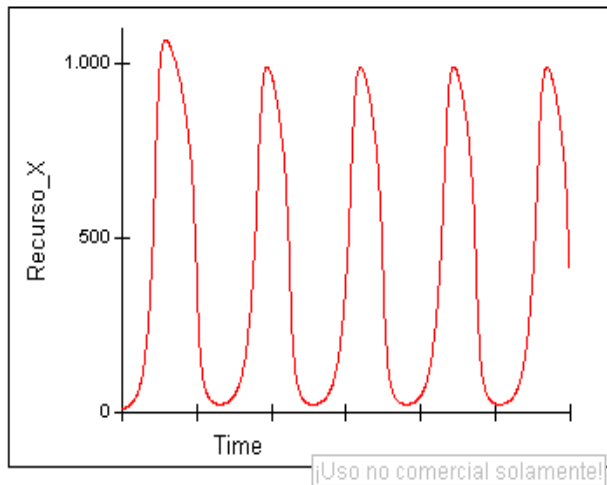


Figura 37. Agentes con Tnvr=30

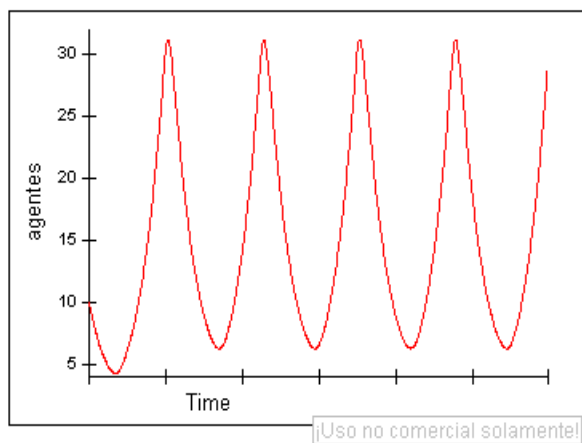


Figura 38. Reciprocidad con $Tnvr=30$

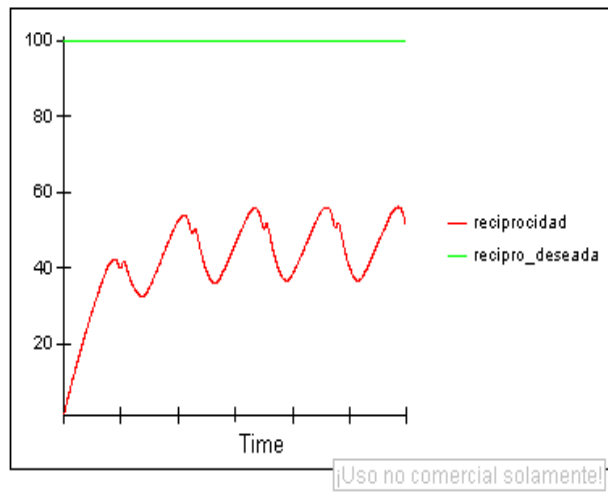
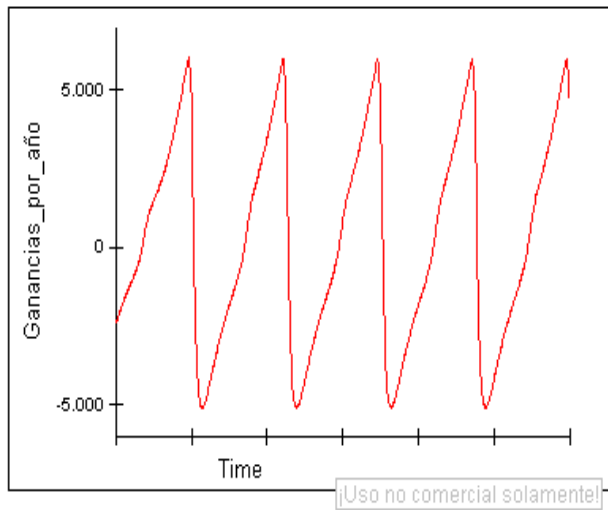


Figura 39. Ganancias por año con $Tnvr=30$



- **Con $Tnvr = 15$**

Figura 40. Recurso con Tnvr=15

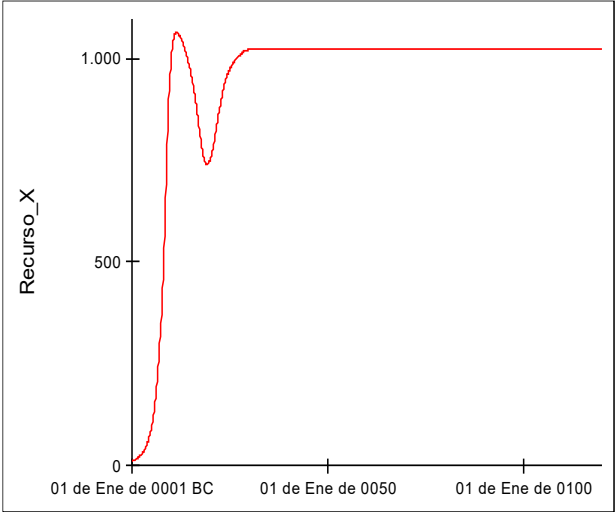


Figura 41. Explotación con Tnvr=15

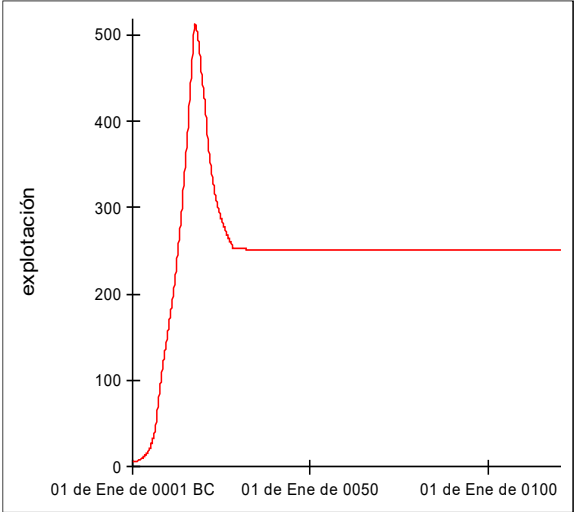


Figura 42. Reciprocidad con Tnvr=15

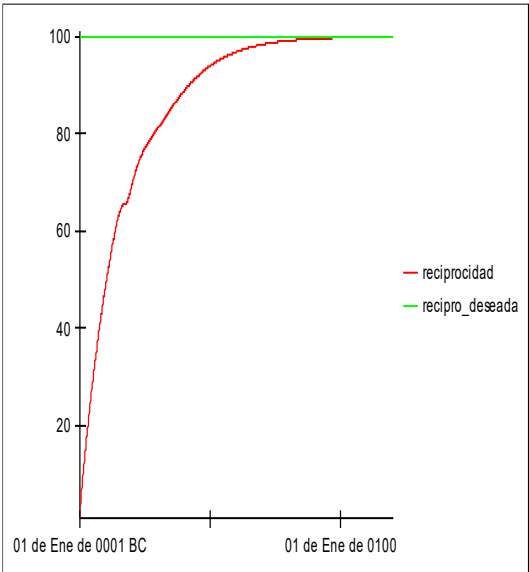


Figura 43. Agentes con Tnvr=15

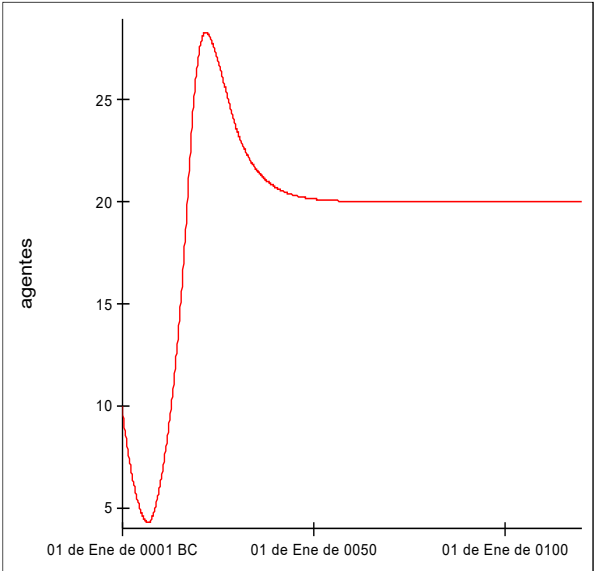
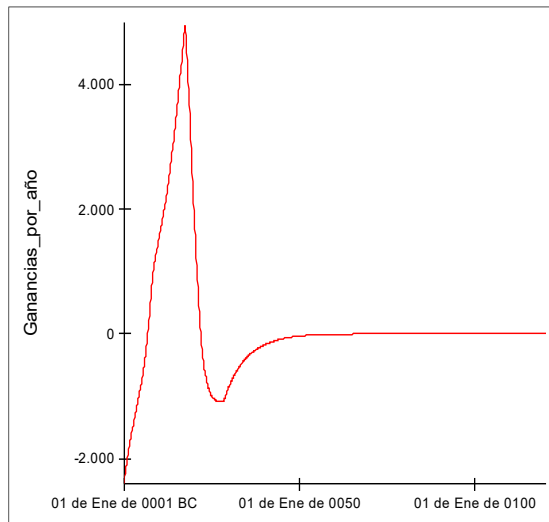


Figura 44. Ganancias por año con $T_{nvr}=15$



- **Con $T_{nvr} = 50$**

Figura 45. Recurso con $T_{nvr}=50$

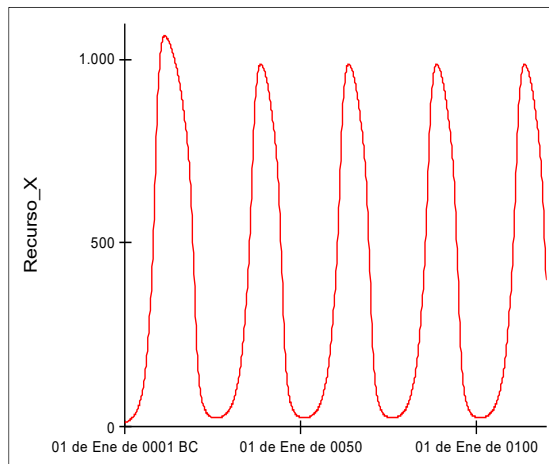


Figura 46. Explotación con Tnvr=50

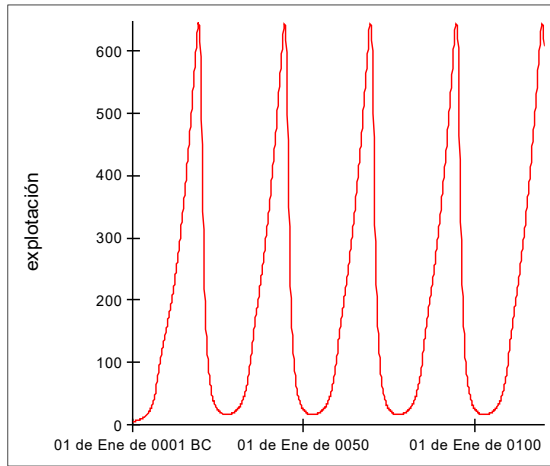


Figura 47. Reciprocidad con Tnvr=50

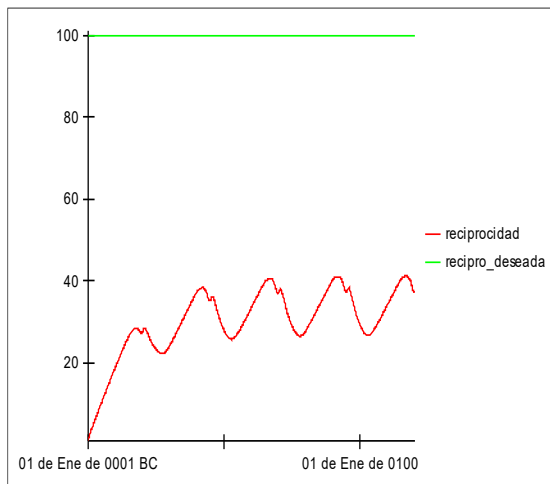


Figura 48. Agentes con $T_{nvr}=50$

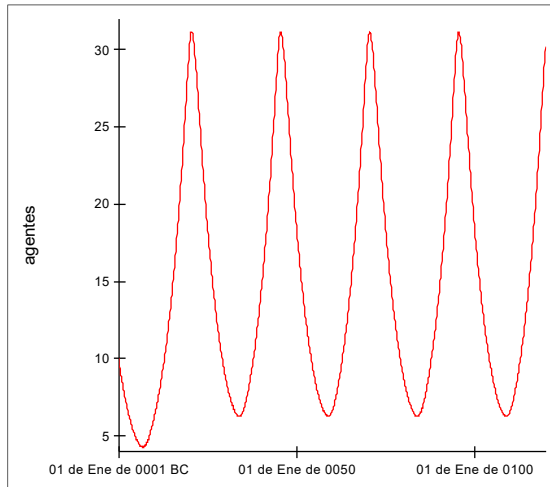
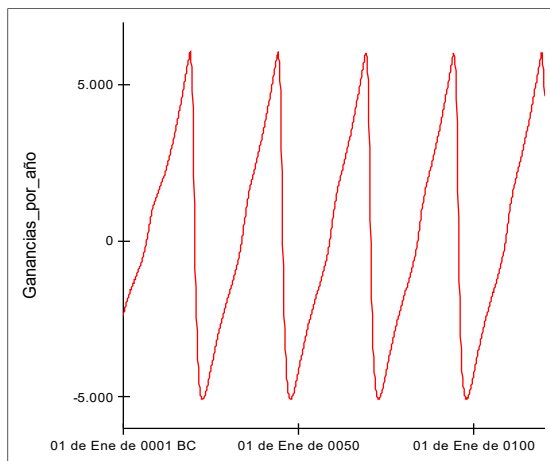


Figura 49. Ganancias por año con $T_{nvr}=50$



En la figura 36 se ve el cambio que tiene el comportamiento del recurso en el momento en que se empieza a ver afectada la reciprocidad con un flujo negativo, por lo que el recurso no se regula en el tiempo ya que presenta un comportamiento oscilatorio que tiende a cero.

En la figura 37 se ve como también al verse afectada la reciprocidad a su vez se ve afectada la variación de los agentes explotadores en el paso del tiempo. Ya que en el momento en que aumenta el recurso aumentan los agentes y empieza una explotación que excede los límites del acuerdo establecido, por lo que los recursos se ven afectados y bajan notoriamente y a su vez los agentes se ven obligados a disminuir también.

En la figura 38 se ve lo contrario al comportamiento que se presentaba en el modelo de la versión 1 aplicando este mismo mecanismo, ya que aquí la reciprocidad está en un cambio constante en el tiempo, aumentando y disminuyendo sin acercarse a la reciprocidad deseada. Afectando las demás variables como se ha visto

Las ganancias también se ven afectadas por la reciprocidad que se tiene, viéndose en la figura 39 como se presentan picos de aumento y disminución bruscamente al paso del tiempo. Pues en el momento en que el recurso aumenta, las ganancias también empiezan a aumentar, pero al mismo tiempo que el recurso disminuye bruscamente estas se ven afectadas de manera similar.

En las figura 40 hasta la 41 se propone una tasa normal de reciprocidad ($tnvr$) de 15 lo que en el modelo se ve reflejado con un factor de reciprocidad, en la figura 42 se puede ver como el recursos X logra estabilizarse con cantidades que rozan el máximo que el medio puede sostener.

En la figura 43 se puede ver como se estabiliza la explotación y no sobrepasa el acuerdo de explotación máxima debido a que como vemos en la figura 44 la reciprocidad llega a igualarse a la deseada.

Los agentes en este caso logran estabilizarse en un margen por encima de cero como se ve en la figura 45 mientras que las Ganancias por año que se ven

reflejadas en la figura 46 muestran como con este factor de discrepancia dichas ganancias no son muy favorables manteniéndose a través del año en cero.

En la figura 47 con un factor de reciprocidad mucho menor el recurso X no se regula y tiende a cero de manera oscilatoria, esto debido a como se ve en la figura 46 la explotación del recurso sobrepasa el acuerdo de explotación lo que genera una depredación del mismo, esto debido a que la reciprocidad oscila muy por debajo de la reciprocidad deseada como se ve en la figura 47.

La figura 48 muestra una oscilación donde el numero de agentes no se mantienen en el tiempo aumentando y disminuyendo en periodos cortos de tiempo, lo que en las ganancias por año como se puede ver en la figura 49 son muy inestables donde las perdidas al igual que las ganancias son muy pronunciadas.

ANEXO E

- Multiplicadores de los modelos del capítulo 8

Figura 50. Captura por barco y R_Fracción_muerte_muertes

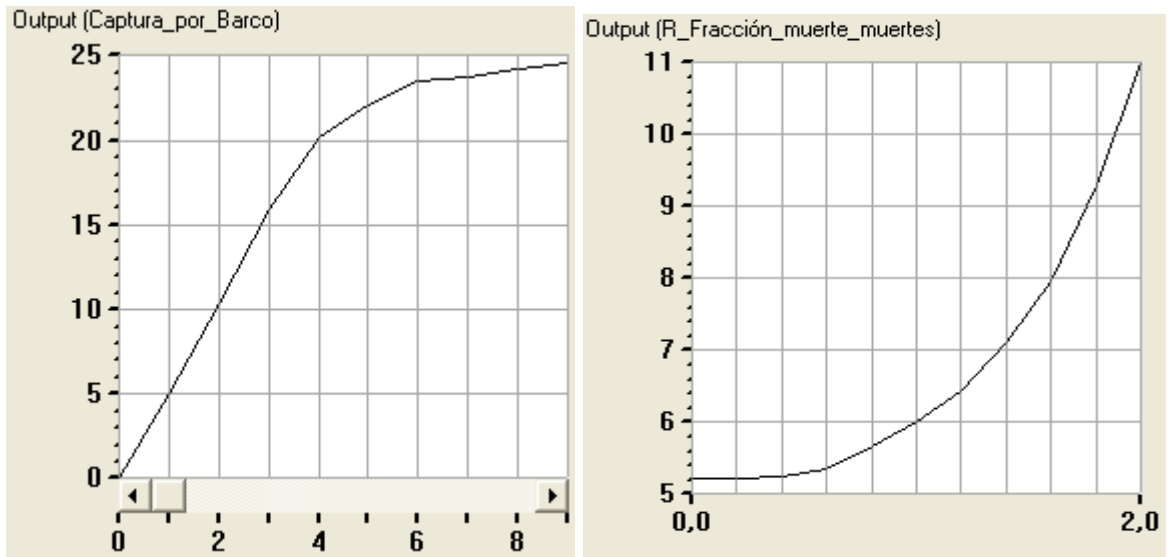


Figura 51. Mc y mt

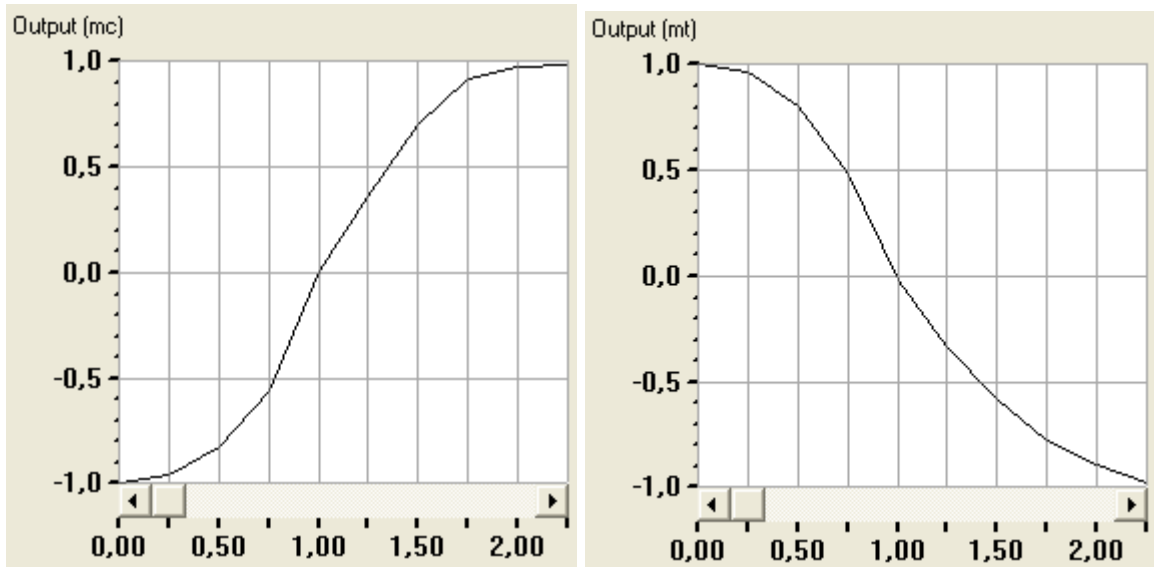


Figura 52. Cap_max_explotación_barco y m_rec_apro

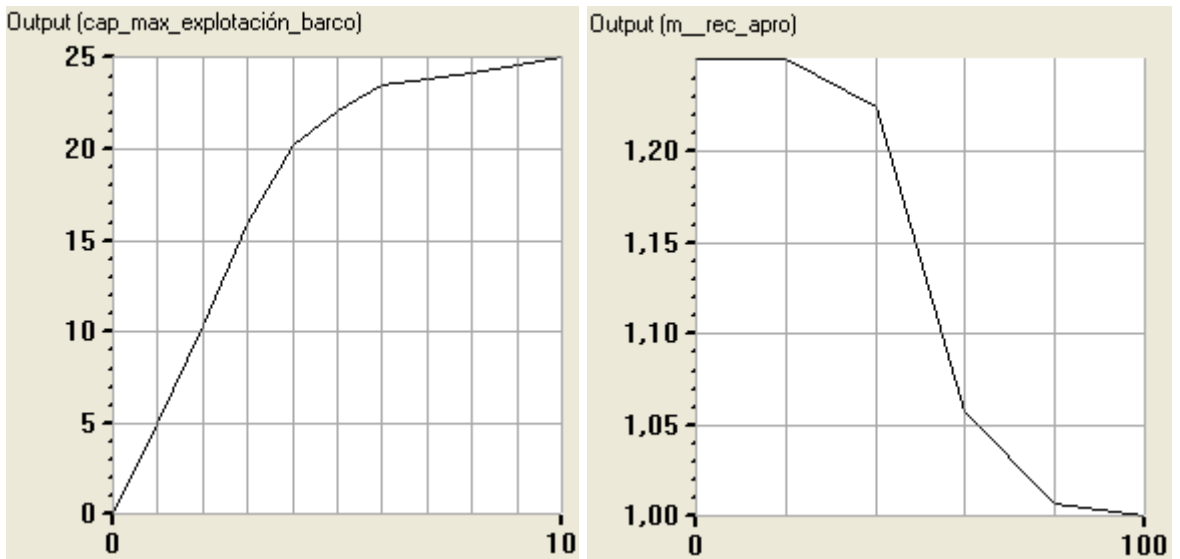


Figura 53. M_{r_a} y m_{barco_reci}

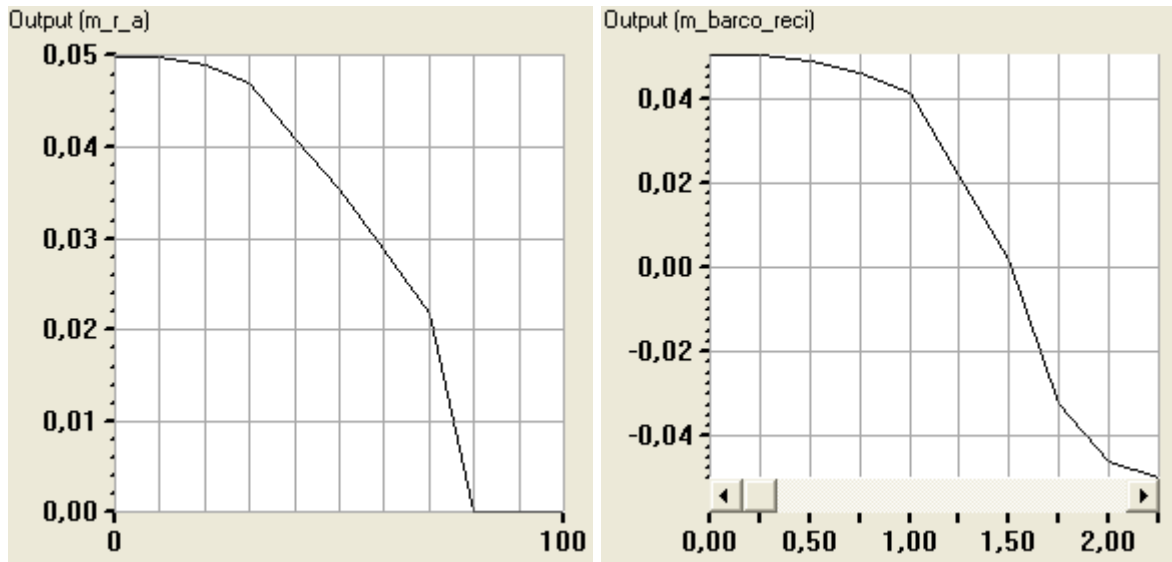


Figura 54. M_{gan_fdr} y $mgpa_ce$

