

## Simulación del mecanismo de Autogestión Comunitaria para la regulación del bagre como recurso de uso común

*Simulation of the collective action mechanism for the regulation of catfish as a common resource*

Laura Milena Cárdenas Ardila\*  
Jorge Andrick Parra Valencia\*\*  
Yony Fernando Ceballos\*\*\*



Recibido: 3 de enero de 2017  
Aceptado: 15 de febrero de 2017

Tipo de artículo: resultado de investigación

### Resumen

Los recursos naturales se caracterizan por ser recursos comunes, por lo tanto, son bienes que pueden ser utilizados por una gran cantidad de personas. Sin embargo, este acceso abierto, genera problemas de uso, lo cual conlleva a la necesidad de definir una regulación de los mismos. En este artículo, se busca evaluar sistémicamente el problema descrito mediante la formulación de un conjunto de hipótesis dinámicas que representen el comportamiento en torno al recurso común. Con estas hipótesis se busca explicar la forma en la cual en un país como Colombia, se explotan de manera indiscriminada estos recursos, específicamente el bagre, y la forma en la que la autogestión comunitaria a diferentes niveles, afecta esta explotación. Para lograr explicar esta situación, se elabora un modelo de Dinámica de Sistemas para el mecanismo de Autogestión en dos niveles de complejidad diferentes: nivel general y nivel específico para un bien común y se evalúan los resultados del mismo, mediante la construcción de dos escenarios que permitan evaluar si la teoría de regulación es conforme a los resultados obtenidos.

**Keywords:** Depredación, recursos naturales de uso común, Autogestión, Tragedia del terreno común, Dinámica de sistemas, Simulación.

### Abstract

Natural resources are characterized by being common resources and therefore are goods that can be used by many people. However, this open access generates problems of use, which leads to the necessity for their regulation.. This paper attempts to evaluate systemically the problem described by the formulation of a set of dynamic hypotheses that represent the behavior surrounding the common. These hypotheses seek to explain the way in which in a country like Colombia these resources are exploited indiscriminately, specifically catfish, and the way in which collective actions at different levels affect this exploitation. To explain this situation, a System Dynamics model for the Self-management mechanism is elaborated in two different levels of complexity: general level and specific level and the results are evaluated by the construction of two scenarios that allow an evaluation if the theory of regulation is in line with the results obtained.

**Keywords:** Predation, common, collective actions, tragedy of the common, System dynamics, Simulation.

\* Doctora en ingeniería, Facultad de Ingeniería, Tecnológico de Antioquia, [laura.cardenas@tdea.edu.co](mailto:laura.cardenas@tdea.edu.co)

\*\*Doctor en ingeniería, Grupo de investigación en pensamiento sistémico, Universidad Autónoma de Bucaramanga, [japarra@unab.edu.co](mailto:japarra@unab.edu.co)

\*\*\*Doctor en ingeniería, profesor asistente Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia, [yony.ceballos@udea.edu.co](mailto:yony.ceballos@udea.edu.co)

## Introducción

Muchos países del mundo son ricos en recursos naturales y debido al crecimiento poblacional y la industrialización se ven disminuidos estos recursos (Klugman, 2010). Colombia es uno de los países más ricos a escala mundial en cuanto a los recursos naturales comunes, tales como: los recursos hídricos, la fauna, la flora y sus bosques. Es el primer productor de esmeraldas, también posee reservas de petróleo y gas natural, carbón, oro, plata, hierro, platino y uranio, además de la cantidad de fuentes hídricas (González, 2013). El suelo colombiano cuenta con valles bajos y fértiles dedicados a la ganadería y a la agricultura; según el Plan Nacional de Desarrollo Forestal, Colombia posee un área en bosques naturales de aproximadamente 64 millones de hectáreas, es decir, el 56% de su superficie continental y ocupa el séptimo lugar en el mundo en extensión de bosques tropicales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia & Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014). Colombia posee entre el 10% y el 14% de la diversidad del planeta, equivalente al 0.8% de las tierras emergidas del mundo, también se cuenta con el mayor número de especies de palmas a nivel mundial equivalente a 258 especies (Romero *et al.*, 2009). También cuenta con 1 815 especies de aves equivalentes al 19% de las especies en el mundo, ubicando al país en el primer lugar en el ámbito mundial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014). Con 2 890 especies de vertebrados coloca al país en un tercer lugar y con 456 especies de mamíferos lo ubican en el cuarto lugar en el mundo. Colombia tiene cerca de dos terceras partes de las 3 000 especies de peces descubiertos a escala mundial (Romero *et al.*, 2009).

Sin embargo, los cambios en los últimos años en el uso del suelo y la explotación de recursos se deben al crecimiento poblacional y la necesidad de una mayor cantidad de terrenos orientados a la producción de bienes asociados a la agricultura y la ganadería, y estos provienen de zonas boscosas, fuentes de agua y reducción del área de diferentes ecosistemas (Etter, McAlpine, Pullar, & Possingham, 2006).

El Estado colombiano para evitar la depredación y mejorar la distribución del uso de los recursos naturales ha establecido instrumentos como: tratados internacionales, políticas y legislación para protección de sus recursos comunes a través de su Constitución Política en los artículos 8, 63, 79, entre otros (Asamblea Nacional Constituyente, 1991); entonces se esperaría que la conclusión lógica fuera, que Colombia preservara y distribuyera equitativamente dichos recursos, pero paradójicamente dicha afirmación no se cumple en la práctica ya que Colombia depreda y distribuye inequitativamente sus recursos. Este comportamiento se evidencia en varios recursos: como es el caso de las aves, pues ahora Colombia cuenta con 1.754 especies de aves, que es aproximadamente 61 especies menos que con las que contaba años atrás (Fundación ProAves, 2013).

Junto con lo anterior, en Colombia es necesario preservar y distribuir de manera equitativa tales recursos, sin embargo, no se cumple tal afirmación, llevando a la conclusión: ¿Siendo Colombia un país rico en recursos comunes y teniendo la obligación de preservarlos, se realiza una explotación indiscriminada de los mismos?

En el presente trabajo se busca la construcción de un modelo de simulación basado en Dinámica de Sistemas que permita una mejor comprensión de las variables y sus relaciones dentro del problema de autogestión de recursos naturales de uso común. Esto permitirá predecir el comportamiento de las diferentes variables involucrados en el consumo de recursos mediante la simulación y el análisis de resultados.

## Estado del arte

El origen de la conceptualización de recursos naturales comunes se remonta a la década de los 60. El objetivo era superar la crisis hídrica que se vivió en los Ángeles, California, producto de la sobre-explotación de las aguas subterráneas. Para solucionar el problema, se modificó el derecho de acceso a aguas, se creó el distrito de aguas y administrativamente se creó un sistema de empresas públicas coordinadas y descentralizadas. Con tal proceso de administración, se identifican dos

características fundamentales en estos recursos la no exclusividad y la rivalidad.

Con lo anterior se evidencia que la cooperación y la administración colectiva de recursos permite, en condiciones de cooperación, la explotación adecuada, cuidado y preservación de los mismos. Las principales ideas de administración de recurso común determinan que los casos son específicos, es decir, cada lugar tiene sus dinámicas propias, tener un funcionamiento simple y disminución de intermediación, el reconocimiento a la creación natural de asociaciones para su uso, la cual debe ser coherente respecto a la complejidad de la red administradora del recurso (Elinor Ostrom, 1990).

La tragedia de los comunes aparece siempre que hay un recurso común y un conjunto de individuos motivados por el bienestar particular y de manera racional, destruyen el recurso debido a la sobre-explotación y sin darse cuenta que esta destrucción se debe a la suma de los esfuerzos individuales de poseer la mayor cantidad del mismo. Esta hipótesis fue presentada desde el siglo XIX, pero fue formalizada posteriormente en el ensayo "The tragedy of the commons" (Hardin, 1968).

Como un mecanismo de regulación de recursos comunes se ha formulado la regulación por Autogestión Comunitaria. Esta alternativa plantea que los usuarios y grupos de personas que se encuentran directamente involucrados con el recurso se organicen para establecer políticas que permitan su manejo y de esta manera evitar la intervención de terceros. Las propias comunidades a través del diálogo entre sí ofrecen posibles formas de utilización del recurso común. La autogestión depende de la construcción de nuevas reglas y acuerdos, del compromiso mutuo y de la supervisión del cumplimiento de las reglas (Elinor Ostrom, 1990).

Estos usuarios racionales compiten entre sí por el recurso, dando origen a una interacción similar a la definida por la teoría de juegos. Esta teoría fue descrita por Von Neumann y Morgenstern en su libro clásico "Theory of games and economic behavior", en donde presentan la importancia que tiene la teoría de juegos en el estudio de las relaciones

humanas (Neumann & Morgenstern, 1953). Los autores investigaron dos planteamientos distintos de la Teoría de Juegos. El primer planteamiento estratégico o no cooperativo se especifica detalladamente que los jugadores pueden y no pueden hacer durante el juego para que después cada jugador busque una estrategia óptima. "Lo que es mejor para un jugador depende de lo que los otros jugadores piensan hacer, y esto a su vez depende de lo que ellos piensan de lo que el primer jugador hará". Este planteamiento define el concepto de juego suma cero, porque cualquier ganancia para un jugador siempre se equilibra exactamente por una pérdida correspondiente para el otro jugador (Straffin, 1993).

El segundo planteamiento es la formación de una coalición o un proceso cooperativo, en el que se busca describir la conducta óptima en juegos con muchos jugadores. En este planteamiento se indaga un acuerdo entre los jugadores, se trata de estudiar cómo pueden actuar dichos jugadores, basándose en los comportamientos colectivos, sin necesidad de detenerse en las acciones individuales de cada miembro. Esta teoría es aplicada en disciplinas como: la economía, la ciencia política, la biología y la filosofía. Su objetivo no es el análisis del azar o de los elementos aleatorios sino de los comportamientos estratégicos de los jugadores (Stevens, 2008).

Si no hay cooperación, se configura un dilema del prisionero. Este es el juego de estrategia más conocido en las ciencias sociales, éste mejora la comprensión sobre qué gobierna el equilibrio entre cooperación y competencia en los negocios, en la política y en los ambientes sociales. Este dilema consiste en que dos sospechosos son detenidos por la policía e interrogados por separado, cada uno de ellos tiene la oportunidad de acusar a su compañero a cambio de su propio beneficio. Si los dos hablan, cada uno de ellos tendrá una pena de 10 años en la cárcel; si ninguno de los dos personajes confiesa, ambos tendrán una pena de un año, pero si uno declara, éste saldrá libre y el otro criminal tendrá 20 años en la cárcel, de manera que si los dos confiesan será peor para

ambos que si los dos guardaran silencio. Este ejemplo de la teoría de juegos demuestra que al no cooperar se sufre grandes pérdidas y que la mejor decisión es la de la cooperación mutua, en donde los dos criminales saldrían beneficiados, teniendo en cuenta como factor decisivo la decisión de cooperar. El dilema ilustra que el pensar en el bien propio puede conducir a un fracaso colectivo, debido a que solo se piensa en obtener ganancias propias. El dilema del prisionero tiene aplicaciones en la economía y en los negocios (Hilbe, Traulsen, & Sigmund, 2015).

Finalmente, la Dinámica de Sistemas es una herramienta de construcción de modelos de simulación que permite que se emplee la vista de los elementos que componen al sistema, como el sistema mismo en general. Difiere de otras técnicas por la posibilidad de incluir la percepción de un conjunto de variables en los modelos y la facilidad de realizar análisis de comportamientos esperados a largo plazo. Otras técnicas pretenden determinar el comportamiento del sistema sin entrar en el conocimiento de sus mecanismos internos (Aracil & Gordillo, 1997).

El objetivo de la Dinámica de Sistemas es lograr comprender las causas estructurales que generan el comportamiento al interior de un sistema. Esto implica la necesidad de un amplio conocimiento sobre las características de cada elemento y su forma de interactuar con otros al interior y exterior del sistema y ver como diferentes estrategias de evaluación, efectuadas sobre partes del sistema, modifican las tendencias del comportamiento del modelo descrito (Coyle, 1985). Además, en esta metodología de estudio no se pretende predecir de manera exacta el comportamiento futuro (Sterman, 2000). El estudio del sistema en el futuro y el ensayo de diferentes políticas sobre el modelo mejorarán el conocimiento del mundo real, comprobándose la consistencia de hipótesis y la efectividad de las políticas (Sterman, 2000).

### **Caso de aplicación: el bagre.**

El bagre es un pez de agua dulce que suele habitar los ríos en Sur América. El bagre es una especie de tamaño mediano que alcanza más de los 46 cm de longitud total y pesa 1 000 g de peso (Cortes,

2003). Este pez en el río Magdalena realiza dos migraciones: en la primera, se alimenta, subiendo el río en búsqueda del bocachico que es el pez del cual se alimenta y en la segunda migración se reproduce (Cortes, 2003).

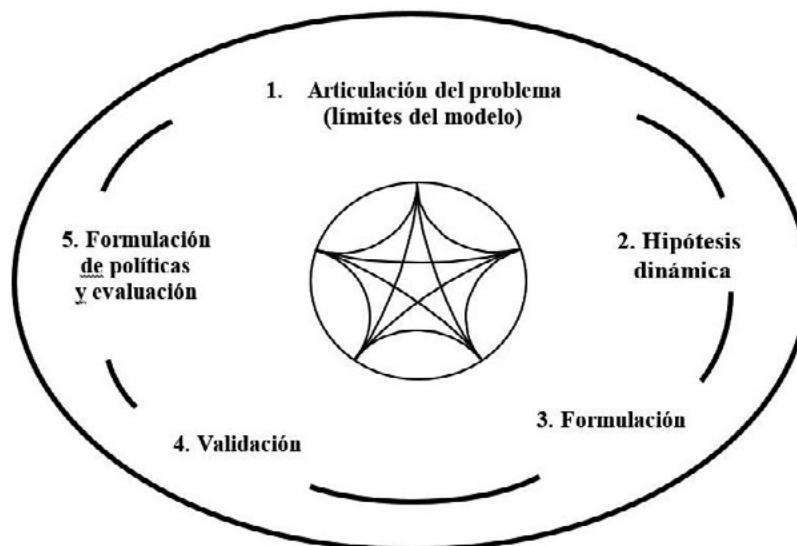
La problemática en torno a esta especie radica en que es un pez de gran interés para la pesca artesanal, por su tamaño y por tener un organismo con masa muscular sin espinas, lo cual está llevando a que su captura incremente en los últimos. Dicha captura, en la mayoría de los casos, no está teniendo en cuenta los tamaños permitidos para su pesca ni las épocas establecidas por el gobierno para las actividades de pesca, comercialización y transporte (Beltrán y Estrada, 2000).

En informes realizados por el Incoder se presenta que, en muestras de 8 160 bagres, las capturas realizadas no cumplen con la talla media de captura, la talla promedio encontrada fue de 58 cm cuando el mínimo permitido es 80 cm (Incoder, 2006). Adicionalmente, la frecuencia de animales capturados con tallas inferiores a lo permitido supera el 85%, reflejando una realidad bastante desconcertadora para el futuro de esta especie.

### **Modelo propuesto**

Para llevar a cabo el proceso de modelado, es necesario realizar una elaboración conceptual en dos diferentes niveles de abstracción: Un marco genérico que involucre los conceptos generales asociados a la utilización de los recursos comunes y un nivel específico en el cual se evalúe un solo recurso, se identifique la forma en la cual es consumido y la relación que tiene este modelo en conjunto con el modelo general. En los diferentes niveles de abstracción descritos se aplican las etapas planteadas por (Sterman, 2000) de: Articulación del problema, construcción de la hipótesis dinámica, formulación del modelo, validación y finalmente formulación de políticas y evaluación de resultados obtenidos (ver figura 1).

En la construcción de la hipótesis dinámica se limitaron los factores causantes de la inadecuada regulación del uso de recursos comunes en la sociedad y posteriormente se define la forma



**Figura 1.** Proceso de modelamiento. Elaboración propia a partir de (Sterman, 2000).

en la cual interactúan estos factores empleando relaciones de causa-efecto teniendo en cuenta las decisiones tomadas, la acción resultante y futuras decisiones. Finalmente se elabora un modelo matemático a partir de las políticas de decisión obtenidas, de fuentes informativas y de la interacción de los diferentes componentes que hacen parte del sistema de interés.

La simulación propuesta se codifica empleando Powersim®, en búsqueda del comportamiento esperado de la tragedia de los comunes. Posteriormente, se realizó una evaluación orientada a medir que tanto el modelo de la autogestión explica la paradoja encontrada, para realizar una proyección de las implicaciones dinámico-sistémicas y comparar los resultados obtenidos respecto a los datos empíricos.

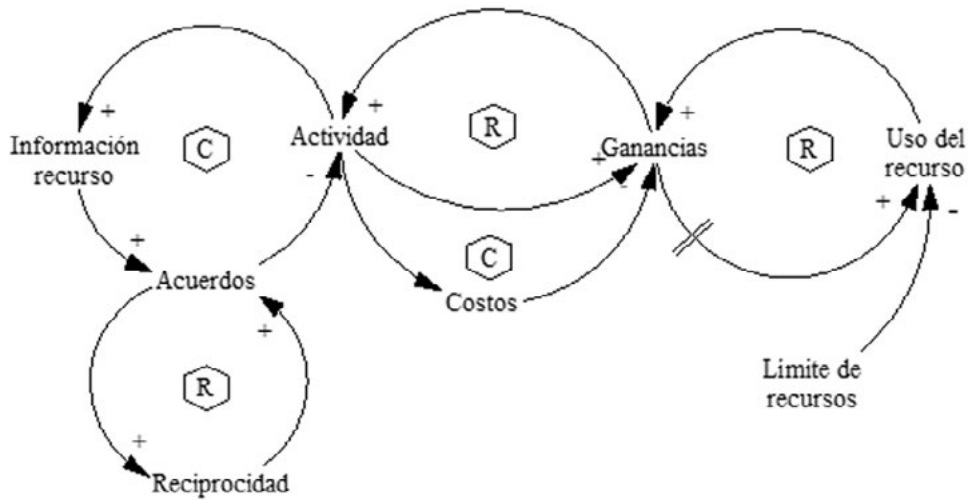
Modelos genéricos del arquetipo del mecanismo de regulación de autogestión: En el mecanismo de autogestión los usuarios hacen un contrato vinculante donde se estipulan los acuerdos planteados por las personas involucradas en las actividades de manejo del recurso. Dicho contrato lo hace cumplir un encargado externo, quien además se encarga de resolver las disputas que se generan en el momento de concretar los acuerdos estipulados en el contrato. Ocasionalmente se puede

presentar la situación que los propios usuarios fallen en los acuerdos estipulados y en el cálculo de la sostenibilidad del recurso (Ostrom, Gardner, & Walker, 1994).

En este tipo de regulación los usuarios año tras año tiene un alto conocimiento sobre el uso que se está haciendo del recurso, con información exacta, dándole a conocer al encargado externo dicha información de manera que responda correctamente a quienes cumplan e incorrectamente a quienes incumplan los acuerdos y así establecer los límites en el uso del recurso, evitando una explotación excesiva del mismo (ver figura 2) (Elinor Ostrom, 1990).

Los usuarios deben compartir por igual los costos de sostenimiento del recurso y costos de monitoreo, ya que los mismos usuarios son los encargados de supervisar el recurso, evitando así costos excesivos. Al igual que los costos las ganancias totales también deben ser compartidas entre los mismos (Elinor Ostrom, 1990).

Modelos específicos del mecanismo de regulación de autogestión: El recurso se articula por varios ciclos, el primero de ellos es el ciclo de nacimientos del bagre y representa el proceso por el cual se reproduce el bagre. Pero la dinámica de apropiación del bagre también se arti-

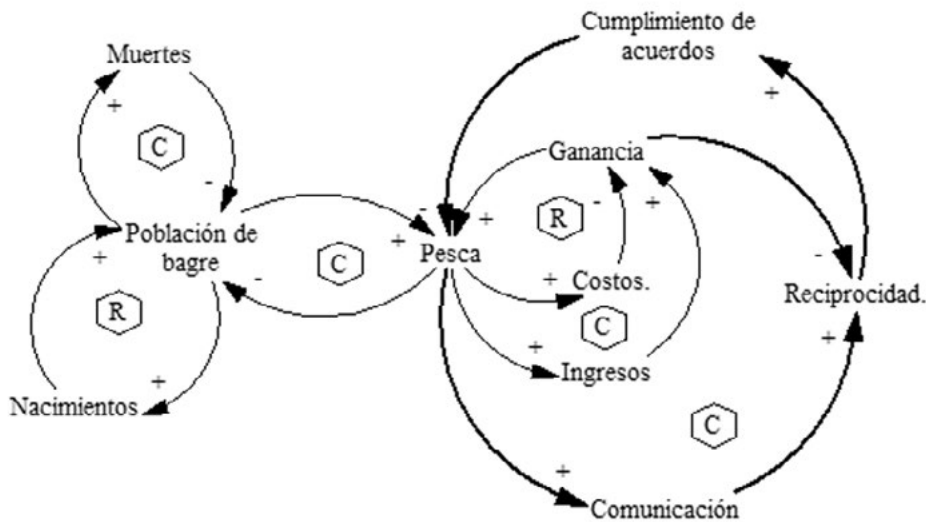


**Figura 2.** Arquetipo del Mecanismo de Regulación de Autogestión (Cárdenas y Perea, 2005).

cula por otro ciclo y a través de él disminuye la población de bagre, éstas muertes son naturales causadas por efectos del medio y por características propias de su ciclo de vida. En la figura 3 se presenta el arquetipo completo.

Los ciclos necesarios para el análisis de la autogestión están representados con líneas causales oscuras y con líneas claras los ciclos que intervienen directamente con la población de bagre; el primero de ellos

es pesca-ingresos-ganancias-pesca establece que a partir de la actividad que se realice se generan unos ingresos que determinan el valor del rendimiento que condiciona a que se continúe realizando la pesca; el segundo es pesca-costos-ganancias-pesca el cual establece que a partir de la pesca se producen unos costos que disminuyen o compensan ese valor de las ganancias. Estos ciclos permiten establecer el valor de las ganancias (ya sea aumentándolo o



**Figura 3.** Dinámica de apropiación del bagre regulado por Autogestión. (Cárdenas y Perea, 2005).

disminuyéndolo) que a su vez es un factor determinante para establecer el precio de la pesca.

Los ciclos de apropiación junto con el ciclo de muerte natural, la mayoría de las veces son mayores que el ciclo de reposición del bagre, ocasionando una disminución cada vez mayor de la población, es decir, su sobreexplotación. La comunicación que hay entre las personas que se encuentran en la pesca del bagre es un factor decisivo, a medida que éstas se involucran día a día con la actividad de la pesca, aumentan las relaciones y por ende la comunicación, esta hace que la gente quiera y esté dispuesta a colaborar si el resto de personas lo hacen y a castigar a quien incumple con los acuerdos (reciprocidad) que se establecen entre ellas, acuerdos que según estas personas que son las que están manejando el bagre creen son los que llevan a mantenerlo.

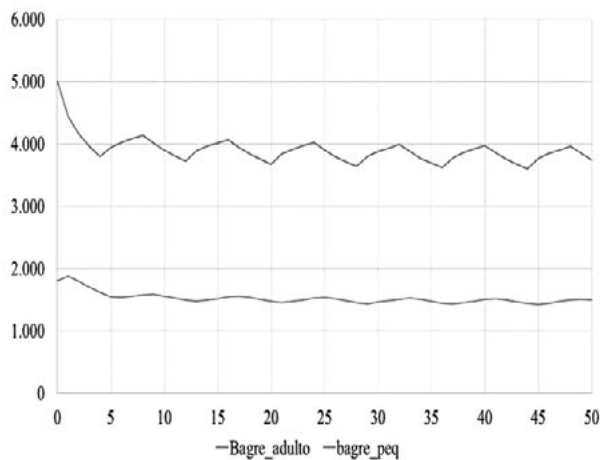
La reciprocidad también se ve afectada por las ganancias que se generan de la actividad de la pesca, ya que el aumento o disminución exagerada de éstas puede ser un factor que conduzca a una disminución de la reciprocidad.

### Resultados de la simulación y discusión

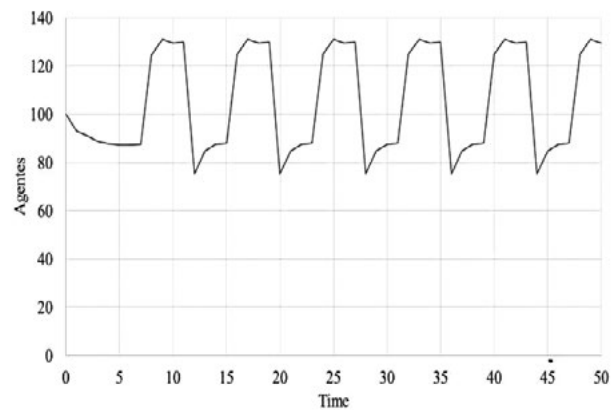
Para llevar a cabo la simulación del modelo del bagre regulado por autogestión comunitaria se asumen dos escenarios en los cuales se modificó el valor de la comunicación entre los pescadores.

#### Primer escenario: Comunicación alta.

Los resultados de la simulación del modelo del bagre regulado por autogestión comunitaria para este escenario se encuentran representados en las figuras 4, 5 y 6.

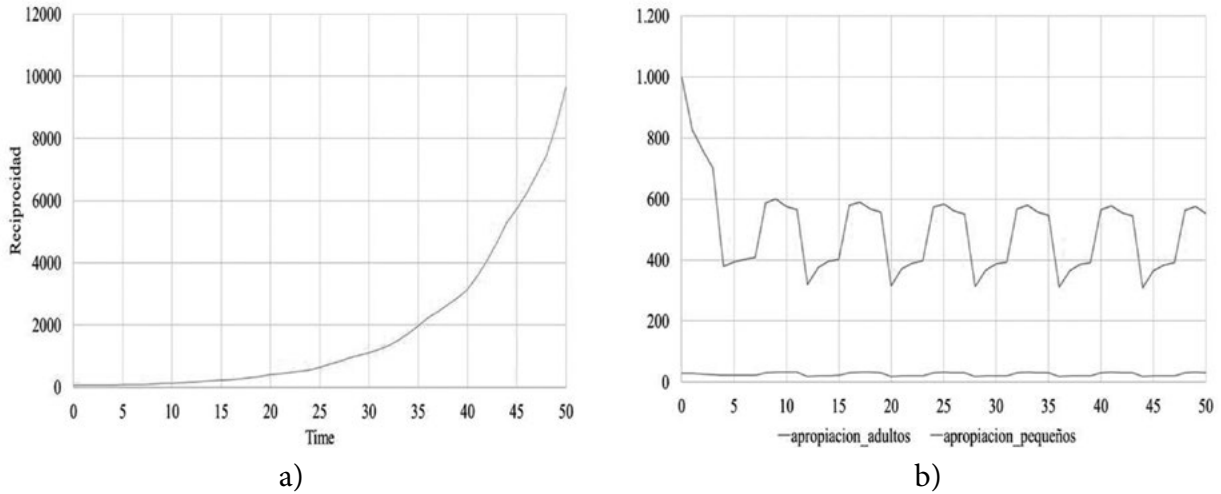


a)

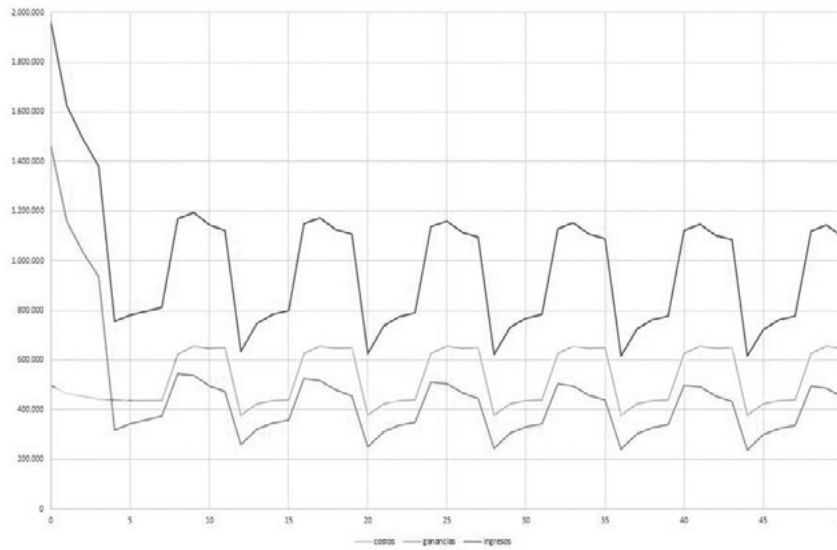


b)

**Figura 4.** a) Simulación del bagre adulto y bagre pequeño del modelo de regulación por autogestión con una comunicación alta. b) Simulación del número de agentes apropiadores del modelo de regulación por autogestión con una comunicación alta. Elaboración propia, 2016.



**Figura 5.** a) Simulación del valor de la reciprocidad de los agentes apropiadores en el de regulación por autogestión con una comunicación alta. b) Simulación de la apropiación de bagre adulto y bagre pequeño en el modelo de regulación por autogestión con una comunicación alta. Elaboración propia, 2016.



**Figura 6.** Simulación de los ingresos, ganancias y costos en el modelo de regulación por autogestión con una comunicación alta. Elaboración propia, 2016.

El modelo del bagre regulado por autogestión para este escenario proyectó resultados que al final son alentadores. En la figura 2 se observa el comportamiento de las variables bagre adulto y el pequeño, donde en un inicio se disminuye rápidamente ya que el nivel de reciprocidad aun no es el suficiente para que los pescadores tomen conciencia del uso del recurso, por lo tanto se intenta emprender una dinámica de depredación

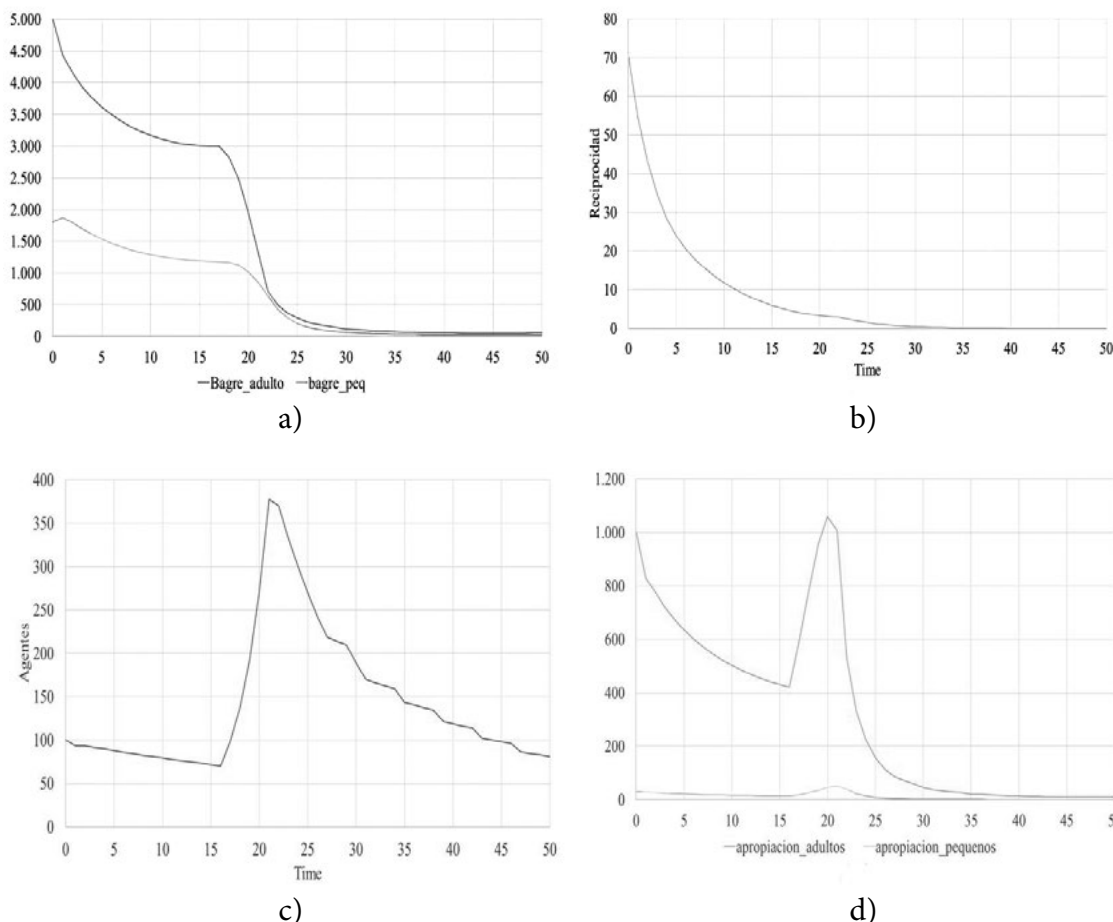
(ver figura 3), pero a medida que el nivel de reciprocidad aumenta (ver figura 4) el sistema comienza a estabilizarse, es decir, los pescadores empiezan a tener confianza los unos en los otros, se cumplen los acuerdos establecidos por ellos mismos y se llega a que estos acuerdos determinen un uso sostenible del bagre, en las figuras 5 y 6 se observa como en el transcurso del tiempo se logra una constante en el número de apropiación



ciones tanto de bagre pequeño como grande y de las ganancias-costos-ingresos, en este experimento se logra que el bagre no se depreda y que los pescadores obtengan ganancias de la apropiación que realizan del mismo.

### Segundo escenario: Comunicación baja.

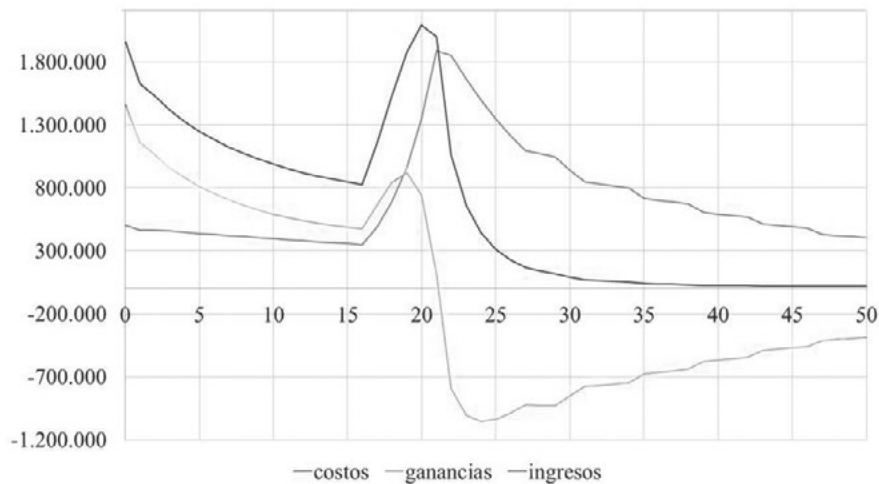
Los resultados de la simulación del modelo del bagre regulado por autogestión comunitaria para este escenario se encuentran representados en las figuras 7 y 8.



**Figura 7.** a) Simulación del bagre adulto y bagre pequeño del modelo de regulación por autogestión con una comunicación baja. b) Simulación del valor de la reciprocidad de los agentes apropiadores en el modelo de regulación por autogestión con una comunicación baja. c) Simulación del número de agentes apropiadores del modelo de regulación por autogestión con una comunicación baja. d) Simulación de la apropiación de bagre adulto y bagre pequeño en el modelo de regulación por autogestión con una comunicación baja. Elaboración propia, 2016.

En este escenario a diferencia del anterior se observa que se llega a una depredación total del bagre (ver figura 7a), debido a que en un comienzo las condiciones de reciprocidad no permiten que se realice un uso sostenible del recurso, el número de apropiadores disminuye lo que influye en la apropiación del recurso (ver figura 7d), pero en el

momento que la reciprocidad disminuye más cada año (ver figura 7b), se incumplen los acuerdos, los agentes apropiadores aumentan (ver figura 7c) y cada uno toma el mando, es decir, cada agente explota el recurso a su máxima capacidad que pueda para tratar de suplir los costos que se le ocasionan por la actividad (ver figura 8).



**Figura 8.** Simulación de los ingresos, ganancias y costos en el modelo de regulación por autogestión con una comunicación baja. Elaboración propia, 2016.

En este escenario todos pierden, se depreda el bagre y los pescadores guiados por su excesiva actividad llevan a tener ganancias nulas.

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, existe una mayor posibilidad de realizar estudios en casos específicos, dadas las características particulares del bien a analizar y el comportamiento de la sociedad que lo explota. Al contrario del modelo general, que no es capaz de capturar la variabilidad asociada a las condiciones particulares del tema de autogestión.

El mecanismo de Autogestión puede lograr establecer un uso sostenible del bagre de acuerdo con las siguientes circunstancias: Que exista un alto grado de comunicación entre los pescadores de la región, que los grados de confianza iniciales, sean medios, es decir, que los acuerdos que se establezcan no se den entre personas totalmente desconocidas, sino que ya haya un grado de conocimiento entre ellos que les permita confiar en el trabajo realizado por cada uno.

Debido a la complejidad que tiene llegar a estudiar sistemas sociales, en este caso conocer completamente la dinámica del bagre, se hace presente la duda durante todo el estudio de que tan precisos

son los supuestos modelados y si logran reflejar completamente la situación del caso de estudio. Esto conlleva a la necesidad de ampliar los detalles en el caso específico, de tal manera que incluya de una forma completa las dinámicas de los pescadores y las características climáticas de la región.

La dinámica de sistemas permitió llevar a cabo una explicación de cómo se entendía el fenómeno de la depredación en el recurso del bagre en el Banco del Magdalena a un nivel muy básico, ya que muchas variables tienen comportamientos difíciles de explicar con una relación simple de causalidad. Es sugerido emplear datos históricos o regresiones en el momento de representar variables exógenas en el modelo.

### Referencias

- Aracil, J., y Gordillo, F. (1997). Dinámica de sistemas. *Alianza Editorial*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2nd ed.) (1991). *Constitución Política de Colombia*. doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004
- Beltrán, I., y Estrada, M. (2000). *El ordenamiento pesquero acuícola dentro del ordenamiento territorial y ambiental: Manual metodológico*. Santa Fé de Bogotá, Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura.

- Cárdenas, L., y Perea, J. (2005). *Evaluación dinámica sistémica de la teoría de regulación de recursos comunes como explicación de su depredación en Colombia* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia.
- Cortes, G. (2003). *Guía para el manejo, cría y conservación del bagre rayado: pseudoplatystoma fasciatum (Linneo)*. Recuperado de <https://books.google.es/books?id=ROB4D-Hpq7x0C>
- Coyle, R. (1985). Representing discrete events in system dynamics models: a theoretical application to modelling coal production. *Journal of the Operational Research Society*.
- Etter, A., McAlpine, C., Pullar, D., & Possingham, H. (2006). *Modelling the conversion of Colombian lowland ecosystems since 1940: Drivers, patterns and rates*. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.05.017>
- Fundación ProAves. (2013). Reservas de ProAves.
- González, J. I. (2013). Minería en Colombia. *Revista de Economía Institucional*, 15(28), 389–391.
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1245–1248.
- Hilbe, C., Traulsen, A., & Sigmund, K. (2015). Partners or rivals? Strategies for the iterated prisoner's dilemma. doi: <http://doi.org/10.1016/j.gcb.2015.05.005>
- Incoder. (2006). *Pesca y Acuicultura Colombia 2006*. Recuperado de [http://www.conicyt.cl/documentos/dri/ue/Pesca\\_Acuic\\_Fishery\\_Aquac\\_BD.pdf](http://www.conicyt.cl/documentos/dri/ue/Pesca_Acuic_Fishery_Aquac_BD.pdf)
- Klugman, J. (2010). *Human Development Report 2010 The Real Wealth of Nations : Pathways to Human Development*. (Palgrave Macmillan, Ed.), *Human Development*. New York: Palgrave Macmillan Houndmills.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *V Informe nacional de la biodiversidad de Colombia ante el convenio de diversidad biológica*. Recuperado de <http://www.co.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/undp-co-informebiodiversidad-2014.pdf>
- Neumann, J. von, & Morgenstern, O. (1953). *Theory of games and economic behavior. Challenge*, 8.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. doi:<https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>
- Ostrom, E., Gardner, R., & Walker, J. (1994). *Rules, games, and common-pool resources*. Michigan, EE.UU: The University of Michigan Press.
- Romero, M., Maldonado, J., Bogotá, J. D., Usama, S., Umaña, A. M., Murillo, J., ... Payán, E. (2009). *Informe sobre el estado de la biodiversidad en Colombia 2007-2008: piedemonte orinoquense, sabanas y bosques asociados al norte del río Guaviare*. Recuperado de <http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/informe-sobre-el-estado-de-la-biodiversidad-en-colombia-2007-2008-piedemonte-orinoquensesabanas-y-bosques-asociados-al-norte-del-rio-guaviare.pdf>
- Sterman, J. (2000). Learning in and about complex systems. *Business dynamics* (3–40).
- Stevens, S. (2008). *Games people play. Game theory in life, business, and beyond*. Harrisonburg, EE.UU.: James Madison University.
- Straffin, P. (1993). Game theory and strategy. *Mathematical association of America*, 255.



“PIENSA EN TODA LA  
**BELLEZA** QUE AÚN  
HAY A TU ALREDEDOR  
Y SÉ **FELIZ.**”

*Ana Frank*