

REVISTA DE DINAMICA DE SISTEMAS

Simulación dinámica de la cobertura forestal de Guatemala y propuesta de líneas de acción

Alberto Carlos Franco Hernández
colocho23@hotmail.com



<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>
Vensim <http://www.atc-innova.com/>



Índice

Resumen	3
Summary	3
1. Introducción	4
2. Capítulos de la Memoria	4
2.1. Marco Teórico.....	4
2.1.1. Sector forestal de Guatemala.....	4
2.1.2. Políticas forestales de Guatemala	6
2.1.3. La Teoría de Sistemas	8
2.1.4. Diagramas causales	9
2.2. Materiales y métodos.....	10
3. Resultados	11
4. Conclusiones y Recomendaciones.....	14
5. Bibliografía	15
6. Agradecimientos.....	15

Resumen

Este documento presenta un primer análisis sobre las principales causas de la pérdida de cobertura forestal en Guatemala. Con base en la dinámica de sistemas, se propone un modelo dinámico de escala nacional que revela cómo la deforestación es un problema que se refuerza a sí mismo a través del mercado ilegal de madera y leña. Los resultados sugieren que las políticas nacionales que se emplean para acabar con la deforestación en el país deben ser reevaluadas y validadas con modelos dinámicos más detallados y socialmente participativos.

Summary

This document presents a brief analysis about the structural causes of deforestation in Guatemala. Based on system dynamics, a national scale model is proposed, which unveils deforestation as a reinforcing problem through the illegal timber and firewood market. Obtained results suggest that national policies, designed to tackle deforestation in the country, should be reevaluated and validated using more detailed dynamic models and participatory modeling.

1. Introducción

Guatemala posee 3 722 595 hectáreas de cobertura forestal, lo que representa el 34,2% del territorio (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012). Para la sociedad nacional, los bosques son importantes por ser proveedores de bienes tales como madera, leña, broza y otros productos no maderables. Los bosques también contribuyen a la regulación hidrológica, belleza escénica y aminoran los impactos climáticos, entre otros servicios ecosistémicos. Es considerable que el 74% de la población de Guatemala dependa de la leña como su principal fuente energética (BANGUAT y URL/IARNA, 2009), existiendo actualmente un déficit de 5,7 millones de toneladas anuales.

Las causas de la deforestación y degradación de los bosques en Guatemala son variadas, reflejándose en la pérdida anual de 132 137 hectáreas de bosque en el territorio nacional (INE, BANGUAT y URL/IARNA, 2013). Como respuesta a la pérdida de cobertura forestal, se han desarrollado diversos instrumentos de política, tales como el Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-, el Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, el Programa de Incentivos para pequeños poseedores de tierras de vocación forestal –PINPEP- y las licencias forestales. Sin embargo, hasta el momento ha existido una baja efectividad de estas medidas pues no se ha logrado revertir la tendencia de deforestación (URL/IARNA, 2012).

Por lo tanto, el proyecto a desarrollar buscará analizar de manera sistémica la dinámica de la cobertura forestal en el país, con énfasis en la deforestación. La intención del proyecto es ilustrar, en un diagrama causal, los factores estructurales que influyen en la dinámica de deforestación a escala nacional. Se espera que el proyecto facilite la comprensión de dicho fenómeno y promueva la discusión sobre las políticas nacionales que actualmente intentan minimizarlo.

2. Capítulos de la Memoria

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Sector forestal de Guatemala

Se estima que la cobertura forestal de Guatemala en 2006 fue de 3,87 millones de hectáreas; para el 2010 fue de 3,72 millones de hectáreas, de las cuales, 1,94 millones se encontraban en áreas protegidas y 1,77 millones de hectáreas era cobertura forestal fuera de áreas protegidas (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012). La tasa de deforestación bruta para el período 2006 - 2010 fue de 132 137 hectáreas anuales; en términos relativos, el inventario forestal ha disminuido a una tasa del 1,00% anual en los últimos cuatro años. La pérdida de bosque se ha dado principalmente sobre los bosques latifoliados, seguido por los bosques mixtos, de coníferas y mangle. En términos relativos ha sido el mangle el que ha sufrido la pérdida de una mayor proporción de área.

El aprovechamiento forestal sostenible es permitido dentro de algunas categorías de manejo de áreas protegidas; sin embargo, en el período 2006 - 2010 se estimó que más del 30% de la deforestación ocurrió dentro de áreas protegidas (INAB, CONAP, UVG y URL, 2012).

En 2006, de los bosques nacionales salieron 30,7 millones de m³ de madera, de los cuales el 95% se destinó para aprovechamientos (equivalente a 29,1 millones de m³ de madera) y el restante 5% se debió a incendios, muerte natural o plagas. Aunado a esta dinámica, es importante resaltar que el 95% de los aprovechamientos se hizo de manera no controlada¹ (BANGUAT y URL, IARNA, 2009).

Además, en el país existe una alta demanda de leña por parte de los hogares y esta se utiliza como fuente de energía. Según la Encuesta de Condiciones de Vida 2006, un total de 1,7 millones de hogares (65% de la población guatemalteca) dependen de la leña para cocinar, ya sea de manera exclusiva o complementaria a otra fuente energética. En general, puede mencionarse que no existe un uso eficiente de la leña y se estima que por cada metro cúbico de madera autorizada, se utilizan 391 m³ de madera de forma ilegal (INAB, IARNA-URL, FAO/GFP, 2012).

Se estima que el aporte de los bosques a la generación de riqueza es del 2,6% del PIB (BANGUAT y URL, IARNA, 2009). La producción forestal tuvo un valor bruto de Q. 6 733 millones en 2006, del cual Q. 816 millones se destinaron para la compra de insumos productivos (consumo intermedio) y Q 9,5 millones se destinaron para el pago de impuestos (netos de subsidios). Eso dejó un valor agregado del sector (PIB forestal) de Q 5 927 millones. En términos de empleo, el sector incorporó aproximadamente a 572,499 personas en 2006, de los cuales el 7% eran trabajadores formales, lo que evidencia la alta informalidad del trabajo en el aprovechamiento del bosque.

La dinámica de los derechos de la tierra en cuanto a su tenencia se ha visto afectada por distintos factores que intervienen en la relación bosque-comunidad, como la injerencia de proyectos conservacionistas para convertir bosques comunales en áreas protegidas, así como nuevas dinámicas económicas derivadas de la minería e hidroeléctricas (Elías, Larson, & Mendoza, 2009).

En cuanto a la tenencia de la tierra, puede mencionarse que dentro de áreas protegidas predomina la tenencia estatal en un 74%, mientras que el 26% restante de la tierra es propiedad privada o municipal. Fuera de áreas protegidas predomina la tenencia privada (individual o en sociedad), aunque debe

¹ Se utiliza el término “no controlada” para caracterizar aquella tala que escapa a los procesos de regulación. La legalidad de los aprovechamientos es una línea difícil de establecer con claridad, pues los hogares guatemaltecos tienen derecho a aprovechar cierta parte del bosque con fines domésticos. En la práctica, no es tarea fácil diferenciar entre un aprovechamiento familiar no regulado y uno realmente ilegal.

considerarse que la propiedad comunal es importante, pues se estima que el 15% de los bosques fuera de áreas protegidas son bosques comunales o municipales.

Los bosques comunales son particularmente importantes en el altiplano occidental, donde los bosques se valoran por ser fuentes de agua, leña y madera. Las iniciativas de conservación del bosque dentro de la dinámica de tenencia municipal a estatal ayudan a detener el deterioro del recurso y puede favorecer las condiciones de éste, así como a reducir la amenaza sobre la biodiversidad (Elías, Larson, & Mendoza, 2009).

2.1.2. Políticas forestales de Guatemala

La política forestal en Guatemala puede dividirse en tres grandes aspectos: a) conservación de áreas protegidas, b) manejo de bosque natural con fines de protección y provisión de servicios ambientales; y c) fomento productivo a través de manejo de bosque para producción y plantaciones forestales.

Respecto al primer aspecto, la política de áreas protegidas tiene su propio marco legal (Decreto 4-89, Ley de Áreas Protegidas) y cuenta con su propio instrumento de política, esto es, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SIGAP-. El Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- es la estructura institucional encargada de asegurar la conservación de los bosques y la biodiversidad nacional, además tiene a su cargo la administración del SIGAP.

En relación al segundo aspecto, la política forestal fuera de áreas protegidas tiene sustento legal en la Ley Forestal (Decreto 101-96), cuyo ente rector es el Instituto Nacional de Bosques –INAB-; institución encargada de promover los bosques con fines de protección y producción, así como del fomento de las plantaciones.

El manejo forestal con fines de protección se refiere al impulso de bosques para proveer servicios ambientales, principalmente el manejo de cuencas, evitar erosión, protección de agua y conservación de la biodiversidad. El principal instrumento económico en este caso es el PINFOR, donde se otorga cerca de Q. 345/ha (US\$43/ha) en fincas mayores de 100 hectáreas y Q. 2 660/ha (US\$ 333/ha) en áreas menores de 5 hectáreas. En el período 1998 - 2009, se otorgó un monto total de Q. 157 millones (US\$ 20 millones), alcanzado un total de 155 mil hectáreas en bosques de protección.

Respecto al tercer aspecto, el fomento productivo en bosque se refiere a la extracción de madera proveniente de los bosques naturales, la cual debe realizarse sin sobrepasar la tasa natural de crecimiento maderable. Los bosques naturales aprovechables representan más del 54% de la cobertura forestal actual y, según la ley forestal, la madera de bosques naturales es propiedad de la nación.

La ley prohíbe la exportación de madera proveniente de bosque natural que no tenga un procesamiento industrial; por ejemplo, se prohíbe la exportación de troza,

pero se puede exportar madera aserrada. Los principales instrumentos de política en este caso son las licencias forestales y los incentivos económicos PINFOR.

Las licencias forestales son permisos que otorga el Estado a agentes privados para que extraigan madera de los bosques naturales; las plantaciones y los sistemas agroforestales voluntarios y el consumo familiar de leña están exoneradas de licencias (Decreto 101-96). Como se señaló anteriormente, sin embargo, el 95% de la madera que entra a la economía no ha sido regulada, lo cual incluye los volúmenes aprovechados por la industria de transformación.

En cuanto a los incentivos económicos para el manejo de bosques naturales con fines de producción, se otorgan desde Q384/ha (US\$48/ha) en áreas mayores de 100 hectáreas, hasta Q2,807/ha (US\$ 350/ha) en fincas menores de 5 hectáreas. De 1998 a 2009, el Estado devengó un monto total de Q27 millones (US\$3.3 millones), para un total de 19,500 hectáreas de manejo de bosques. Uno de los objetivos de este tipo de incentivos es evitar la ilegalidad en las extracciones maderables de bosque natural.

Por su parte, el fomento de plantaciones se realiza otorgando un monto de Q12,400/ha (US\$ 1,550/ha). De 1998 a diciembre de 2009, se ha devengado un monto de Q893 millones (US\$ 112 millones), alcanzando un total de 88,503 hectáreas de plantaciones. Por sus condiciones agronómicas favorables al cultivo forestal, los incentivos para plantaciones se concentran en los departamentos de Alta Verapaz (con el 39% del área total), Petén (23%), Izabal (7%), Escuintla (5%), Baja Verapaz (5%) y Huehuetenango (3%).

Cabe señalar que en 2010, el Congreso de la República aprobó el Programa de Incentivos al Poseedor de Pequeñas Extensiones de Tierra –PINPEP-, el cual otorga pagos en efectivo a poseedores de parcelas de menos de dos hectáreas. Este programa inició en 2012 y se debe perfilar como un instrumento de fomento de sistemas agroforestales.

El Cuadro 1 muestra el funcionamiento actual del PINFOR en base a los montos asignados a reforestación y manejo de bosque natural. El manejo de bosque natural y el manejo de regeneración natural representan, cada uno, el 1% del monto total del incentivo; el manejo de bosque para protección absorbe el 15%, y la reforestación representa el 83%.

Cuadro 1. Tipo de proyecto y área incentivada dentro del PINFOR (período 1998-2009).

Componente	Monto total asignado (Quetzales)	Área total incentivada (ha)	Quetzales/hectárea
Reforestación	906 255 803,10	90 622,48	12 400
Manejo de bosque natural (MBN)			
MBN para protección	157 362 475,70	155 492,43	806
MBN para producción	13 962 226,94	17 455,68	1 003

Fuente: Elaboración propia con base en INAB, 2010.

Los proyectos de menos de 30 hectáreas concentraron el 73% de los proyectos, pero el área está focalizada en proyectos mayores de 50 hectáreas (50% del total). Dado que el incentivo es mayor para plantaciones, el 50% del monto total se concentra en proyectos de 40 a 200 hectáreas, y el 42% del incentivo en proyectos menores de 40 hectáreas.

De acuerdo a los montos que el PINFOR otorga, se refleja una orientación de la política forestal de Guatemala hacia la promoción de plantaciones. El fomento del manejo de bosques naturales se desarrolla a través de la regulación, cuyo instrumento básico de política es la licencia forestal. Este tipo de instrumento de 'comando y control', sin embargo, no logra regular el 95% de la extracción forestal nacional.

2.1.3. La Teoría de Sistemas

La teoría general de sistemas es una herramienta poderosa que permite explicar fenómenos que ocurren en la realidad y hace posible la predicción del comportamiento futuro de la misma.

La teoría general de sistemas ofrece un marco para el análisis integral del entorno humano. Debe reconocerse, sin embargo, que el enfoque de sistemas es 'descriptivo' en lugar de ser 'explicativo'. Los sistemas ayudan a identificar los procesos que existen y a explicar cómo funciona un conjunto de componentes interrelacionados. Pero, por qué los sistemas funcionan de la manera que lo hacen? o cómo se afectan los sistemas cuando cambian sus variables? Muchas veces estas preguntas requieren de una tarea explicativa que puede abordarse por diferentes construcciones teóricas, muchas de ellas basadas en la economía, la geografía o la antropología (Halbe, 2009).

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre sí, ya sea directa o indirectamente; cada sistema persigue objetivos particulares (Aracil, 1997). Es importante visualizar el sistema como un todo, de esta forma es posible que se encuentren soluciones integrales con respecto al problema, por lo que el investigador debe buscar las consecuencias más importantes de las actividades del sistema estudiado y debe tomar en cuenta una serie de pasos para alcanzar su objetivo.

Un sistema abierto se caracteriza por los elementos siguientes: i) una corriente de entrada; ii) el proceso de conversión; iii) una corriente de salida; iv) la supraestructura; v) la infraestructura del sistema, y vi) la comunicación de retroalimentación (Figura 1).



Figura 1. Esquema básico de un sistema.
Fuente: Elaboración propia

2.1.4. Diagramas causales

Estos son representaciones gráficas de cómo una persona o un grupo de personas entienden un problema determinado. Estos diagramas son útiles para develar la estructura del sistema con el que se asocia un problema bajo estudio. La complejidad de un diagrama causal depende de la experiencia de quien los propone, sus conocimientos y la realidad que ha vivido alrededor del problema.

En los diagramas causales suelen identificarse bucles inherentes a la estructura del sistema que se estudia. Estos bucles son cadenas cerradas de relaciones causales que existen entre las variables. Pueden ser de dos tipos: de reforzamiento (Figura 2, símbolo con signo positivo) o de balance (símbolos con signo negativo).

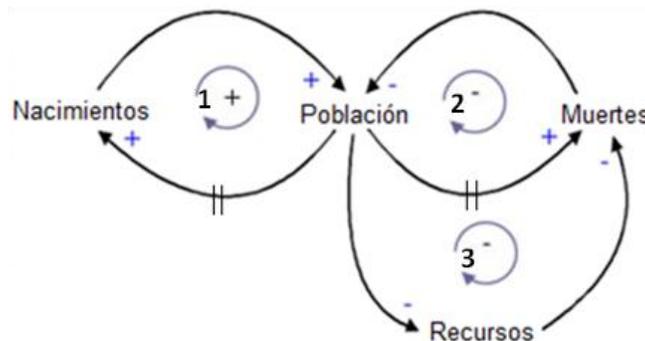


Figura 2. Ejemplo simplificado de un diagrama de bucles causales de una población y sus recursos disponibles.

Fuente: Elaboración propia con base en Aracil, 1997.

Los bucles de reforzamiento son aquellos que incrementan o refuerzan el crecimiento de la variable problema (en el caso del ejemplo, la población). En contraparte, los bucles de balance son aquellos que disminuyen el comportamiento creciente de la variable problema hasta hacerla alcanzar un nivel de equilibrio.

Usualmente, los diagramas causales también suelen presentar características de retardo; es decir, relaciones causales entre variables donde el efecto de un cambio en la variable independiente no se evidencia instantáneamente en la dependiente.

2.2. Materiales y métodos

En relación al material, se utilizó un computador personal y el software Vensim®-PLE.

Respecto al método, la construcción del diagrama causal se realizó con base en Halbe (2009); en donde se distinguen cuatro etapas principales :

- identificación de la variable problema, o sea el aspecto fundamental objeto de estudio.
- identificación de las causas (primarias, secundarias, etc.) del problema, incluyendo flechas que indiquen sus relaciones causales.
- identificación de las consecuencias, siguiendo el mismo procedimiento que el paso anterior.
- identificación de bucles de realimentación (relaciones donde una consecuencia afecta a una o varias causas).

El procedimiento anteriormente descrito se ilustra a continuación:

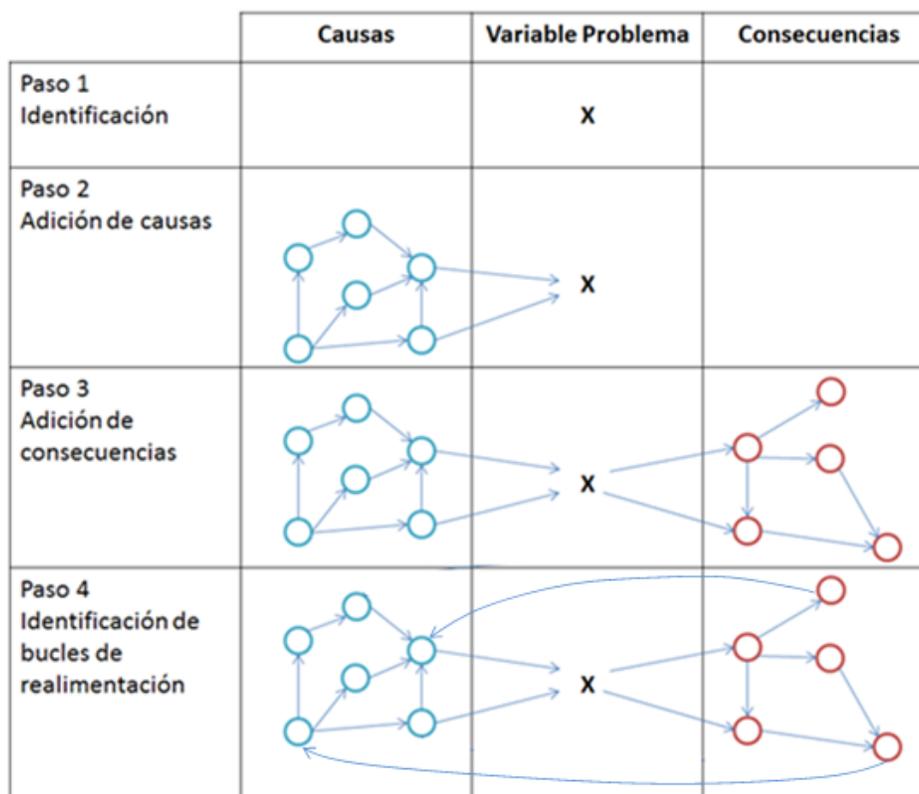


Figura 3. Proceso de construcción de un diagrama de bucles causales.
Fuente: Elaboración propia con base en Halbe, 2009.

3. Resultados

El fenómeno de deforestación en Guatemala tiene múltiples causas. Para comprender la estructura del sistema que da origen al problema se elaboró un esquema general de análisis (Figura 4), en donde la pérdida de bosque natural es ocasionada por dos grandes dinámicas: el cambio de uso de la tierra y el mercado de madera y leña.

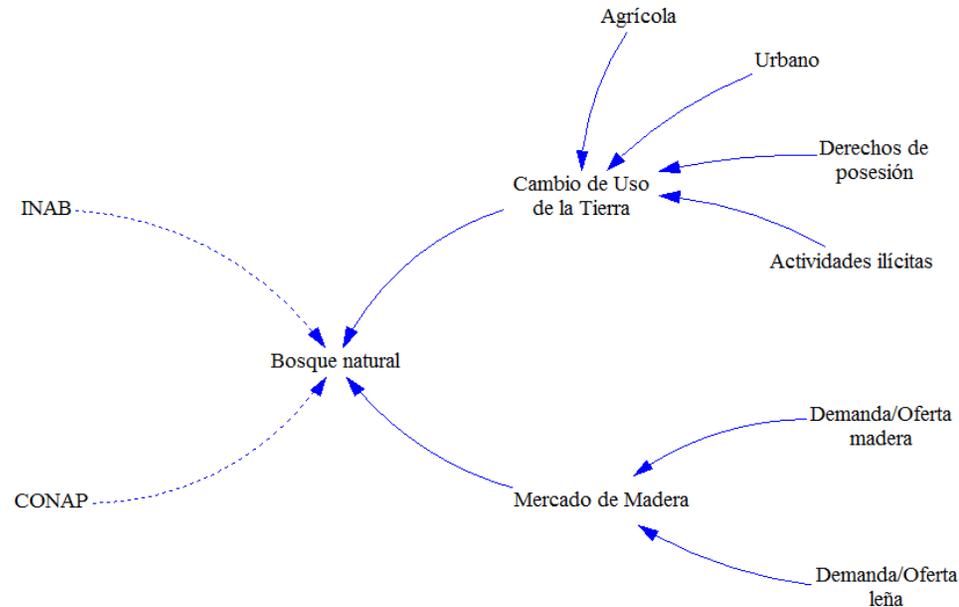


Figura 4. Esquema general de la cobertura forestal en Guatemala.

Fuente: Elaboración propia.

El modelo muestra que las instituciones actúan directamente sobre el recurso bosque, a través del empleo de diversas herramientas de política. Por el otro lado, las fuerzas impulsoras de la deforestación están íntimamente relacionadas a aspectos socioeconómicos de pobreza, corrupción, crecimiento poblacional y desarrollo económico.

Considerando que el 95% de las actividades de extracción de madera y leña en Guatemala se realizan al margen de la ley, a continuación se presenta un segundo esquema causal que hace énfasis en el mercado de madera de Guatemala (Figura 5).

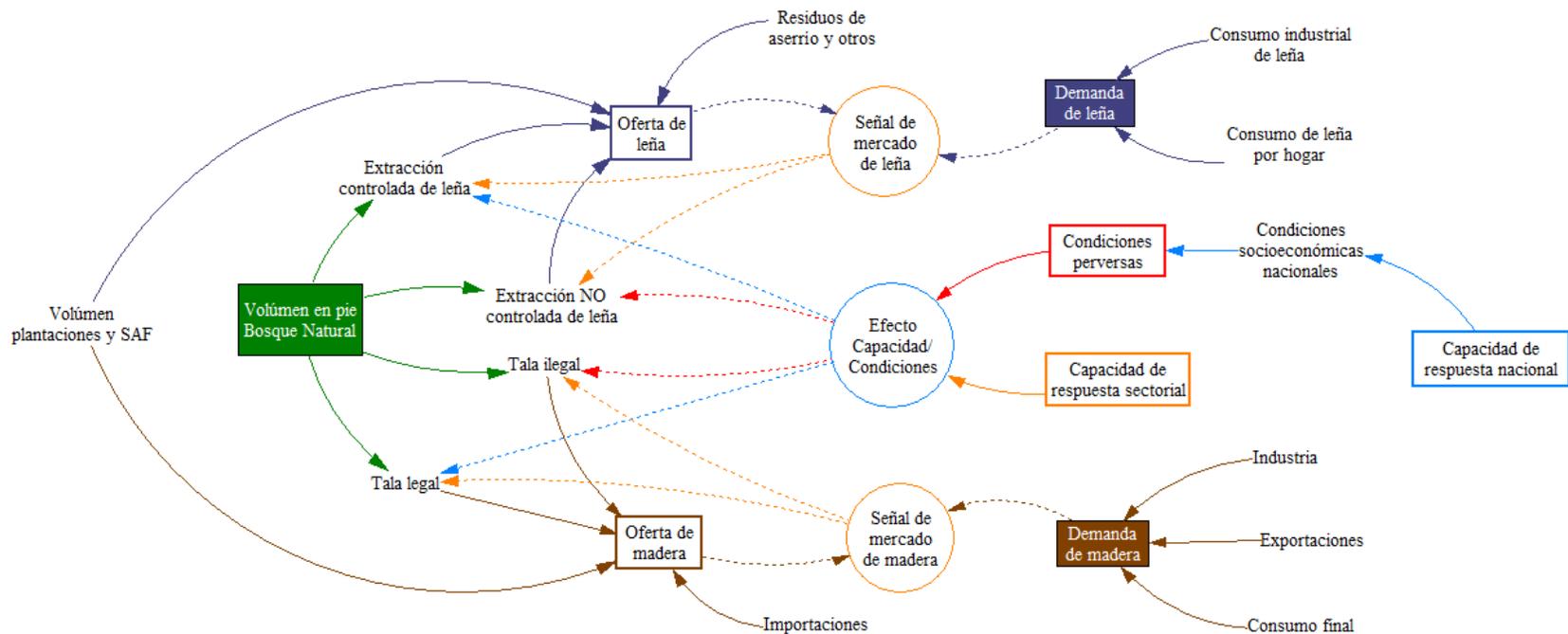


Figura 5. Diagrama causal de deforestación, con énfasis en el mercado de madera.
Fuente: Elaboración propia.

La demanda de leña se deriva del consumo por parte de los hogares y de la industria. Cuando la oferta es insuficiente, el mercado percibe una señal de escasez e impulsa la extracción controlada y no controlada de leña hasta lograr satisfacer la demanda.

Las actividades de extracción de madera son controladas por el sector institucional a través de dos instrumentos: las licencias forestales y los incentivos económicos para promover el manejo forestal. Dicho control es resultado de la capacidad de la institucionalidad nacional, como los juzgados y la policía; y de la capacidad de respuesta sectorial, como los incentivos forestales. La debilidad o fortaleza institucional inhibe o exagera las condiciones perversas, las cuales tienen que ver con la moral y la ética de las personas para extraer de manera ilícita la madera y la leña.

A partir del esquema causal ilustrado en la figura anterior se elaboró un modelo básico de dinámica de sistemas, el cual resalta la extracción ilegal de recursos provocada por el consumo de madera y la capacidad institucional para controlar esta situación.

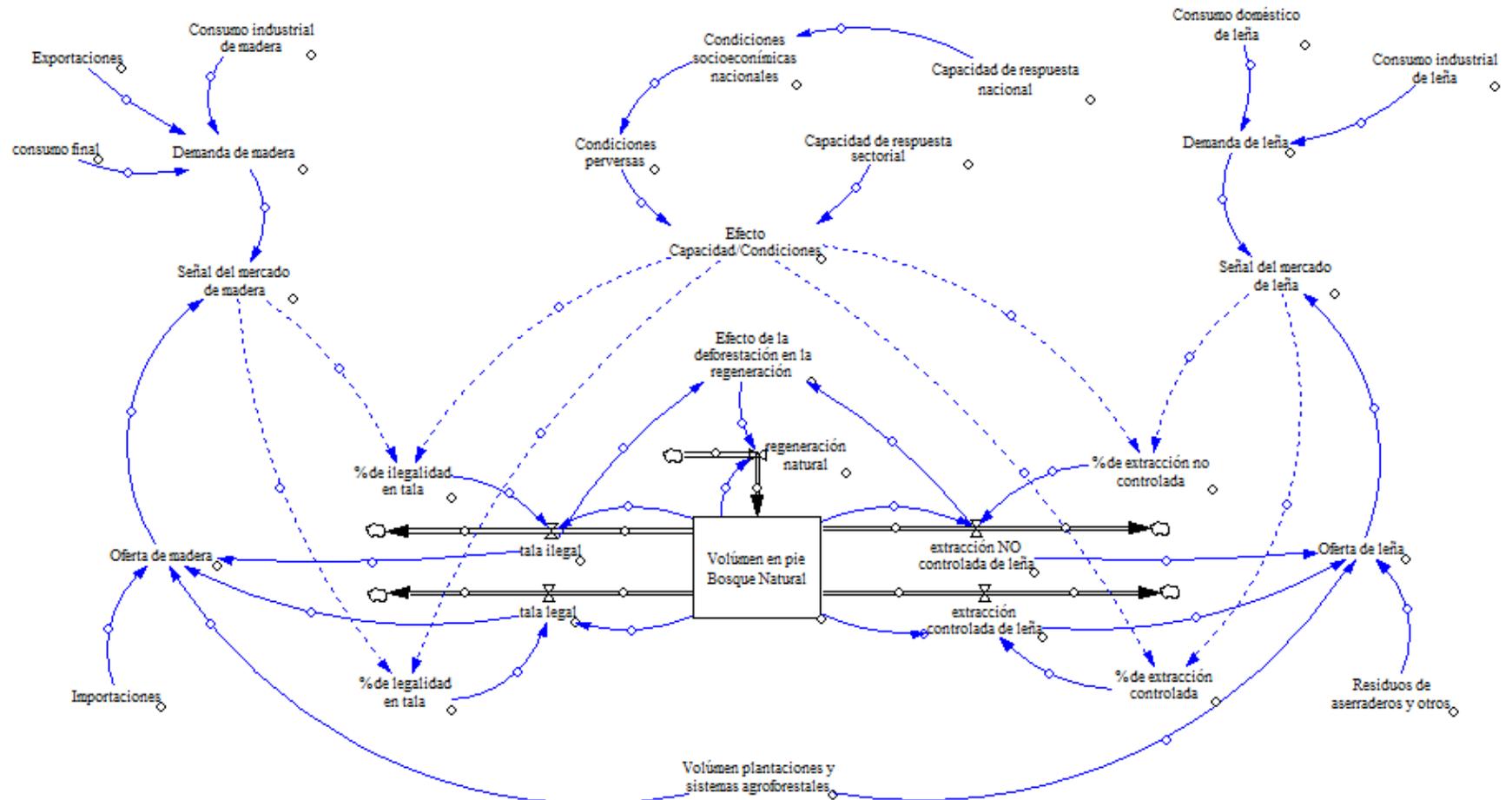


Figura 6. Modelo dinámico de la deforestación en Guatemala, con énfasis en el mercado.
Fuente: Elaboración propia.

4. Conclusiones y Recomendaciones

De los resultados obtenidos se puede concluir que el mercado guatemalteco de madera y de leña se dinamiza por las señales de demanda y oferta que genera el consumo local e internacional. En su mayoría lo que se extrae del bosque es para consumo de leña por los hogares nacionales. La madera es destinada a las industrias locales y una proporción se exporta.

A continuación, la Figura 7 resume la dinámica de los mercados de madera y leña, donde se observa que ésta puede iniciar por una creciente demanda de materia prima. Ello genera una señal de mercado que impulsa la tala del bosque natural; si ésta es ilegal implicará a su vez una degradación del bosque y, consecuentemente, una menor oferta de madera en el mediano y largo plazo. La escasez tenderá a impulsar la demanda, creando un círculo vicioso de deforestación que en el largo plazo podría generar una seria disminución en la disponibilidad del recurso forestal. En este punto, una prohibición para aprovechar el bosque, como las licencias forestales o vedas, podría traer como consecuencia un alza en los precios de la madera, provocando fuertes incentivos para la deforestación.

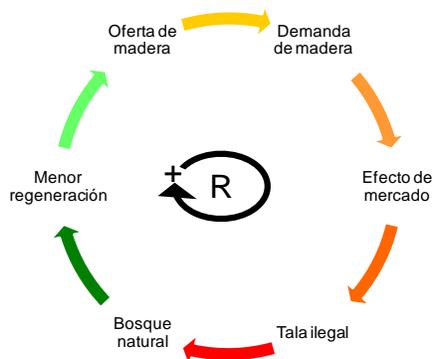


Figura 7. Bucle de reforzamiento entre el bosque natural y el consumo de madera.
Fuente: Elaboración propia.

A partir de este análisis se observa que la deforestación por causa del mercado es una especie de círculo vicioso, por lo que las estrategias nacionales y locales deben implementarse en puntos clave donde causen impactos significativos. Es muy probable que la lógica y las consecuencias no intencionadas de las herramientas actuales que se emplean en Guatemala, para acabar con la deforestación, deban ser reevaluadas y validadas.

De forma primordial, la política forestal dirigida a evitar la deforestación del bosque natural debe reevaluarse, pues las acciones hasta ahora realizadas no han tenido los resultados esperados. Además es imprescindible el fortalecimiento, en recursos financieros y personal capacitado, de las instituciones encargadas de administrar áreas protegidas y el fomento productivo, así como de las instituciones de seguridad y justicia dedicadas al control y resguardo de los bienes y recursos naturales del país.

Es necesario verificar a todo nivel la legalidad de la procedencia de los productos forestales para crear una tendencia hacia la legalidad del aprovechamiento, la cual garantiza la regeneración del bosque y la provisión sostenible de madera a largo plazo a precios relativamente más estables.

Se considera importante el uso del manejo forestal sostenible como una de las acciones principales para reducir la presión sobre el bosque natural. Mientras que para contrarrestar la problemática por el déficit de leña en el país, se debe considerar la introducción de estufas eficientes y el establecimiento de bosques energéticos.

5. Bibliografía

Aracil, J., & Gordillo, F. (1997). *Dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial.

BANGUAT y URL/IARNA. (2009). *Cuenta Integrada del Bosque: Resultados y análisis*. Guatemala: Banco de Guatemala e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.

Elías, S., Larson, A., & Mendoza, J. (2009). *Tenencia de la tierra, bosques y medios de vida en el altiplano occidental de Guatemala*. Guatemala: Editorial de Ciencias Sociales.

Halbe, J. (2009). *Participatory Approach to Policy Assessment in Complex Human-Environment-Technology Systems – Application to Integrated Water Management in Cyprus*. Tesis de Maestría. Segen, Alemania: Universidad de Siegen.

INE, BANGUAT y URL/IARNA. (2013). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: compendio estadístico*. Guatemala: Instituto Nacional de Estadística, Banco de Guatemala e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.

INAB, CONAP, UVG y URL. (2012). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la cobertura forestal 2006-2010*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar.

URL/IARNA. (2012). *Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar.

6. Agradecimientos

A la organización Fondo Verde, su División de Cooperación Internacional y al Comité de Becas, por el otorgamiento del beneficio de Beca para la realización de este Diplomado.

A mi profesor, Ph.D Juan Martín García por enseñarme y motivarme a desarrollar nuevas herramientas para utilizar en el ejercicio de mi profesión como Ingeniero Ambiental.

Dinámica de Sistemas

<http://www.dinamica-de-sistemas.com/>



Vensim

<http://www.atc-innova.com/>

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



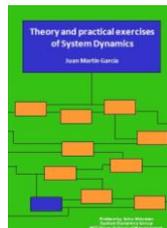
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)