



**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



*Proyecto de Investigación previo la obtención
del título de Ingeniero Ambiental.*

**Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas
agroambientales en la Reserva de Biosfera Yasuní**

AUTOR: Anelise Gissela Torres Diaz

DIRECTOR: Marco Heredia Rengifo M.Sc.

Pastaza – Ecuador

2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo **ANELISE GISSELA TORRES DIAZ**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento y que no he plagiado dicha información.

Anelise Gissela Torres Diaz

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En mi calidad de Director del proyecto de la investigación denominada “**Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas agroambientales en la Reserva de Biosfera Yasuni**” del autor: **TORRES DIAZ ANELISE GISSELA** con CI: 1501043671 egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del jurado examinador designado por el consejo directivo.

Marco Heredia Rengifo M.Sc.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Ingeniería Ambiental, por permitirme tener el honor de ser una profesional de esta gloriosa Universidad.

A mi director de tesis, al M.Sc. Marco Heredia Rengifo por su esfuerzo y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí, que pueda terminar con éxito este proyecto investigación.

También me gustaría agradecer al M.Sc. Edison Suntasig por su apoyo ofrecido en este proyecto, por su rectitud en su profesión como docente y por sus consejos, que me ayudaron a formarme como persona y profesional.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional y que han brindado su amistad, consejos, apoyo y motivación, les agradezco mucho por formar parte de mi vida y por todo lo que me han brindado.

Para ellos: Muchas gracias y que Dios los bendiga siempre.

Anelise Gissela Torres Diaz

DEDICATORIA

El presente proyecto dedico principalmente a Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera.

A mis padres Reinaldo Torres y Nubia Diaz aunque estén divorciados siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo dejando a un lado sus diferencias, siendo ellos el motivo de mi inspiración en el transcurso de mis estudios superiores para cumplir con mi objetivo propuesto, de ser una profesional. Sobre todo, porque son un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos Isamar Torres, Janio Torres y Natalia Torres por sus sabios consejos, aunque todos hemos pasado por momentos muy duros en nuestra familia hemos logrado superarlos juntos y mantenernos unidos, son una parte muy importante de mi vida.

Mis sobrinos Nahomi Vargas y Christofer Vargas para que vean en mí un ejemplo a seguir.

A Danny Acosta por demostrarme que, si existe la verdadera amistad, brindándome su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida. Eres una gran persona y me encanta tenerte a mi lado como un gran amigo.

A E.R.S.N. porque con su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, de este proyecto y de mi vida, pude cumplir con mis metas, gracias por ser quién eres y ser una persona especial en mi vida.

Anelise Gissela Torres Diaz

RESUMEN

La Reserva de Biosfera Yasuní (RBY), posee una alta diversidad de flora y fauna y la presencia de muchas nacionalidades indígenas. La RBY ha sufrido una rápida transformación a causa de actividades antrópicas: carreteras por la explotación petrolera, colonización, deforestación y utilización excesiva de los recursos naturales, originando un declive de los sistemas agroambientales y perjudicando a los Pueblos indígenas en aislamiento voluntario (PIAs). El objetivo fue: analizar la dinámica prospectiva de los sistemas agroambientales y las vías terrestres sobre el patrimonio natural y cultural en la RBY. En el proceso metodológico se utilizó un sistema de modelaje basado en agentes (MBA) con la aplicación del software Netlogo. Para la generación del modelo PIAs_v2.1 se siguió el lenguaje de programación del modelo PIAs_v1 y para la digitalización de las vías Auca, Maxus, Edén-Yuturi (bloque 31), la ITT, se utilizó mapas cartográficos e imágenes satelitales. Se definieron tres escenarios de simulación de 241, 368, 491 individuos Tagaeri y Taromenane considerando las unidades de tiempo: 25, 50 y 75 años a partir de diez repeticiones se generaron los escenarios, las simulaciones evidencian la influencia de las vías terrestres en la tasa de deforestación: 32% a los 25 años y a los 75 años en el escenario tres el 35% siendo la tasa mayor registrada del avance de la frontera agrícola por la insostenibilidad de los sistemas agroambientales. La población contactada de los indígenas aumentó al contacto por el avance de frontera de los sistemas agroambientales, lo que generó una posible desaparición de los PIAs.

Palabras clave: Amazonía, frontera agrícola, deforestación, software netlogo.

ABSTRACT

The Yasuní Biosphere Reserve (RBY) has a high diversity of flora and fauna and the presence of many indigenous nationalities. The RBY has undergone a rapid transformation due to anthropogenic activities: roads through oil exploitation, colonization, deforestation and excessive use of natural resources, leading to a decline in agro-environmental systems and damaging the indigenous peoples in voluntary isolation (PIAs). The objective was: to analyze the prospective dynamics of the agri-environmental systems and the land routes on the natural and cultural heritage in the RBY. In the methodological process, it was used in an agent-based modeling system (MBA) with the Netlogo software application. The programming language of the PIAS_v1 model was followed for the generation of the PIAs_v2.1 model and for the digitalization of the Auca, Maxus, Edén-Yuturi (block 31), ITT, cartographic maps and satellite images were used. Three simulation scenarios of 241, 368, 491 Tagaeri and Taromenane individuals were defined considering the time units: 25, 50 and 75 years from ten repetitions the scenarios were generated, the simulations show the influence of the terrestrial roads in the rate deforestation: 32% at age 25 and at age 75 at stage three, 35% being the highest recorded rate of advance of the agricultural frontier due to the unsustainability of agri-environmental systems. The contacted population of the indigenous people increased in contact with the advance of the frontier of the agri-environmental systems, which generated a possible disappearance of the PIAs.

Keywords: Amazon, agricultural frontier, deforestation, software netlogo.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Problema de investigación.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 Objetivo General:.....	3
1.2.2 Objetivos específicos:.....	3
CAPÍTULO II	4
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	4
2.1 Reserva de Biosfera Yasuní (RBY).....	4
2.2 Criterios de Zonificación de la RBY.....	5
2.3 Asentamientos Humanos: Pueblos Indígenas en Contacto Inicial y en Aislamiento Voluntario.....	5
2.5 Petróleo: conexiones terrestres y proceso de colonización.....	9
2.5.1 Vías de comunicación de la RBY.....	9
2.6 Dinámica de los sistemas agroambientales: Degradación de Ecosistemas.....	11
2.7 Pueblos Indígenas: Actividad agrícola – Deforestación.....	12
2.8 Dinámica de los Sistemas Complejos (SCs): Modelización.....	14
2.9 Sistemas Complejos: Modelos basados en agentes.....	15
CAPÍTULO III	16
MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Localización.....	16
3.2 Tipo de Investigación.....	17
3.3 Métodos de Investigación.....	17
3.4 Recursos Humanos y Materiales.....	24
CAPÍTULO IV	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Construcción del sistema vial terrestre (carretas primarias y secundarias) sobre el modelo PIAs_v2.1 para determinar su influencia en la Reserva de Biosfera Yasuní.....	26
4.2 Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres (carreteras primarias y secundarias) sobre el funcionamiento de los pueblos indígenas en aislamiento.....	28
CAPÍTULO V	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1 Conclusiones.....	34

5.2 Recomendaciones	35
CAPÍTULO VI	36
BIBLIOGRAFIA	36
CAPÍTULO VII	44
ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Densidad poblacional en la RBY 2010 – 2017.....	10
Tabla 2. Comandos utilizados en lenguaje de programación del modelo PIAS_v1.....	18
Tabla 3. Descripción de los componentes de control sobre la interface del modelo PIAs_2.1	20
Tabla 4. Valores iniciales de los parámetros del modelo PIAs_v 2.1	22
Tabla 5. Determinación de la población PIAs para los escenarios de simulación.	23
Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en el Proyecto	24
Tabla 7. Proyecciones de la población contactada y no contactada de los pueblos en aislamiento y el porcentaje de deforestación en 25, 50 y 75 años en la RBY. Caso de estudio: Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámica de los conflictos socioambientales en la RBY.	8
Figura 2. Mapa síntesis de la RBY: Conexiones terrestres superpuestas, punto caliente de deforestación.....	10
Figura 3. Ocupación del suelo de la RBY.	13
Figura 4. Zonas de deforestación en la PNY (Amarillo) – Vía Maxus.	14
Figura 5. Zona de Estudio: Reserva de Biosfera Yasuní.....	16
Figura 6. Interface del modelo PIAs_v2.1 en el Software Netlogo 5.0.3.....	19
Figura 7. Elementos que controlan las simulaciones planteadas en el modelo PIAS_v 2.1	21
Figura 8. Ejemplos de resultados de la simulación en forma de gráficos: (A) disponibilidad de alimento, cantidad de vegetación e individuos, (B) poblaciones indígenas contactados y no contactados.	21
Figura 9. Sistemas de coordenadas del software Netlogo (PIAs_v2.1)	25

Figura 10. Interface: Modelo del comportamiento de los pueblos indígenas aislados ante presiones externas PIAs_v1.....	26
Figura 11. Interface: Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas agroambientales en la RBY PIAs_v2.1	26
Figura 12. Resultados de la modelación de la dinámica de la deforestación en los escenarios: 241, 368, 491, habitantes en función al tiempo.	29
Figura 13. Efecto de la dinámica de los sistemas agroambientales en la RBY: Deforestación (%).	30
Figura 14. Dinámica espacial de la frontera agrícola. Patches rojos (avance de la franja agrícola), patches grises (área deforestada), patches verdes (área de vegetación), patches violetas (área de suministro energético) y patches negros (espacio de transición entre patches negros a blancos y violetas).	32
Figura 15. Resultados de la modelación sobre la dinámica de los individuos no contactados Tagaeri y Taromenane, en los escenarios planteados.	33

ABREVIATURAS

FAO	Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador.
MAG	Ministerio de agricultura y ganadería.
MAX.	Máximo.
MBA	Modelos basados en agentes.
MIN.	Mínimo.
PIAs	Pueblos Indígenas en Aislamiento Voluntario.
PNY	Parque nacional Yasuní.
POBL.	Población.
RBY	Reserva de Biosfera Yasuní.
REA	Región amazónica ecuatoriana.
SCs	Sistemas complejos
TAW	Territorio Ancestral Waorani.
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
ZITT	Zona Intangible Tagaeri -Taromenane.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde 1976, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha designado como “reservas de la biosfera” a regiones de relevancia global por sus ecosistemas y paisajes, la cual creó en 1989 la Reserva Biosfera Yasuní (RBY) con un área de 2700.000 ha, para proteger el bosque húmedo tropical de la Amazonía, siendo además esta reserva una zona compuesta de ecosistemas terrestres que cumplen tres funciones: la conservación de la diversidad genética de las especies, los ecosistemas y los paisajes (Fontaine, 2013).

La Amazonía ecuatoriana representa un área geográfica biodiversa y extensa, tiene una superficie de 131.137 km² ocupando casi la mitad del territorio nacional, el Estado ecuatoriano reconoce 14 nacionalidades indígenas, de las cuales 11 se encuentran en la Amazonía representando 64,8% del territorio (Guadalupe, 2017). El desarrollo petrolífero promovido la construcción de carreteras con fines extractivos, la cual ha generado un proceso de aculturización, colonización y la expansión de la frontera agrícola, dando paso a una serie de conflictos socio-ambientales y enfrentamientos entre los pueblos indígenas Waorani, Kichwa y Shuar, pueblos en aislamiento voluntario Tagaeri–Taromenane, grupos afro ecuatorianos y campesinos provenientes de diferentes provincias del Ecuador y Colombia (Trujillo, 2018).

Los conflictos socio-ambientales es un proceso complejo que interactúan los sectores de la sociedad influyendo en la conservación de los recursos naturales; el Estado, empresas y poblaciones con objetivos, intereses, valores o necesidades diferentes, en busca de un crecimiento económico, generando la degradación del medio ambiente local y la reducción de su calidad de vida, estando en juego el futuro de la RBY por los intereses políticos (Muñoz, 2012). Los sistemas agroambientales es el resultado de una unión de la agricultura con el medio ambiente, con un enfoque intersectorial que promueve el uso sostenible de los suelos por medio del humus o compost, las medidas agroambientales se centran en cinco ejes de actuación: agua, suelos, riesgos naturales, biodiversidad y paisaje, con el objetivo de reducir los efectos negativos de la intensificación agrícola sobre la biodiversidad, creando una agricultura sostenible (Cuevas, 2011).

La actividad Agrícola en la RBY se constituye como una de las principales fuentes económicas, dependiendo estrictamente de esta actividad para su supervivencia, con el aumento de población local ha subido la demanda en productos y con ello la utilización excesiva de recursos afectando al sistema agroambiental existente (Del real, 2017). Los pueblos indígenas se han visto obligados a incorporar una variedad y cantidad de productos para satisfacer la demanda utilizando mecanismos e insumos (agroquímicos) para lograrlo, alejándolos más de un sistema agroambiental sostenible donde las técnicas de cultivo tradicional ya son inexistentes (Paredes, 2015).

Los sistemas complejos es un conjunto organizado de elementos y procesos interrelacionados cuya interacción dinámica en el tiempo es imprevisible, inestables y se mantienen delicadamente equilibrados (Moriello, 2016). Los modelos basados en agentes (MBA) Constituyen un método de modelado y simulación computacional que permiten modelar la estructura de fenómenos sociales complejos y simular su evolución dinámica a lo largo del tiempo, donde ciertamente, los MBA no vienen a reemplazar las metodologías clásicas en sociología, sino a potenciar su uso en un nuevo plano analítico, la utilización de software Netlogo para la programación y modelización permitirá conocer la dinámica y la influencia que tiene las vías de comunicación en la RBY (Rodríguez & Roggero, 2015).

Reserva de Biosfera Yasuni (RBY) comprende 2700.00 ha, fue incorporada a la Red Mundial de Reservas de la Biósfera en 1989 por la UNESCO, la cual contiene las siguientes áreas: 1) Territorio Ancestral Waorani (TAW), 2) Zona Intangible Tagaeri Taromenane (ZITT), que se superpone en el 3) Parque Nacional Yasuní (PNY) ha sido reconocido como el lugar de mayor diversidad del hemisferio occidental (Bass *et al.*, 2013). El descubrimiento del petróleo en la Amazonía a partir de la década de los 60, condujo a una rápida transformación, generando un proceso de inmigración, colonización y deforestación de los bosques tropicales, asociado a la construcción de infraestructura y vías de acceso a los campos petroleros (Hoorn, 2012).

En la RBY a causa del incremento demográfico por la explotación petrolera se ha convertido en un escenario de conflictos: ambientales, sociales, económicos y gubernamentales. Dicha complejidad ha generado una expansión insostenible de los sistemas agroambientales, dando paso a la pérdida de hábitats, contaminación y degradación de los recursos naturales, incremento de la deforestación y enfrentamientos de poblacionales multiculturales.

1.1 Problema de investigación

La complejidad de la expansión de los sistemas agroambientales en la RBY ha generado la pérdida de hábitats, contaminación y degradación de suelos, agua y aire, fragmentación de paisajes, incremento de la deforestación y enfrentamientos de poblacionales multiculturales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

- Analizar la dinámica prospectiva de los sistemas agroambientales y las vías terrestres sobre el patrimonio natural y cultural en la Reserva de Biosfera Yasuní.

1.2. 2 Objetivos específicos:

- Digitalizar las principales vías terrestres (Auca, Maxus, EdenYuturi-bloque 31 e ITT) en la Reserva de Biosfera Yasuní usando el software Netlogo versión 5.03.
- Caracterizar el comportamiento de los sistemas agroambientales y deforestación como resultado de la apertura de vías terrestres en la Reserva de Biosfera Yasuní.
- Determinar el efecto del sistema vial terrestre y los sistemas agroambientales sobre las poblaciones indígenas Tagaeri y Taromenane de la RBY.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

La reserva de la biosfera es una categoría de protección propuesta en 1974 por la UNESCO, es una zona de ecosistemas terrestres, marinos o su combinación, considero como herramienta para el ordenamiento territorial que implica la planificación, gestión y políticas públicas que se articulan en torno a áreas protegidas para la aplicación del desarrollo sostenible, cuyo objetivo es: establecer una relación equilibrada entre el ser humano y la biosfera para lograr la conservación de los recursos naturales y culturales, y su sostenibilidad. Cumple tres funciones: 1) conservación, 2) desarrollo económico y humano sostenible y 3) apoyo logístico (MAE, 2010).

2.1 Reserva de Biosfera Yasuní (RBY)

La UNESCO en 1989, declara a 2'700.000 ha como Reserva de Biósfera al Parque Nacional Yasuní (PNY) (1'022.736 ha), Territorio Ancestral Waorani (TAW) (679.220 ha) y la Zona Intangible Tagaeri -Taromenane (ZITT) (758.051), con el objetivo de la conservación de paisajes, ecosistemas, especies, diversidad genética y lograr un desarrollo económico y humano sostenible por la relevancia ecológica del área (MAE, 2016). El PNY fue creado en 1979 mediante Decreto Interministerial No. 032255 para proteger el bosque húmedo tropical de la Amazonía, considerado uno de los lugares más biodiversos del mundo, donde existen: 150 especies de anfibios, 121 de reptiles, 600 de aves, 200 de mamíferos, y más de 4.000 especies de plantas por cada 10.000 km² (Molina, 2013).

El territorio Waorani, está constituido por un área aledaña al PNY, entregada por el Estado en los gobiernos de turno de 1983 y 1990, en los últimos años se han incursionar en actividades agrícolas y pecuarias (MAE, 2008). El gobierno nacional declara en 1999 la ZITT, delimitada por 17 puntos cartográficos unívocos definidos por pares de coordenadas métricas, los puntos son unidos entre ellos mediante segmentos rectilíneos a través de trayectos naturales, representados por los ríos, mediante el Decreto 2187 para mitigar las influencias antrópicas que se dan en el perímetro de la ZITT, se define de una zona de amortiguamiento de 10 kilómetros de ancho donde se realizan actividades como la pesca, la caza y el uso tradicional de los recursos naturales quedando prohíbo realizar actividades extractivas y mineras (Pappalardo & Ferrarese, 2013).

2.2 Criterios de Zonificación de la RBY

Con el fin de cumplir con los objetivos de reserva de biósfera, se estableció una zonificación para lograr un manejo sustentable del área, identificando a los diferentes actores que tienen intervenciones directa e indirecta con las áreas de intervención de la RBY (Álvarez, 2014). Los criterios que se utilizaron para la zonificación de la RBY son: físicos, climáticos, ecológicos, sociales y de uso histórico, que se basan en procesos ambientales y en las actividades antrópicas, como amenazas actuales y potenciales; se la dividió en tres tipos de zonas: 1) Núcleo, 2) Amortiguamiento y 3) Transición (Escarabay, 2013).

Zona Núcleo: Es un espacio de protección de la diversidad cultural y natural de la RBY, en la cual la naturaleza puede desarrollarse con la menor intervención humana posible (Borsdorf & Araya, 2014). Se superpone en tres zonas; 1) ZITT, 2) PNY y 3) TAW (Dillon, 2012).

Zona de Amortiguamiento: Tiene como función proteger a la zona núcleo de mayores impactos, para la conservación de paisajes culturales con su amplia gama de hábitats constituidos de especies animales y vegetales típicas del área, donde algunas de ellas se encuentran amenazadas (Borsdorf & Araya, 2014). Esta zona tiene una extensión de 1'004.141 ha, que equivale al 36% de la RBY, está compuesta por indígenas Waorani, Kichua y asentamientos colonos (Duerto & Suárez, 2011).

Zona de transición: Es un espacio vital, económico y de recreación, el cual se extiende hacia el exterior de la Reserva, para desarrollar un manejo económico que cumpla con la demanda de ser humano y la naturaleza mediante actividades sustentables (Borsdorf & Araya, 2014). Esta zona incluye a colonos y mestizos ubicados en la vía Auca, su extensión es de 313.048 ha que corresponden al 11% de la superficie de la Reserva, rodeada de pozos petroleros en explotación (Albacete & Espinosa, 2015).

2.3 Asentamientos Humanos: Pueblos Indígenas en Contacto Inicial y en Aislamiento Voluntario

La Constitución de la República del Ecuador (2008), establece:

El Artículo 57 prescribe que *“Los territorios de los pueblos en aislamiento voluntario son de posesión ancestral irreductible e intangible, y en ellos estará vedada todo tipo de*

actividad extractiva. El Estado adoptará medidas para garantizar sus vidas, hacer respetar su autodeterminación y voluntad de permanecer en aislamiento, y precautelar la observancia de sus derechos. La violación de estos derechos constituirá delito de etnocidio, que será tipificado por la ley”.

El Art. 60 contempla que *“Los pueblos ancestrales, indígenas, afro-ecuatorianos y montubios podrán constituir circunscripciones territoriales para la preservación de su cultura. La ley regulará su conformación. Se reconoce a las comunas que tienen propiedad colectiva de la tierra, como una forma ancestral de organización territorial”.*

En la RBY existen varias nacionalidades, culturas y saberes ancestrales, habitan comunidades pertenecientes a las nacionalidades: Waorani, Kichwa y Shuar, además se encuentran los Pueblos Indígenas en Aislamiento Voluntario (PIAs), asentamientos y asociaciones de colonos mestizos (Pezo, 2015). Los Waorani son un grupo cultural cuya lengua es el Wao Terero donde a sus vecinos étnicos los denominan “cuwuri” o “extraños”, antes del contacto con la sociedad se caracterizaban por ser una organización en pequeños grupos dispersos y semi nómadas, con una economía basada en la recolección, la caza y la agricultura, su organización política era por lazos de parentesco endogámicos donde convivían en familias extendidas (Paniagua, 2016).

En los años treinta se inician un proceso de ocupación territorial del norte de Región Amazonía Ecuatoriana (RAE) basado en la expansión de la colonización y el comercio para el intercambio de productos con las poblaciones de las riberas orientales del río Napo, existiendo varios conflictos con los Waorani ubicados en la zona sur del río Napo, denominados como Aucas o Abijiras, en esta misma época inicio campaña para lograr el contacto y pacificación del territorio ubicado entre el río Napo (al norte) y Curaray (al sur) (Álvarez, 2017). En el año 1952, inició el proceso de evangelización por el Instituto Lingüístico de Verano (ILV), en zona de Limoncocha (Sucumbíos), en 1956 misioneros del institución “Unión Misionera Evangélica” intentaron el primer contacto con los Waorani en la cabecera el río Curaray pero fueron lanceados y asesinados (Krysińska, 2016), en 1958 el ILV logró el contacto con el pueblo indígena, que generó varios conflictos internos y enfermedades (poliomielitis) producidas por el contacto, cierto grupo se dispersó rechazando el contacto con la sociedad y prefiriendo estar en aislamiento, los grupos que se formaron son: Tagaeri -Taromenane (Serrano, 2017).

Tagaeri significa en Wao Terero “la gente de Tagae”, Tagae fue un líder indígena perteneciente al grupo asentado en las cuencas del río Tivacuno y Tiputini, en las cabeceras del río Yasuní, son grupos organizados nanicaboiri¹ (Vallejo, 2015). Los Taromenane son un grupo más controversial formada por Waorani separado de otros clanes Wao, la mayoría de ellos dejaron su territorio tradicional para remontarse en las cabeceras de los ríos Yasuní y Tiputini, mantienen su lingüística y hábitos culturales de los Waorani como: medidas y formas de las lanzas, bodoqueras (Reyes, 2015). Los PIAs son la cultura más vulnerable a sufrir efectos de las actividades extractivas que se realizan en su entorno (Trujillo, 2018).

En la RBY: a) los Kichwa se consideran un pueblo ancestral en contacto inicial a causa de las misiones jesuitas, resultantes de la fusión de varios pueblos Kichwa de varios sectores: 1) los que habitan la riberas del río Napo provienen de las haciendas (servidumbre), 2) los Habitantes de la vía Auca emigró desde Tena y Archidona por la apertura de vías para la exploración y explotación petrolera y 3) las comunidades Kichwa ubicadas en el río Curaray provienen de la provincia de Pastaza (MAE, 2013), b) Los Shuar se encuentran asentados en la zona de las vías Auca, Zorros y Pindo desde inicios de los años 60 conformando, provenientes de las provincias de Pastaza, Morona y Zamora, ellos han asimilado las prácticas extractivas y se relacionan con colonos y campesinos, representando una fuente de impactos sociales y ambientales importantes en zonas alrededor (Burgaleta *et al.*, 2018), c) la presencia de colonos mestizos inicia a partir de la década de los 50 con la apertura de las vías Auca y Yuca permitiendo el ingreso de habitantes de las regiones costa y Sierra del Ecuador y ciudadanos de Colombia y Perú donde dicha migración fue por la falta de tierra y la pobreza rural, formando asentamientos a las riberas de las carreteras, es el grupo más amplio de la RBY donde también practican actividades como: agricultura, y la tala de árboles (MAE, 2013).

2.4 Conflictos socioambientales en la RB

Los conflictos socioambientales están vinculados a actividades extractivas, lo cual ha generado una serie de procesos negativos secuencias: 1) petróleo, 2) carreteras, 3) deforestación, 4) colonización, 5) aculturización, 6) expansión de los sistemas agroambientales, y 7) dispersión de enfermedades (Figura 1) (Cabezas, 2015), dando paso a enfrentamientos entre los pueblos indígenas (Waorani, Shuar, Kichua), PIAs con los colonos-agricultores e instituciones gubernamentales e internacionales (presiones externas

¹Casas comunales (Vallejo, 2015).

para los PIAs - 8), ya que al existir diferentes actores, con varias costumbres y tradiciones se da una distribución desigual del poder, lo que genera un mal uso a los recursos naturales (Viteri, 2014).

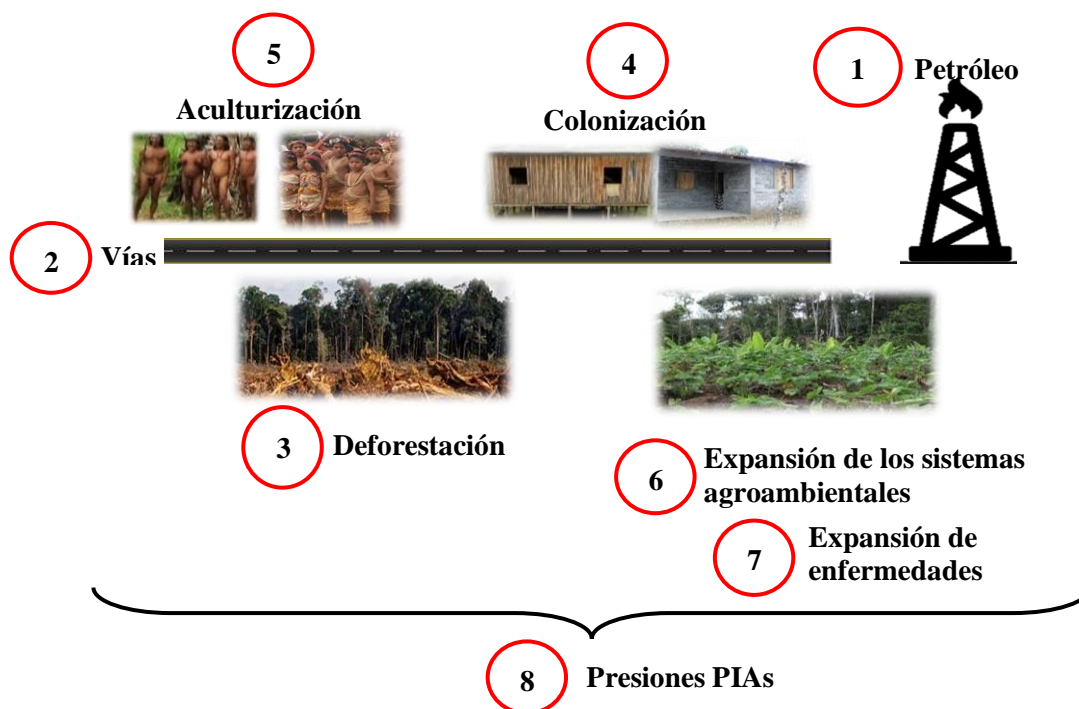


Figura 1. Dinámica de los conflictos socioambientales en la RBY.
Fuente: Elaborado por el autor.

Un conflicto socioambiental es un proceso complejo que interactúan los sectores de la sociedad influyendo en la conservación en los recursos naturales; el estado, empresas y poblaciones con objetivos, intereses, valores o necesidades diferentes generan ciertas amenazas como: la degradación del medio ambiente, la mala prestación de un servicio público, etc., lo que promueve la movilización en la busca de explicaciones sobre lo ocurrido para encontrar soluciones en beneficios de todos (Palacios, 2013).

Los conflictos socioambientales en la RBY involucran condiciones como el deterioro de los recursos naturales e invasión territorial por las petroleras, maderos ilegales que llegaron con la colonización, generan un ambiente de vulnerabilidad para los Tagaeri y Taromenane que han sido víctimas y victimarios, por defender su territorio y cultura ancestral, generando que organizaciones ecologistas defienden el derecho de estos pueblos indígenas para que se respete su territorio y la conservación de los bosques o la explotación sustentada de sus recursos (Monteros, 2011).

2.5 Petróleo: conexiones terrestres y proceso de colonización

El petróleo en la RAE (1967) marcó una nueva época en el Ecuador conocida como “el Boom Petrolero²”, los bloques petroleros cubren 24.957 km², tiene la capacidad de procesamiento de petróleo de 840 barriles por día y anuales 300.000 barriles, donde el 70 % del crudo es extraído por Petroamazonas, en la RBY se extraen 400 barriles por día (Benavides, 2015). Las vías creadas en la RBY por las petroleras generaron procesos de inmigración, colonización y deforestación dando paso a un desequilibrio socioambiental, donde casi la totalidad de crudo extraído en el Ecuador es de la Amazonía (Acosta, 2010).

2.5.1 Vías de comunicación de la RBY

En la RBY con la apertura de la exploración y explotación petrolera se inició un proceso de modernización acelerado donde se construyeron vías terrestres para facilitar el ingreso a los bloques petroleros, generando un crecimiento urbano desordenado, prácticas productivas no sustentables y políticas de conservación irrelevantes (Figura 2) (López & Espíndola, 2013).

Las vías terrestres que se encuentran en la RBY son las siguientes:

- Vía Auca: creada por la petrolera Maxus Inc. comprende 130 km ha generado alteraciones socioambientales producto de la colonización, la mayoría de asentamientos humanos se encuentran aledaños a ella, provocando una deforestación a gran escala perdiéndose especies endémicas (López & Espíndola, 2013).
- Vías Maxus: se encuentra en el bloque 16, situado sobre el territorio ancestral Waorani, la RBY y una parte en el PNY, comprende 180 km se encuentra bajo el control de la empresa Repsol YPF, la cual impide la realización de actividades que dañen al medio ambiente, aledaña a ella se encuentra una pequeña vía que dirige a una comunidad Kichwa donde se produce la deforestación (Palma, 2017).
- Vía Edén-Yuturi y bloque 31: comprende 38, 52 km está bajo el control de Petroamazonas el cual impide el paso a personas ajenas a las comunidades, para evitar cualquier tipo de actividades que perjudiquen al entorno, en estas vías no presentan índices de deforestación (Finer *et al.*, 2014).
- Vía ITT: fue creada para el traslado de maquinaria y personal al Bloque 43, comprende 20 km y no es muy visible se camufla entre la vegetación, se encuentra bajo el control de Petroamazonas y no presenta índice de deforestación alto (Vinueza, 2015).

²El petróleo es considerado como la principal fuente económica del país, generando enormes entradas de dinero (Benavides, 2015). 9

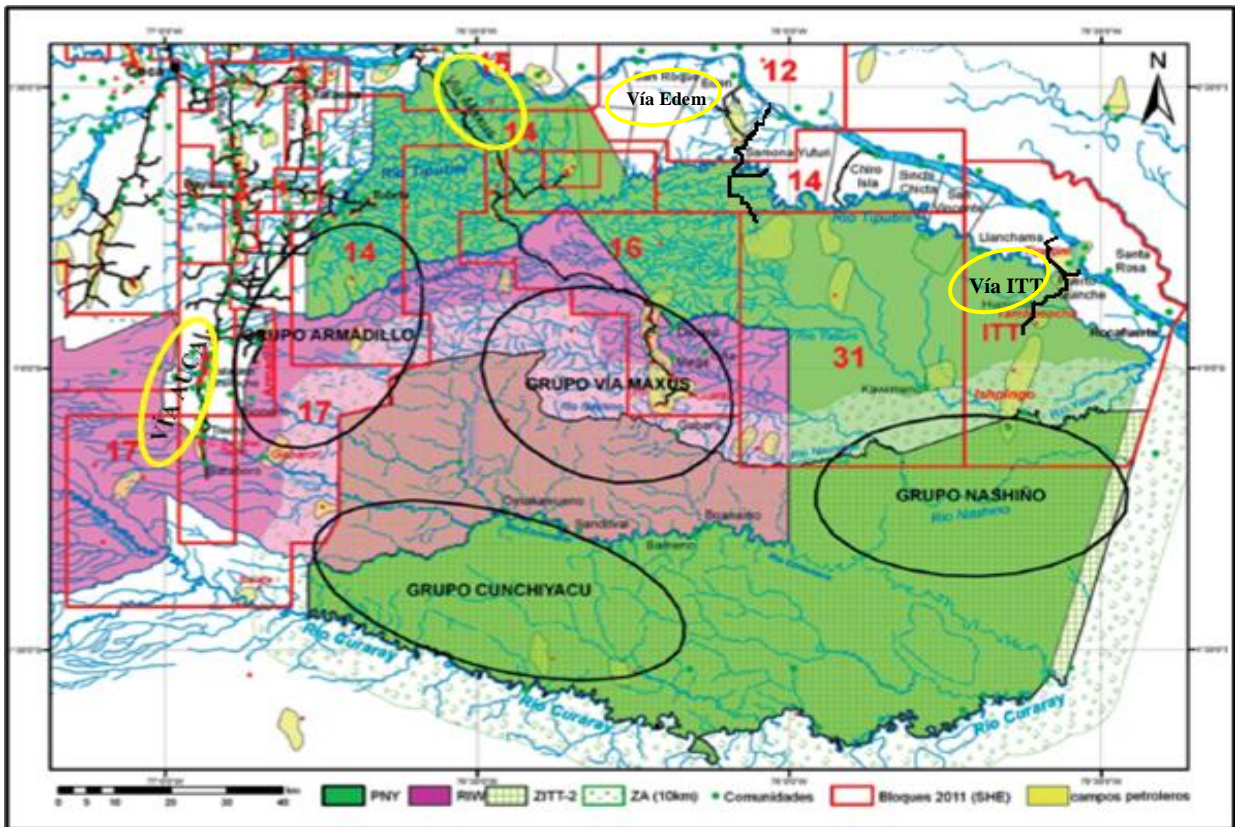


Figura 2. Mapa síntesis de la RBY: Conexiones Terrestres Superpuestas, punto caliente de deforestación.
Fuente: Pappalardo (2013).

La población de la RBY en el período 2010 – 2017 incrementó de 255.986 a 324.026 hab. (Tabla 1) con un tasa de crecimiento anual del 3%, producto de la colonización que surgió por la apertura de vías creadas por las petroleras, que condujeron a la explotación de los recursos naturales con miles de hectáreas de bosques deforestadas y el aumento del comercio de madera provocando un alto costo ambiental, social y cultural (Zapata & Suárez, 2013). Los nuevos asentamientos y pueblos indígenas fueron forzados a un sistema económico y de aculturización, viéndose obligados cambiar sus tradiciones ancestrales de convivencia (Ruiz, 2014).

Tabla 1. Densidad poblacional en la RBY 2010 – 2017

Año	Superficie Amazonía (ha)	Población (hab)	Densidad Poblacional (hab/100 ha)
2010	11'639.800	255.986	2,5
2017		324.026	3,2

Fuente: INEC (2010) - MAE (2008).

2.6 Dinámica de los sistemas agroambientales: Degradación de Ecosistemas

La Constitución de la República del Ecuador (2008), determina un trato especial y preferencial al medio ambiente y a los derechos de la naturaleza: Por tanto, la conservación de la biodiversidad está amparada en los siguientes artículos:

El Art. 71 menciona que *“La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza”*.

El Art. 73 menciona que *“El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales”*.

Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (2004):

El Art. 1 estipula que *“Constituyen patrimonio forestal del Estado, las tierras forestales que de conformidad con la Ley son de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestres; los bosques que se hubieren plantado o se plantaren en terrenos del Estado, exceptuándose los que se hubieren formado por colonos y comuneros en tierras en posesión”*.

El Estado ecuatoriano busca la preservación y uso sostenible de los recursos estableciendo diferentes leyes que ayuden a cumplir con tal objetivo. Los sistemas agroambientales son entendidos como la interacción de la agricultura y el medio ambiente, con una visión sistemática, con su implementación se logra analizar y entender procesos ecológicos relacionados al comportamiento de los individuos, la dinámica de las poblaciones, uso de recursos (agua, tierra) y el rol del hombre como transformador de los sistemas naturales, las decisiones que el agricultor toma en el manejo de sus tierras es trascendental, el mal uso y sobre explotación del recursos naturales tiene una repercusión inmediata sobre el ambiente (Atance, 2013). Los objetivos de las medidas agroambientales se centran en cinco ejes de actuación: agua, suelos, riesgos naturales, biodiversidad y paisaje (FAO, 2014).

Los suelos de la RBY son frágiles, el 24% del territorio tiene condiciones favorables para el aprovechamiento agroambiental, su capa cultivable es poco productiva, ya que existe un proceso de lixiviado de nutrientes por las altas precipitaciones (Arias, 2013). La agricultura en la RBY se ha convertido en un sector de importancia económica para su población, ya que cultivan productos como *Bactris gasipaes* (chontaduro - Arecaceae), *Manihot esculenta* (yuca - Euphorbiaceae), *Coffea arabica* (café - Rubiaceae) y *Theobroma cacao* (cacao - Malvaceae), los cuales son comercializados a nivel local, nacional e internacional generando beneficios económicos con efectos negativos al sistema agroambiental de la zona (Castillo, 2013).

La degradación de los ecosistemas ocurre de diferentes formas y se manifiesta en una disminución de los servicios ecosistémicos afectando a las especies autóctonas y/o migratorias y su capacidad de subsistencia (Bartolotta, 2014). La explotación de los recursos naturales tiene un propósito económico: venta de madera, tráfico de animales y sobre explotación de las tierras, causando efectos negativos sobre el bienestar social, una de las causas principales que contribuyen a la degradación de los ecosistemas en el RBY es la deforestación debido al avance de la frontera agrícola (Falconi, 2014).

2.7 Pueblos Indígenas: Actividad agrícola – Deforestación

La actividad agrícola en la RAE ocupa un lugar importante en sus dinámicas económicas y sociopolíticas, a pesar de la explotación hidrocarburífera en la región, la mayor parte de la población depende estrictamente de la agricultura para su supervivencia, con el aumento de población local ha subido la demanda en productos atentando al sistema agroambiental existente por la utilización excesiva de recursos (Guadalupe, 2017).

Los suelos de la RAE tienen una deficiencia nutricional (calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P)) por proceso de lixiviación generados por las precipitaciones excesivas y un bajo potencial de retención; los agricultores para recompensar esta deficiencia utilizan productos agroquímicos, que afectan al ambiente y la población, en especial a los niños ya que se dedican a las labores culturales en los cultivos (García, 2012).

La ocupación del suelo por el cultivo en la RBY se encuentra dividida: pastizales 63,12%, los cultivos permanentes: *Elaeis guineensis* (palma africana - Arecaceae), *Saccharum officinarum* (caña de azúcar - Poaceae) y cítricos con un 19,22% y cultivos de ciclo corto

Zea mays (maíz - Poaceae), *Manihot esculenta* (yuca -Euphorbiaceae) y *Solanum quitoense* (naranjilla -Solanaceae) correspondiente al 17,66% (Figura 3) (Saud, 2012).

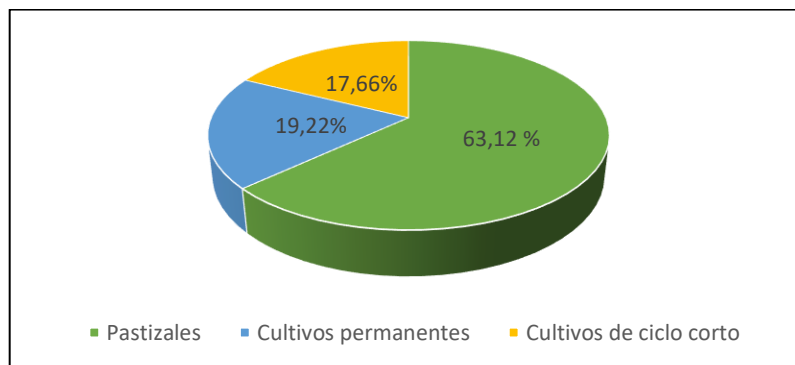


Figura 3. Ocupación del suelo de la RBY.
Fuente: Saud (2012).

Los pueblos indígenas de la RBY poseen características culturales diferentes, las técnicas de agricultura de los Shuar y Kichua ya no son ancestrales sufrieron un cambio por la colonización y su relación con la sociedad, el comercio de sus productos tiene cada vez mayor contacto con otras provincias de manera que este, les obliga a incorporar una variedad y cantidad de productos, alejándolos más de un sistema agroambiental sostenible donde las técnicas de cultivo tradicional ya son inexistentes (Enriquez, 2013). Con el aumento de la demanda de sus productos, han sentido la necesidad de incorporar tecnología sofisticada y otros insumos para aumentar la producción, pero al no contar con posibilidades económicas suficientes pocos agricultores abandonaron temporalmente los campos agrícolas para la obtención de mayores ingresos económicos a sus hogares, a través del trabajo asalariado en petroleras o en la venta de madera (Bustamente & Trujillo, 2014).

Los PIAs aún mantienen sus técnicas ancestrales de agricultura, ya que ellos han preferido mantenerse alejados de la sociedad para que no influyan en sus costumbres y tradiciones (Trujillo, 2018). Los sistemas agrícolas tradicionales no es una producción a gran escala, suele alcanzar únicamente para abastecer las necesidades de los miembros de una comunidad pequeña, depende en su mayoría de las capacidades físicas del agricultor y sus conocimientos para la siembra, este sistema contribuye a la conservación de la naturaleza, por la inexistencia de métodos modernos y la aplicación de técnicas amigables con el ambiente, además no existe una deforestación a gran escala (Zurita, 2017).

La RBY ha perdido el 0,15% de su cobertura boscosa a causa de la deforestación,

aumentando un 22,2% en el año 2017 (Pazmiño, 2018). Los problemas derivados de tal proceso son: destrucción de la biodiversidad, emisión del dióxido de carbono, desaparición de especies animales endémicas, pérdida de servicios ambientales y destrucción del ecosistema donde habitan grupos indígenas amazónicos, a causa de la creación de vías terrestres vinculada a la explotación petrolera, la colonización y la expansión de la frontera agrícola (Gómez *et al.*, 2017), es catalogada como uno de los 14 frentes de deforestación más activos del mundo (Myers, 1993 y Myers, 2000). El bosque aledaño a la carretera Auca ha sido el más afectado por la deforestación, ya que existe muchos asentamientos humanos (Bustamente & Trujillo, 2014). En la RBY se ha perdido de forma directa 169 ha por la infraestructura petrolera y de forma indirecta 248 ha para la actividad agrícola (Figura 4) que se realiza a lo largo de las carreteras que se crearon para el ingreso de la maquinaria y transporte del petróleo, siendo un total de 417 ha de bosques deforestados (Thieme *et al.*, 2018).

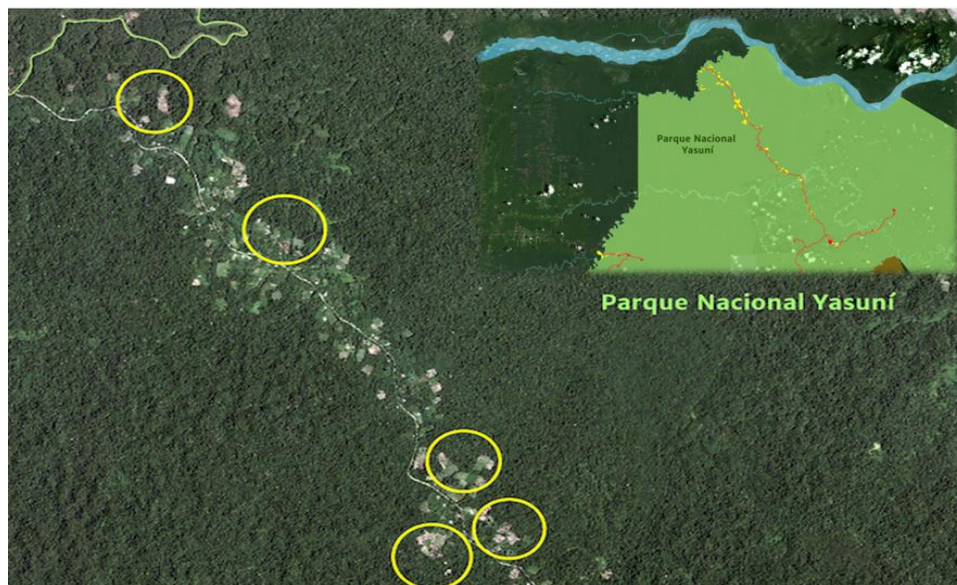


Figura 4. Zonas de deforestación en la PNY (Amarillo) – Vía Maxus.
Fuente: Thieme. *et al.*, (2018).

2.8 Dinámica de los Sistemas Complejos (SCs): Modelización.

La dinámica de los sistemas complejos adaptativos está relacionada con la interacción entre agentes individuales entre sí y su entorno; para estudiarlos es necesario su simplificación, la utilización de herramientas tecnológicas ayudará a comprender, predecir y analizar su comportamiento, los SCs están compuestos por varias partes interconectadas generando información adicional, lo que promueve la creación de nuevas propiedades del sistema,

(Sancho, 2015). Los sistemas complejos facilitan un acercamiento para organizar y manejar los sistemas socio-ecológicos poniendo énfasis en la capacidad de renovación, reorganización y desarrollo, en donde los disturbios (extracción, deforestación, etc.) son parte de la dinámica del sistema para brindarles una solución que presenten oportunidades para el cambio o la innovación (Castillo & Velázquez, 2015).

Sancho (2015), menciona que la modelización se ha convertido en un medio para representar el sistema usando algún tipo de notación gráfica basado en el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) donde se desarrolla modelos aproximados a la realidad y prototipos, formando un sistema nuevo que comprende un conjunto de notaciones y diagramas estándar. El sistema de modelaje es un proceso de desarrollo, que permite conocer, analizar y predecir una problemática futura (Carvajal, 2013).

2.9 Sistemas Complejos: Modelos basados en agentes

Los modelos basados en agentes (MBA) constituyen una nueva generación de métodos computacionales innovadores y no invasores, que permiten modelar las estructuras de los SCs y simular su comportamiento dinámico (Iglesias, 2015). El uso de los MBA constituye una tendencia metodológica en expansión en las ciencias sociales y naturales; son poco conocidos y enseñados en el campo socioambiental, se lo distingue de otras técnicas de modelaje ya que permite construir un sistema real inicial, hasta llegar al requerido mediante simulaciones basadas en agentes donde los componentes básicos del sistema esta explícito en el modelo (Rodríguez, 2015).

Los programas disponibles para la programación y modelización basados en agentes son: Netlogo, Repast, Ascape, Starlogo, Agentsheets, Cormas, Gamma utilizables para la investigación especialmente en dominios de recursos (uso del suelo / tierra) (Iglesias & Serrano, 2016). El programa que se utilizó para el proyecto es el Netlogo versión 5.0.3, una herramienta sencilla de instalar, se construye usando un lenguaje de programación basado en Logo original, que permite la simulación dinámica y espacial de la influencia que tiene las vías de comunicación y los sistemas agroambientales sobre la RBY: PIAs través del tiempo, consta de algoritmos que producen una secuencia de comandos para calcular los cambios en los agentes creados (Wilensky & Rand, 2015). Al agente se le denominan turtle, es una entidad capaz de recibir las condiciones exteriores del entorno (patches) para realizar acciones de forma independiente y autónoma (Sancho, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El proyecto de investigación está ubicado en la parte nororiental de la RAE cubriendo una área de 24.440 km² (1 pixel =0,191), esto equivale al 89.2% de la superficie de la RBY (Figura 5), se superpone en las provincias de Napo, Pastaza y Orellana la temperatura oscila entre los 24°C a 27°C anual, la precipitación es de 3.200 mm anuales aprox., humedad relativa de 80% y 94% durante todo el año. La RBY limita al norte con los ríos Coca, Aguarico y Napo y al sur con el río Curaray y Manderoyacu, sus elevaciones están entre 190 a 400 msnm. Habitan colonos agricultores (mestizos), pueblos indígenas Waorani, Kichua y Shuar y además los pueblos indígenas en aislamiento voluntario (PIAs) Tagaeri – Taromenane (Viteri, 2014).

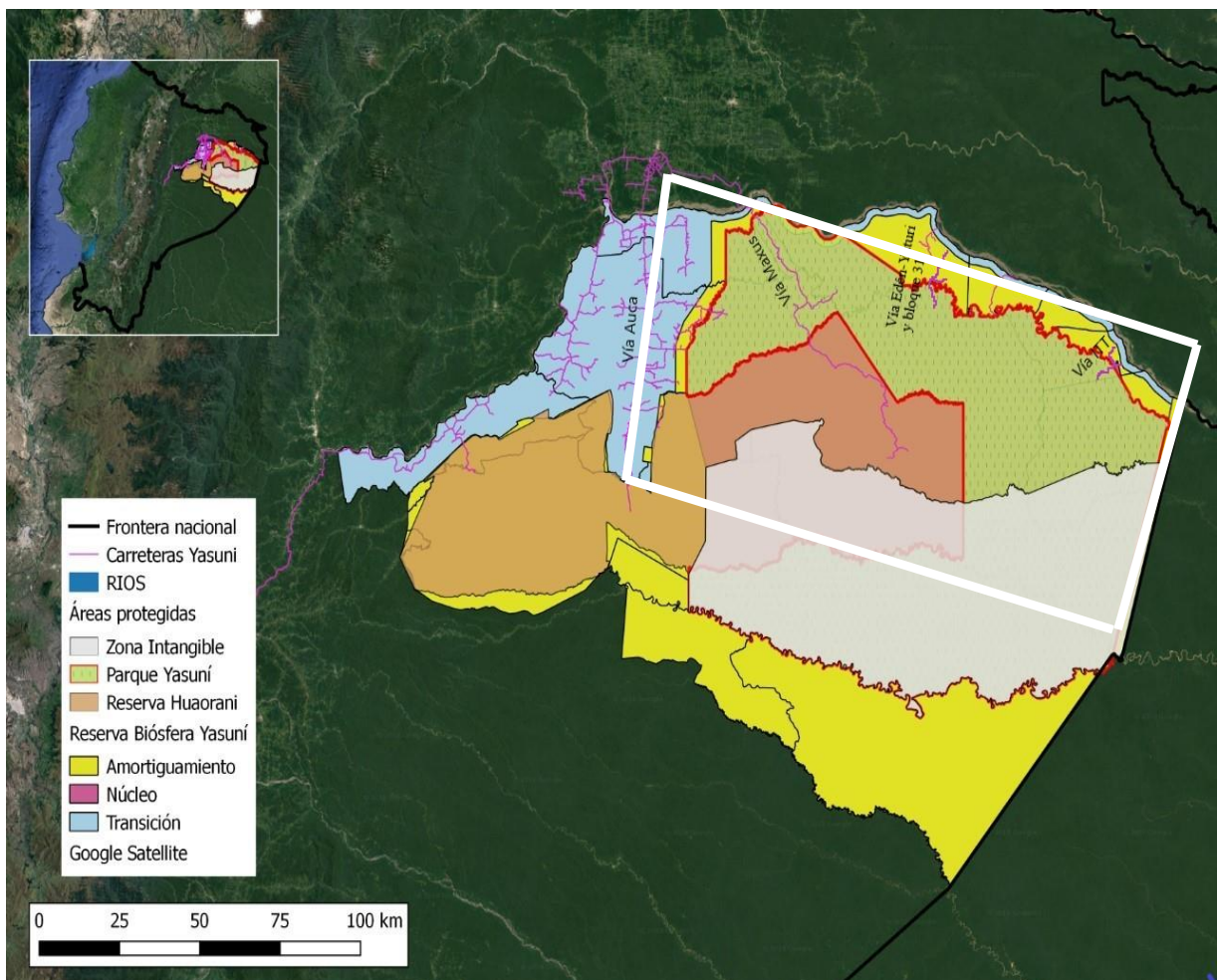


Figura 5. Zona de Estudio: Reserva de Biosfera Yasuní.
Fuente: Elaborado por el autor.

3.2 Tipo de Investigación

El presente trabajo se enmarca en la RBY, una zona rica en biodiversidad natural y cultural, conformada por un bosque húmedo tropical el cual alberga una diversidad de flora y fauna de gran valor ecológico. Para el proyecto de investigación: *Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas agroambientales en la Reserva de Biosfera Yasuní* se utilizó dos tipos de investigación:

- Investigación descriptiva; permitiendo describir el comportamiento de los sistemas agroambientales, las características, economía y rasgos propios de los pueblos indígenas.
- Investigación exploratoria; para el análisis los sistemas agroambientales y la evaluación de la estacionalidad, dependencia entre variabilidad y los comportamientos anómalos de los conflictos socioambientales y la influencia de la deforestación se realizó una amplia búsqueda de fuentes secundarias sobre temas económicos, ambientales, sociales y productivos de los pueblos indígenas de la RBY, con la finalidad de establecer relaciones, diferencias y estados de situación actuales que podrían originar el descenso poblacional de los indígenas asilados (Tagaeri - Taromenane), además se recurrió a libros, investigaciones, revistas, informes, tesis y demás publicaciones relacionadas con el tema de estudio. Para la creación del sistema de modelaje se utilizó cartográfica y fotografías satelitales.

3.3 Métodos de Investigación

Los métodos de investigación que se utilizaron para el proyecto de investigación fueron dos: 1) método de modelación: se creó un modelo de simulación PIAs_v2.1 para conocer la dinámica de los sistemas agroambientales y 2) método de entrevistas informales: permitió obtener información estimada de los habitantes indígena Tagaeri y Taromenane, para generar los escenarios simulados.

Para conocer la dinámica de los sistemas agroambientales sobre el patrimonio natural y cultural en la Reserva de Biosfera Yasuní, se utilizó el software NetLogo versión 5.0.3, (Wilensky, 1999). NetLogo es un entorno de programación que permite la simulación dinámica y espacial de fenómenos naturales y sociales a través de tiempo, además ayuda a explorar la relación entre el nivel micro del comportamiento de los individuos y los patrones

a nivel macro que emergen de la interacción de muchos individuos (Romero, 2014).

Para la generación del modelo PIAs_v2.1 se siguió el lenguaje de programación del modelo PIAs_v1 (Heredia & Díaz-Ambrona, 2014) cuya estructura esta codificada en tres tipos de agentes: 1) turtles [agentes móviles], 2) patches [medio ambiente] y 3) links [enlaces entre los agentes móviles]. Tiene dos tipos de turtles: indígenas Tagaeri, representados por el color blanco (persons1) mientras que los Taromenane con una coloración rosada (persons2) y cuatro tipos de patches: 1) patches verdes considerados como zona boscosa 2) patches violetas definidos como un área de suministro energético 3) patches negros determinados como el área de transición aleatoria a un patch verde o violeta, 4) patches amarillos con deforestación y blancos sin deforestación considerados como sistemas viales terrestres (carretas primarias y secundarias). La interacción entre agentes no tiene un orden en particular de manera que cada uno tiene características diferenciadas frente a los demás, realizadas en base a un procedimiento de instrucciones ejecutadas y etiquetadas por un nombre para su acción secuencial. Los procedimientos planteados (Tabla 2) en función a un conjunto de comandos en el modelo fueron:

Tabla 2. Comandos utilizados en lenguaje de programación del modelo PIAs_v1.

Comandos	Descripción
Comer comida y hierbas	Contienen las unidades energéticas.
Cultivo de alimentos, malezas y hierba	Generan las transiciones aleatorias entre patches verdes, violetas mediante los patches negros.
Movimiento	Determina el movimiento [derecha e izquierda] y el avance aleatorio secuencial entre los patches de las turtles.
Reproducir	Se genera una nueva turtle al acumularse 20 unidades energéticas por turtle.
Capturar persona 1 y persona 2	Promueven el enfrentamiento territorial entre turtles blanco [Tagaeri] y rosado[Taromenane].
Muerte	Las turtles mueren si su nivel energético es menor a cero.
Dibujar y establecer caminos	Delimitan el área ocupada por las vías de terrestres.
Transformación de las áreas	Determinan el movimiento de los sistemas agrícolas de la RBY sobre el área boscosa para transformarle en área de deforestación o deforestada.

Fuente: Heredia & Díaz-Ambrona (2014).

Dentro de la pestaña interface del modelo generado PIAS_v2.1 (Figura 6), se distingue los siguientes elementos: 1) de control de la simulación, 2) panel de control de la simulación, 3) propiedades del mundo, 4) mundo y 5) centro de comandos, que permiten la simulación en el modelo.

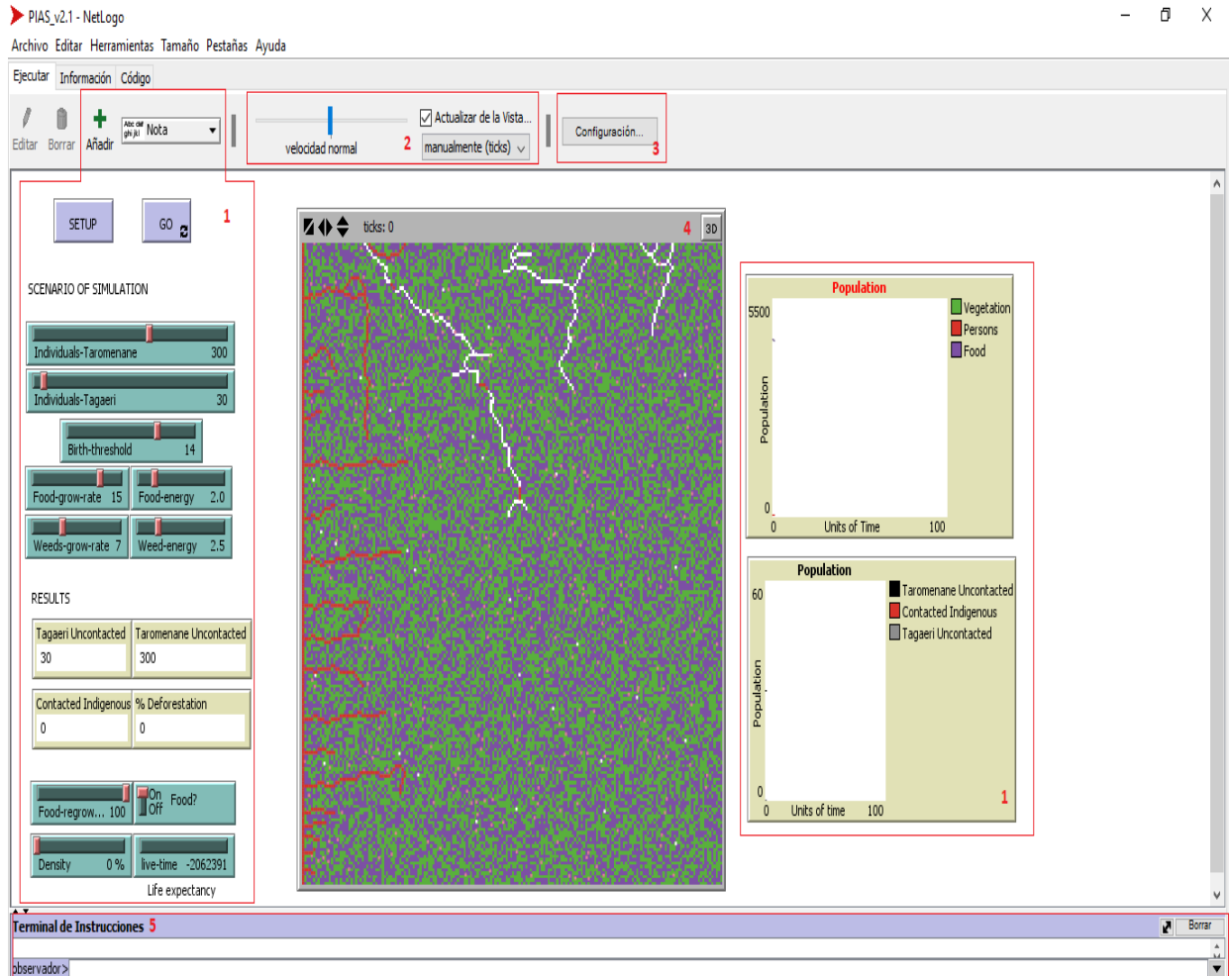


Figura 6. Interface del modelo PIAs_v2.1 en el Software Netlogo 5.0.3.

Fuente: Elaborado por el autor.

Los elementos de control de simulación poseen valores de las variables establecidas dentro de un rango en el modelo PIAs_v2.1 (Figura 7) desempeñando diferentes funciones ilustradas en la Tabla 3:

Tabla 3. Descripción de los componentes de control sobre la interface del modelo PIAs_2.1

Etiqueta	Descripción
Preparar (Setup)	Restablece los valores iniciales de todas las variables del programa.
Inicio (Go)	Inicia y pausa el proceso de simulación.
Individuos Tageri - Taromenane (Individuals-Taromenane e Individuals-Tagaeri)	Definen la cantidad de población inicial de indígenas Tagaeri y Taromenane entre 0 y 500 individuos.
Umbral de natalidad (Birth-threshold)	Controla las unidades energéticas necesarias para el nacimiento de los no contactados va de 0 a 20 unidades energéticas.
Crecimiento de alimentos (Food-grow-rate)	Define el desarrollo de la vegetación, va de 0 a 20 unidades energéticas
Crecimiento malezas (Weeds-grow-rate)	Establece la disponibilidad de alimento para el pueblo indígena, va de cero a 20 unidades energéticas.
Tiempo de rebrote de alimentos (Food-regrowth-time)	Determina la capacidad de regeneración de la fuente de alimento, valorada entre cero y 100 unidades energéticas
Alimentación energía (Food-energy y Weed-energy)	Establecen el valor energético del alimento y vegetación respectivamente, valores entre cero y 10 unidades energéticas
Densidad (Density)	Densidad de arbolado.
Comida (Food)	Activa o desactiva la disponibilidad de alimento

Fuente: Elaborado por el autor.

Los elemento de control (Figura 7) son: 1) botones (ejecutan una serie de comandos), 2) deslizadores (controlan una variable global permitiendo establecer valores dentro de un rango), 3)monitores (indica los resultados optenidos de las variables durante el proceso de simulación), 4) interruptor (controlan una variable global y se selcciona on-off), 5) gráfico (Representación gráfica de resultados).

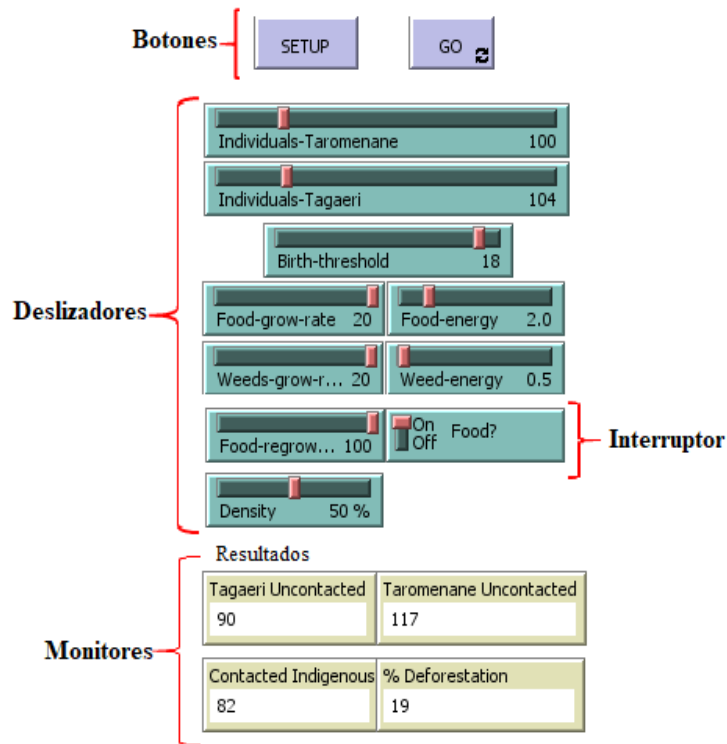


Figura 7. Elementos que controlan las simulaciones planteadas en el modelo PIAS_v 2.1
Fuente: Elaborado por el autor.

Los monitores Tagaeri Uncontacted, Taromenane Uncontacted, Contacted Indigenous, % Deforestation son un medio de visualización de resultados que se generan a partir de la configuración de los botones y deslizadores. Los gráficos Population A – B muestran de manera gráfica las series temporales de los agentes involucrados en las simulaciones.

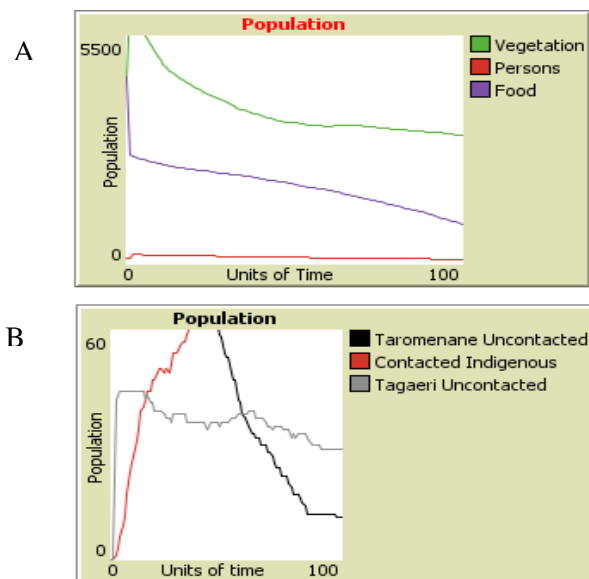


Figura 8. Ejemplos de resultados de la simulación en forma de gráficos: (A) disponibilidad de alimento, cantidad de vegetación e individuos, (B) poblaciones indígenas contactados y no contactados.

Fuente: Elaborado por el autor.

La simulación del modelo inicia con **Go** donde las *turtles* indígenas Tagaeri – Taromenane se desplazan (**move**) aleatoriamente sobre el plano bidimensional, alrededor de las vías terrestres los **patches** verdes (zona boscosa) y violetas (suministro energético) comienzan a moverse generando **patches** rojos (avance de la franja agrícola) y un **patches** grises (área deforestada), la vía Auca sufre un cambiando de color de rojo a amarillo (con deforestación), donde las vías de color blanco (sin deforestación) son las que se encuentran bajo el control de petroleras. Los indígenas contactados son las *turtles* que se superponen a los cambios de los **patches**: a) los Tagaeri (blanco) y b) los Taromenane (rosado) cambian a rojo cuando están contactados, el encuentro de los dos pueblos indígenas en un *patch* (**catch-person - catch-person2**) genera un enfrentamiento territorial, donde la victoria del conflicto es determinada por el nivel energético.

Los valores de los parámetros del modelo (Tabla 4) se mantuvieron constantes en todo el proceso de simulación: tasa de nacimientos, disponibilidad de alimento, crecimiento de la vegetación, valor energético de la alimentación y energía de la vegetación, establecidos en base al estudio de Heredia & Díaz-Ambrona (2014) donde mencionan que se valorizo con 2 a la unidades energéticas ricos en alimentos, para una vegetación pobre en alimento con 0,5 para Mejía & Pacheco (2013) la densidad arbórea es del 50% por estar constituida de un bosque tropical denso con una vegetación que contiene una importante biodiversidad.

Tabla 4. Valores iniciales de los parámetros del modelo PIAs_v 2.1

Parámetros	Unidad	Valor Inicial
Nacimiento de los no contactados	Unidades energéticas/año	20
Disponibilidad de alimento	Unidades energéticas/pixel	20
Desarrollo de la vegetación	Unidades	20
Valor energético Alimento	Unidades energéticas	2,0
Valor energético Vegetación	Unidades energéticas	0,5
Densidad	Porcentaje	50

Fuente: Heredia & Díaz-Ambrona (2014).

En función a las diferentes dinámicas de los sistemas agroambientales sobre el patrimonio natural y cultural en la zona de estudio y objetivos planteados, se formuló el siguiente caso de estudio: 1) Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres (carreteras primarias y secundarias) sobre el funcionamiento de los pueblos indígenas en aislamiento, estableciendo diferentes escenarios con cambios en la población base expuesta a los parámetros iniciales, tiene una alta disponibilidad de alimento (Fontaine, 2013).

1) Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres (carreteras primarias y secundarias) sobre el funcionamiento de los pueblos indígenas en aislamiento.

Se simularon tres escenarios en función de la población total de indígenas Tagaeri y Taromenane: 241, 368, 491 individuos (Tabla 5), donde el primer escenario se obtuvo teniendo como base 100 de individuos establecido por Heredia & Díaz-Ambrona (2014) a partir de una tasa de crecimiento poblacional del 1% registrado por Macía (2014), el resultado fue corroborado mediante una entrevista realizada a dirigentes de la Nacionalidad Waorani del Ecuador (NAWE) (Octavio Cahuiya Presidente de la NAWE³ y Alicia Cahuiya Líder indígena Waorani⁴) obteniendo datos estimados; para los dos escenarios siguientes (368- 491) se proyectó cada 25 años utilizando la misma tasa de crecimiento, método realizado por la poca información sobre el número exacto de habitantes. Según Sánchez (2017) menciona que a causa de los enfrentamientos que hubo con los Waorani y colonos por defender su territorio existe una diferencia de 41 individuos aproximadamente, donde para proyecciones futuras se podría tomar como dato tentativo 35 individuos por la forma de vida de los PIAs ya que se encuentran en aislamiento voluntario.

Los tres escenarios planteados (Tabla 5) y su distribución heterogénea entre poblaciones Tagaeri – Taromenane fueron validadas por varios expertos en el área de investigación: Dr. Laura Rival Profesora de la Universidad de Oxford⁵, Antrop. Enrique Vela, fue director del Plan de Medidas Cautelares para la Protección de Pueblos indígenas en Aislamiento del Ministerio de Justicia Derechos Humanos y Cultos⁶ y Antrop. Mateo Ponce funcionario de la Dirección de Protección de Pueblos indígenas en Aislamiento Voluntario y Contacto Inicial (DPPIAV)⁷.

Tabla 5. Determinación de la población PIAs para los escenarios de simulación.

Inicial	Población Inicial Tagaeri	Población Inicial Taromenane	Total Tagaeri-Taromenane
100	100	141	241
	146	222	368
	191	300	491

Fuente: Elaborado por el autor.

³Octavio Cahuiya, octavioca84@hotmail.es, 14 de junio del 2018, ⁴Alicia Cahuiya, ali53cahuiya@gmail.es, 14 de junio del 2018, ⁵Laura Rival, laura.rival@anthro.ox.ac.uk, 15 de junio del 2018, ⁶Enrique Vela, eriveravela@gmail.com, 15 de junio del 2018, ⁷Mateo Ponce, comunicación personal, 16 de junio del 2018.

En relación a la población inicial para los tres escenarios 241, 368, 491 de individuos Tagaeri - Taromenane (Tabla 5) el avance de los sistemas agroambientales y la deforestación por las vías terrestres (primarias y secundarias) se definieron en tres escenarios de simulación considerando las unidades de tiempo: 25, 50 y 75 años siendo las diez repeticiones la media por escenario.

3.4 Recursos Humanos y Materiales

En el proyecto “*Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas agroambientales en la Reserva de Biosfera Yasuní*” se han considerado materiales y equipos (Tabla 6) necesarios para la planificación y elaboración del sistema de modelaje basados en agentes con la utilización del software Netlogo 5.0.3 para crear el modelo PIAs_v2.1., además participó el siguiente recurso humano: (UEA) Marco Heredia, Eberto Gutiérrez, Edison Suntasig Negrete.

Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en el Proyecto

Equipos	Materiales de oficina	Programación
Computadora	Carpetas	Mapas
Calculadora	Cuaderno	Sistema de información geográfica
GPS	Esferos, Lápices, Marcadores	Software Netlogo 5.0.3
Cámara fotográfica		Imágenes satelitales

Fuente: Elaborado por el autor.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la construcción del modelo PIAs_v2.1 cada agente fijo (**patches**) en el programa son valores enteros representados en un sistema de coordenadas (Figura 9), la codificación utilizada para X con **pxcor** y para Y con **pycor** donde los valores asignados los ubicó en un lugar específico dentro del mundo. Según Bennett (2015), menciona que la utilización del sistema de coordenadas (conformada por una rejilla de cuadrículas o parcelas) que se implementa en la geometría analítica es de gran utilidad en el software netlogo ya que facilita la ubicación del **patch** dentro del mundo.

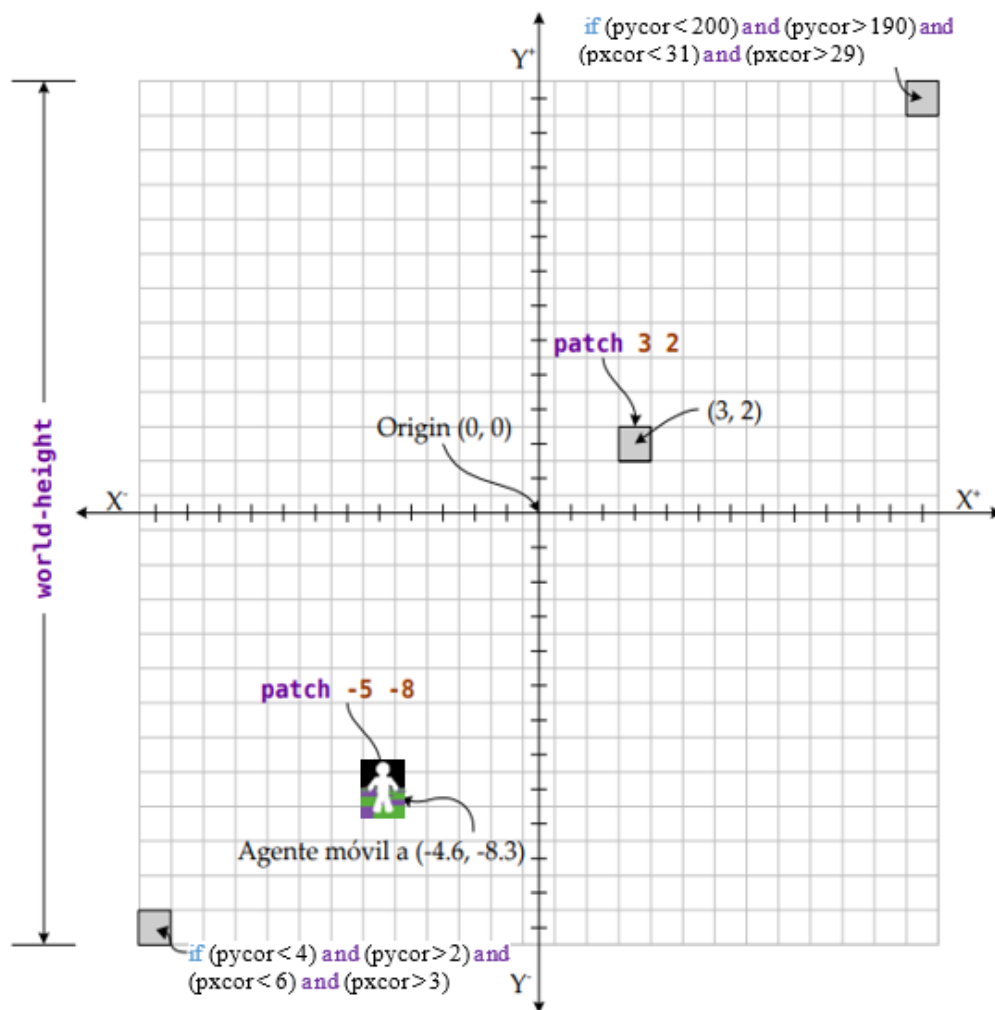


Figura 9. Sistemas de coordenadas del software Netlogo (PIAs_v2.1)

Fuente: Elaborado por el autor.

4.1 Construcción del sistema vial terrestre (carreteras primarias y secundarias) sobre el modelo PIAs_v2.1 para determinar su influencia en la Reserva de Biosfera Yasuní.

A partir del modelo PIAs_v1 (Figura 10) (Heredia & Díaz-Ambrona, 2014) se generó el modelo PIAs_v2.1 (Figura 11) que plasma un sistema vial terrestre (primarias y secundarias), comprendido por las vías: Auca, Maxus, Edén-Yuturi (bloque 31) y la ITT, siendo consideradas en el programa como **patches**. La programación realizada que se puede verificar en el Anexo 1.

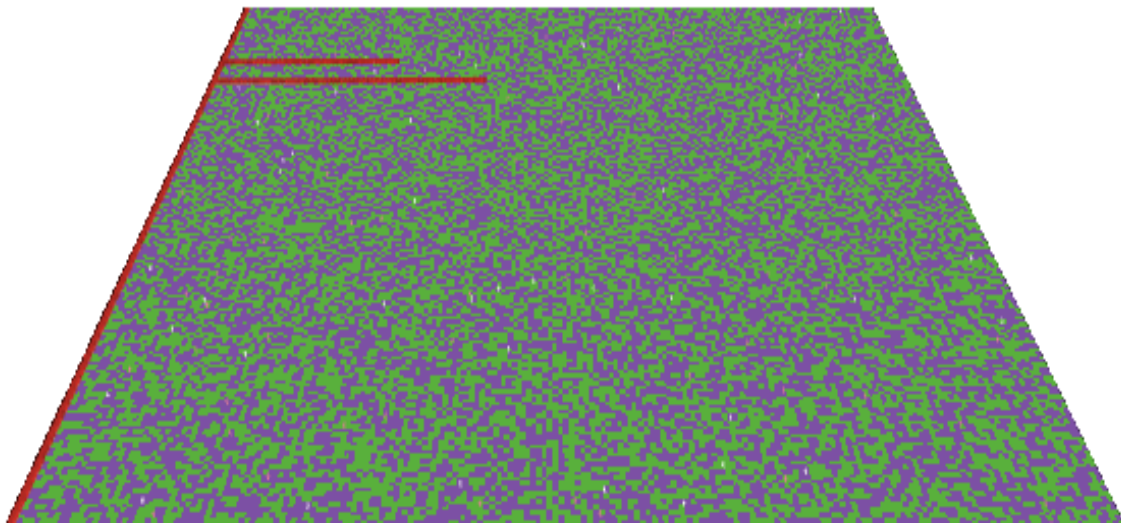


Figura 10. Interface: Modelo del comportamiento de los pueblos indígenas aislados ante presiones externas PIAs_v1.

Fuente: Heredia & Díaz-Ambrona (2014)

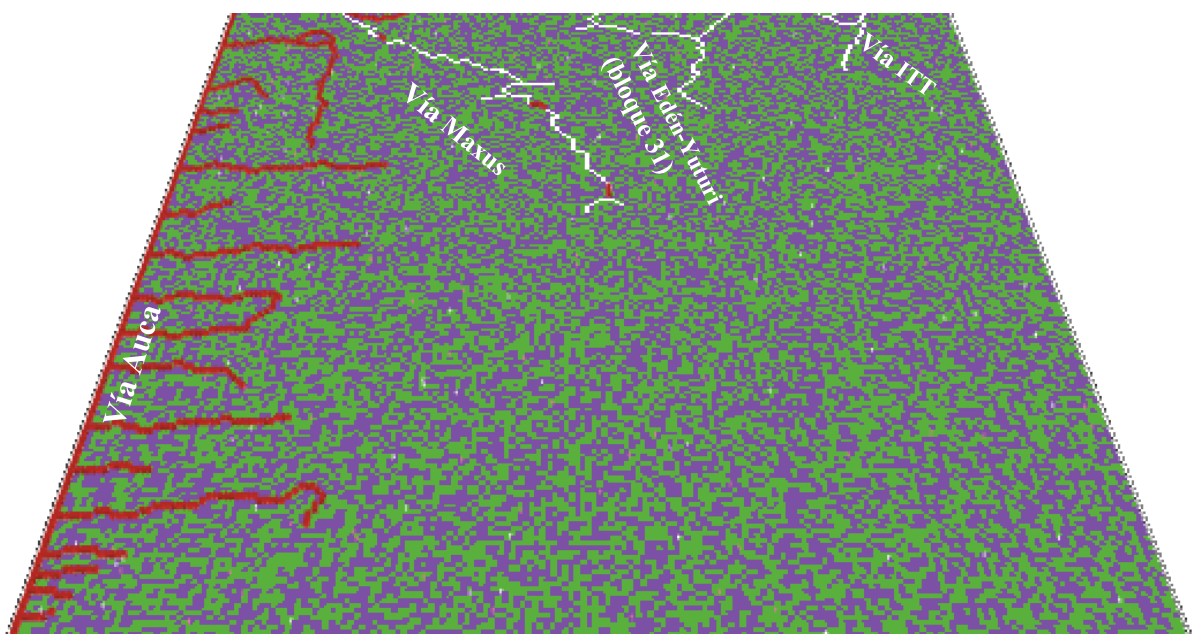


Figura 11. Interface: Análisis prospectivo de la dinámica de los sistemas agroambientales en la RBY PIAs_v2.1

Fuente: Elaborado por el autor.

Las formas de las vías terrestres de la RBY en el programa de simulación fueron realizadas en base a mapas topográficos y fotos satelitales, donde la vía Auca presenta 17 vías primarias y 3 secundarias, la Maxus está conformada por 4 vías primarias, la Edén-Yuturi (bloque 31) compuesta por tres vías primarias y la ITT por dos vías primarias. Las cuatro vías principales presentan una medición acorde a la realidad a diferencia de las vías alternas (primarias y secundarias) de las cuales no se conoce su medición ya que son realizadas sin planificación alguna por moradores locales y petroleras.

Según López y Espíndola (2013), mencionan que la “espina de pescado” (vía Auca) es donde se encuentran los principales asentamientos humanos generando una presión antropogénica (deforestación) mayor sobre la RBY, por tal razón su color cambia a amarillo en el programa de simulación, mediante el estudio realizado por Thieme *et al.*, (2018) sobre la vía Maxus muestra que en pequeños sectores de la vía existe la presencia de deforestación, por tal razón es plasmada en el modelo PIAs_v2.1 con un color blanco, pero con rasgos rojos, las vías Edén-Yuturi (bloque 31) y la ITT presentan un color blanco porque hasta la actualidad no se conoce datos estadísticos o porcentajes de deforestación.

La construcción de las vías terrestres en la RBY ha buscado facilitar la extracción y transporte del petróleo, mediante el software se evidenció la influencia que tienen sobre la reserva, contribuyendo al incremento de centros poblados, aculturización de pueblos indígenas, fragmentación de ecosistemas y la deforestación para la ampliación de la frontera agrícola dando paso a un sistema agroambiental insostenible (Viteri, 2014), al igual que la reserva de Biosfera Río San Juan donde Bayardo *et al.*, (2014) menciona que Costa Rica por crear una carretera de lastre en la ribera sur de ese río fronterizo, ha originado la fragmentación de ecosistemas perdiéndose varias hectáreas de bosques por la deforestación y afectando directamente a 600 especies entre terrestres y acuáticas, en cambio en el Parque Nacional Galápagos la carretera Puerto Baquerizo Moreno fue creada con una planificación para uso público dentro de los límites del área natural protegida, pero la mayoría de especies de aves (*Geospiza magnirostris* (pinzones), *Dendroica petechia* (canarios maría), *Mimus parvulus* (cucuves)) han sido afectados por la circulación vehicular ya muchas especies han muerto por atropellamiento (Tapia & Ospina, 2013).

4.2 Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres (carreteras primarias y secundarias) sobre el funcionamiento de los pueblos indígenas en aislamiento.

En los escenarios 241, 368 y 491 la tendencia poblacional de los indígenas Tagaeri – Taromenane no contactados presentaron una forma descendiente mientras que los contactados presentaron una forma ascendente a partir de los 25 hasta los 75 años simulados. A los 25 años en el escenario 241 (pobl. min. 102 -105 y max:331): el 31% y 32%; a los 50 años (pobl. min. 57 -73 y max:303): el 19% y 24%; a los 75 años (pobl. min. 31-56 y max.: 279): el 11% y 21%, de la población de indígenas Tagaeri y Taromenane no serán contactados, respectivamente. La proporción de la población contactada en relación al total es de: 0,37, 0,57, y 0,68. En el Escenario 368 a los 25, 50 y 75 años la proporción de la población contactada es de 0,37, 0,54 y 0,66. A los 25 años (pobl. min. 145 -149 y max:468) el 32%, 31%, a los 50 años (pobl. min. 86 -103 y max:411) el 21%, 25% y a los 75 años (pobl. min. 49 -73 y max:364) el 14%, 20% de los indígenas Tagaeri y Taromenane no serán contactados. En el escenario 491 a los 25 años (pobl. min. 191-198 y max.: 598) el 34%, 32%, a los 50 años (pobl. min. 123-129 y max.: 507) 24% 25%, a los 75 años (pobl. min. 71-88 y max.: 436) 16%, 20% la población de indígenas Tagaeri y Taromenane no serán contactados. A los 25, 50, 75 años la proporción de la población contactada es de 0,34, 0,51 y 0,64 (Tabla 7).

Tabla 7. Proyecciones de la población contactada y no contactada de los pueblos en aislamiento y el porcentaje de deforestación en 25, 50 y 75 años en la RBY. Caso de estudio: Expansión de los sistemas agroambientales, deforestación y sistemas viales terrestres

Escenarios Individuos totales iniciales	Tiempo (años)	Individuos no contactados Tagaeri	Individuos no contactados Taromenane	Población contactada	Población total	Deforestación %
241	25	102	105	123	331	24
	50	57	73	173	303	25
	75	31	56	192	279	29
368	25	145	149	173	468	23
	50	86	103	223	411	27
	75	49	73	242	364	33
491	25	195	198	206	598	21
	50	123	129	256	507	26
	75	71	88	278	436	35

Fuente: Elaborado por el autor.

Para los escenarios 241, 368 y 491, los porcentajes de deforestación en los 25 años fueron 24, 23 y 21% respectivamente, mientras que, para los 50 y 75 años, la deforestación se incrementa en el escenario 241: el 1% y 4%; en el escenario 368: el 4% y 6%; en el escenario 491: 5% y 9%, correspondientes.

Las vías terrestres (planificadas y no planificadas) en la RBY fueron creadas por la apertura de la exploración y explotación petrolera, iniciando un proceso de colonización con un crecimiento urbano desordenado, prácticas productivas no sustentables y políticas de conservación irrelevantes (Jarrín *et al.*, 2017). El ingreso de colonos mestizos de las regiones Costa y Sierra del Ecuador y ciudadanos de Colombia y Perú donde dicha migración fue por la falta de tierra y la pobreza rural, generaron un proceso de deforestación de amplias zonas de bosques tropicales conduciendo a la fragmentación del hábitat y a la degradación de los ecosistemas (Zapata & Suárez, 2013).

Según Austin *et al.*, (2017) en la zona intertropical la deforestación ha aumentado conforme al período del 2001 al 2012, a diferencia de Brasil que ha reducido por la implementación de nuevas políticas forestales. En los escenarios planteados la dinámica de la deforestación tiene una tendencia ascendente en los tres años simulados (Figura 12) corroborando los datos con el estudio de Gómez *et al.*, (2017) donde menciona que la tasa de deforestación en la Amazonía seguirá aumentando conforme no exista un plan de ordenamiento territorial, el inadecuado régimen de tenencia de la tierra y las políticas públicas que siguen ofreciendo fácil acceso a créditos agrícolas.

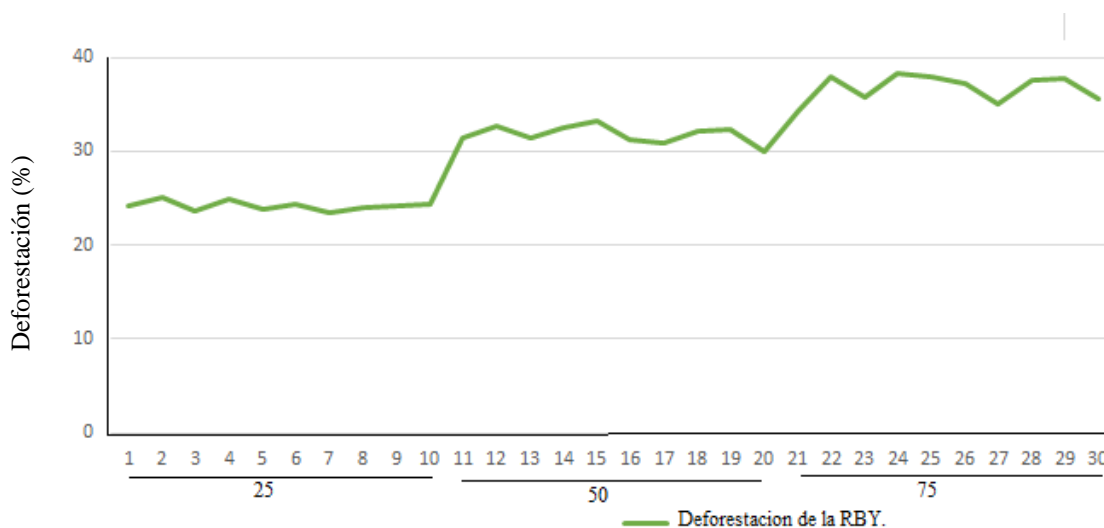


Figura 12. Resultados de la modelación de la dinámica de la deforestación en los escenarios: 241, 368, 491, habitantes en función al tiempo.

Fuente: Elaborado por el autor

Para los tres escenarios de simulación a los 25 años, la presencia de vías terrestres genera un 32% de incremento de la deforestación porcentaje menor al registrado por Heredia & Díaz-Ambrona (2014) de un 50% por la diferencia de escenarios, ya que con una población indígena mayor inicial da como resultado una tasa de deforestación alta debido a que la propia población indígena genera un cambio en la composición y estructura de la vegetación (ecosistemas, bosques) que los rodea por alimentarse y crear viviendas (Pazmiño, 2018).

En la vía Auca se encuentra la mayor parte de asentamientos humanos, razón por el cual existe mayor deforestación a sus alrededores, a diferencia de la vía Maxus que en pequeños sectores ocurre esta actividad (Bustamente & Trujillo, 2014) perdiéndose 417 ha de bosques primarios y secundarios (Thieme *et al.*, 2018). En el programa de simulación la deforestación va en aumento desde los 25 a los 75 años, siendo el escenario 491 el que mostró el mayor porcentaje de deforestación con un 35% a los 75 años, generando la destrucción de la biodiversidad, desaparición de especies animales endémicos y pérdida de servicios ambientales (Figura 13) (Gómez *et al.*, 2017). Para Jarrín *et al.*, (2017) el destino de los sistemas agroambientales está directamente influenciado por los cambios culturales en el proceso de colonización, donde las familias ya establecidas en la RBY incrementan el número de sus miembros y por la necesidad de alimentación sobreexplotan las tierras disminuyendo su capacidad productiva, creando un círculo rotativo impulsado por la migración hacia nuevos lugares de la reserva, donde las familias vuelven a ser numerosas y demandan nuevas áreas de bosque para deforestar.

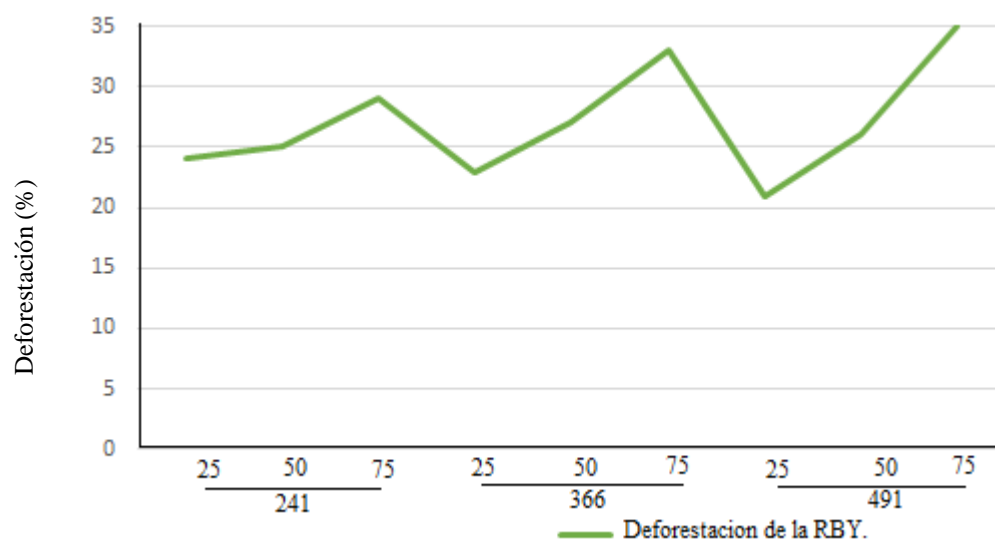


Figura13. Efecto de la dinámica de los sistemas agroambientales en la RBY: Deforestación (%).

Fuente: Elaborado por el autor.

Los asentamientos humanos que se encuentran aledaños a las vías terrestres se dedican a la agricultura siendo su principal fuente económica y dependiendo estrictamente de esta actividad para su supervivencia, con el aumento de población local por la creación de vías se genera una demanda de productos y con ello la utilización excesiva de recursos naturales afectando al sistema agroambiental (Del real, 2017). El trabajo de Paredes (2015) propone que las altas tasas de deforestación en la RBY es el resultado de crear espacios para la agricultura, siendo los pueblos indígenas obligados a establecer monocultivos de *Musa paradisiaca* (plátano-Musaceae), *Manihot esculenta* (yuca-Euphorbiaceae), *Coffea arábica* (café-Rubiaceae) y *Theobroma cacao* (cacao-Malvaceae) para satisfacer la demanda, a su vez utilizando mecanismos e insumos agroquímicos que afectan a la estructura y composición del suelo haciéndolo infértil, alejándolos más de un sistema agroambiental sostenible donde las técnicas de cultivo tradicional ya son inexistentes.

Los sistemas agroambientales propuestos por el MAE y el MAG es la implementación de abono orgánico y la rotación de cultivos, ya que el suelo de la RAE tiene una deficiencia nutricional (calcio (Ca), potasio (K), fósforo (P) por el proceso de lixiviación resultado de las precipitaciones excesivas (García, 2012), siendo estas alternativas poco implementadas en la actualidad y como a medida pase el tiempo desaparecerán y aumentará la deforestación evidenciando los resultados obtenidos.

En el modelo PIAs_v2.1 se pudo apreciar cómo avanza la frontera agrícola y con ello la deforestación teniendo sus inicios en la vía Auca (Figura 14) donde la pérdida de biodiversidad según Cabezas (2015), produce la reaparición o generación de enfermedades infecciosas por la desaparición de depredadores naturales de transmisores (vectores) de estas enfermedades. El desbroce de cobertura vegetal hace que el suelo este expuesto a las condiciones climáticas donde el impacto de las gotas de lluvia pulveriza los granos de tierra tapan los poros de la superficie, impidiendo la infiltración de agua, provocando una erosión, degradación de los suelos (Tenorio, 2014).

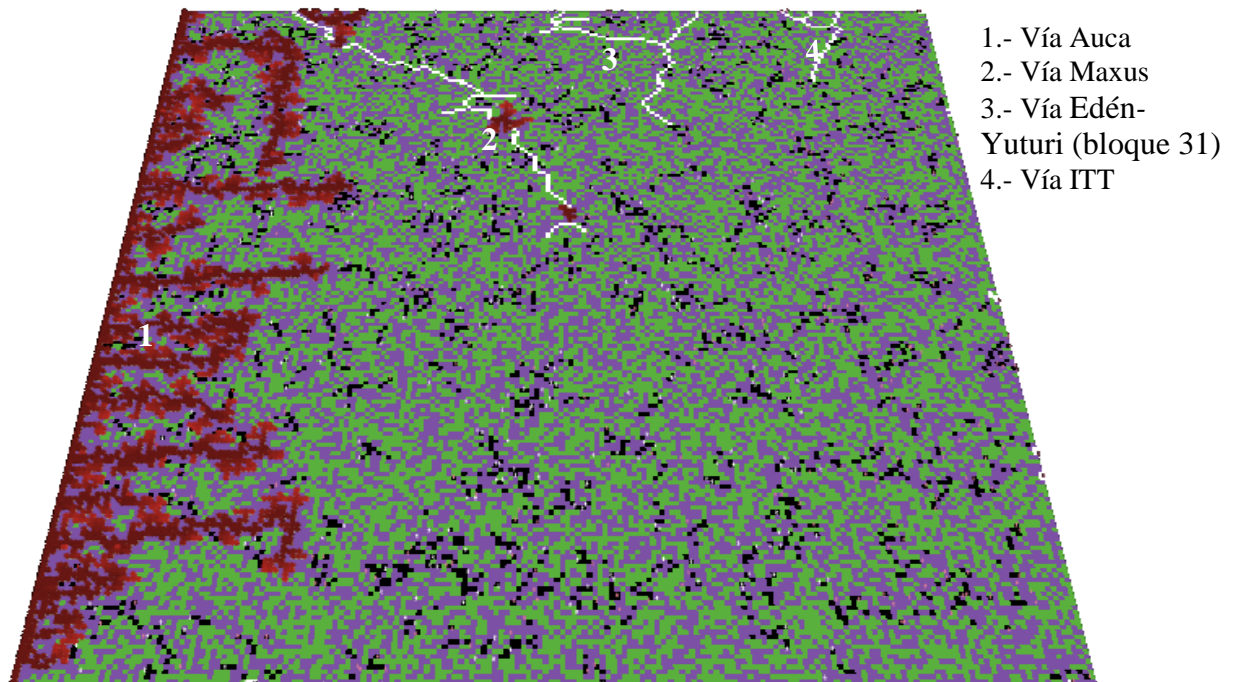


Figura 14. Dinámica espacial de la frontera agrícola. Parches rojos ■ (avance de la franja agrícola), parches grises ■ (área deforestada), parches verdes ■ (área de vegetación), parches violetas ■ (área de suministro energético) y parches negros ■ (espacio de transición entre parches negros a blancos y violetas).

Fuente: Elaborado por el autor.

Los pueblos indígenas Tagaeri-Taromenane son los últimos grupos amazónicos que se encuentran en aislamiento voluntario manteniéndose apartados de la sociedad nacional siendo considerados como el grupo más vulnerable a sufrir efectos de las actividades extractivas (Trujillo, 2018), existen registro de algunos ataques a partir del ingreso de compañías petroleras y con el pueblo indígena Waorani donde la situación se ha agravado en los últimos años conforme al aumento de la presión sobre el territorio de estos pueblos aislados (Narváez, 2016). Las empresas petroleras y las diferentes organización gubernamentales y no gubernamentales han irrumpido en el territorio de estos pueblos causando una severa transformación territorial, siendo su principal amenaza la deforestación para el establecimiento de cultivos o la obtención de madera (Reyes, 2015).

En función a las simulaciones realizadas el número de individuos no contactados Tagaeri es inferior a los Taromenane no contactados (Figura 15) ya que se considera los enfrentamientos por el territorio y la deforestación a causa de la expansión de las actividades agrarias, además Sánchez (2017) menciona que el número reducido de este pueblo en aislamiento se debe también se al enfrentamiento que hubo en marzo del 2013 con los Waorani lo cuales mataron a un número indeterminado de indígenas aislados.

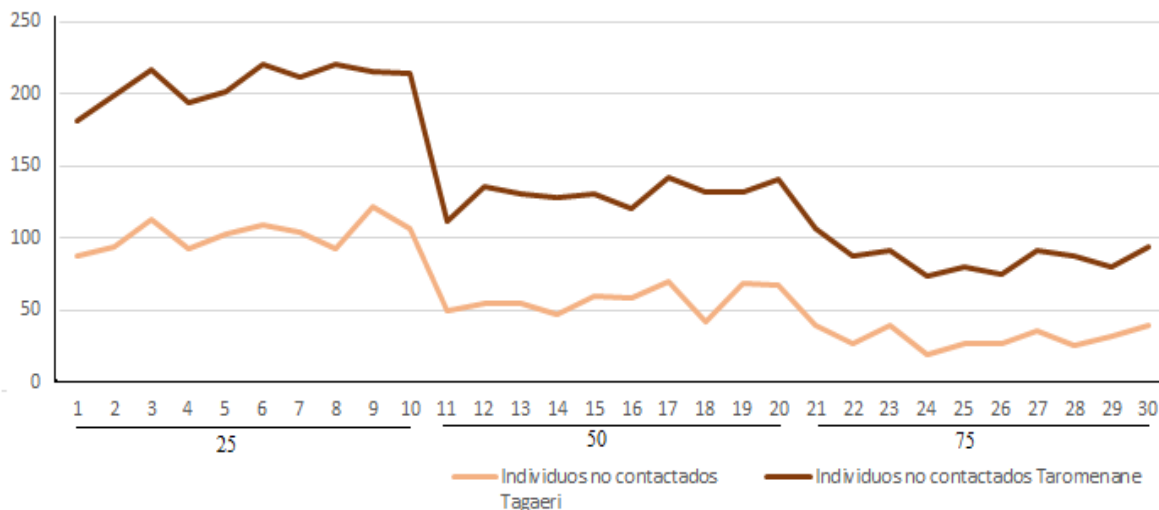


Figura 15. Resultados de la modelación sobre la dinámica de los individuos no contactados Tagaeri y Taromenane, en los escenarios planteados.

Fuente: Elaborado por el autor.

Los PIAs en los tres escenarios de 241, 368 y 491 se muestra un descenso poblacional total a los 25, 50 y 75 años estimando que los primeros contactos “cara a cara” conduce a la muerte de entre un tercio y la mitad de la población, ya que los Tagaeri y Taromenane son pueblos sus características guerreras que reaccionan frente a las presiones externas generando enfrentamientos violentos y masacres con trabajadores petroleros, colonos, indígenas y misioneros convirtiéndolos en víctimas y victimarios por defender su territorio estando en peligro su supervivencia según Rivas (2017).

Cuando la densidad de la población inicial es bastante, implica mayores conflictos bélicos entre grupos y mayor contacto con la sociedad. En los tres escenarios de simulación para los 25, 50 y 75 años la población contactada de Tagaeri-Taromenane aumenta a medida que su espacio disminuye por el avance de la frontera agrícola, y el proceso de aculturización, viéndose obligados cambiar sus tradiciones ancestrales de convivencia (Paniagua, 2016). Al cabo de los 75 años en el tercer escenario los 278 individuos contactados (15% del total) es superior en todos los escenarios a los individuos no contactados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En el modelo PIAs_v2.1 se creó las vías terrestres Auca, Maxus, Edén-Yuturi (bloque 31) y la ITT, basándose en un sistema de coordenadas (x; y) donde cada patch se le ubica en un lugar específico dentro del mundo, conjugando el metabolismo social, cultural y natural de la Reserva de Biosfera Yasuní.
- El avance de la frontera agrícola y la deforestación se pudo apreciar por la creación de la Vía Auca en el programa de simulación ya que estas actividades tienen sus inicios en dicha vía y se concentran la mayor parte de asentamientos humanos, en la vía Maxus existen pequeños sectores con la presencia de deforestación, en las vías Edén-Yuturi (bloque 31) y la ITT en la actualidad no se existe asentamientos humanos y sistemas agroambientales.
- La creación de vías (planificadas y no planificadas) ha provocado un incremento del 32% deforestación en los tres escenarios 241, 368 y 491 a los 25 años, ya que el ingreso de personas de otras provincias y la población local por la necesidad de alimentación y de generar ingresos económicos crean espacios para sus cultivos removiendo la cobertura vegetal y estableciendo monocultivos e implementado productos agroquímicos, haciendo que los sistemas agroambientales propuesto por el MAE y el MAG sean insostenibles por la sobreexplotación de las tierras, el escenario 491 a los 75 años se obtuvo el 35% de deforestación siendo el porcentaje mayor registrado en todo el proceso de simulación.
- En los tres escenarios de simulación para los 25, 50 y 75 años la población contactada de Tagaeri-Taromenane aumenta debido a que cada día se encuentran más expuestos al contacto con la sociedad por el incremento de la deforestación para el establecimiento de viviendas y de espacios para la agricultura. El número total de este pueblo indígena en aislamiento siempre fue menor en los tres escenarios de simulación 241, 368 y 491 para los 25, 50 y 75 años ya que la pérdida excesiva de la cobertura boscosa ha limitado su territorio por el cual se movilizan dañando el equilibrio natural que estos indígenas mantienen, si la deforestación aún sigue avanzando es cuestión de tiempo para que estos pueblos desaparezcan, perdiéndose con ellos la biodiversidad, su historia, cultura y costumbres.

5.2 Recomendaciones

- El programa de simulación PIAs_v2.1 permite tener una proyección de la dinámica de los sistemas agroambientales de la RBY, por lo que se recomienda continuar en un futuro en la búsqueda de mejores resultados mediante la calibración del modelo a partir de datos más precisos de los que fueron obtenidos a través de la búsqueda de información secundaria y de entrevistas realizadas de manera que permita que el modelo brinde datos más confiables y cercanos a la realidad.
- Los sistemas agroambientales permiten que los recursos naturales se han utilizados de una manera sostenible, razón por el cual las organizaciones gubernamentales deben imponer su permanencia en los sectores agrícolas de la RBY ya que su desaparición genera un deterioro rápido de los recursos naturales.
- Una alternativa recomendable para dinamizar y conservar los suelos de estos lugares que ya fueron alterados (deforestados) y han siendo utilizados para realizar monocultivos sería la aplicación de los sistemas agroforestales esta técnica busca la preservación, optimización y manejo de recursos (suelo, agua, aire, paisaje).

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

- Acosta, A. (2010). Las tribulaciones de la Iniciativa Yasuní-ITT en la Amazonía ecuatoriana. *Revista latinoamericana de estudios socioambientales. Revista de la CEPAL.*
- Albacete, C., & Espinosa P. (2015). Evaluación Rápida del Gran Yasuní Napo. En Línea. Disponible en: http://www.parkswatch.org/spec_reports/yasuni_spa.pdf [verificado 23-mayo-2018].
- Álvarez, K. (2017). Presiones a los territorios de los Tageiri, Taromenane y otras familias no contactadas en la Amazonía ecuatoriana. En Línea. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cienciapol/article/view/66655> [verificado 28-mayo-2018].
- Álvarez, Y. (2014). Iniciativa Yasuní ITT, Un instrumento más de la contratación Estatal: estudio de la política de conservación pública. En Línea. Disponible en: <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/4297/1/TFLACSO2012YDA M.pdf> [verificado 9-mayo-2018].
- Arias, F. (2013). Sociedad, economía y ambiente. En Línea. Disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/co/co006/index/assoc/D9317.dir/sye25p.pdf> [verificado 11-mayo-2018].
- Atance, I. (2013). Las ayudas agroambientales como instrumento de intervención en sistemas productivos de alto valor medioambiental. En Línea. Disponible en: http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/2/pdf_reeap-r198_02.pdf [verificado 12-mayo-2018].
- Austin, K. G., González-Roglich, M., Schaffer-Smith, D., Schwantes, A. M., & Swenson, J. J. (2017). Trends in size of tropical deforestation events signal increasing dominance of industrial-scale drivers. *Environmental Research Letters*, 12(5), 054009.
- Bartolotta, S. (2014). Daño en los ecosistemas y pérdida de biodiversidad, una delgada línea entre la inoperancia y la necesaria responsabilidad social. En Línea. Disponible en: <http://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Dano-en-los-ecosistemas-y-pérdida-de-biodiversidad-una-delgada>. [verificado 09-mayo-2018].
- Bass, M.S., Finer, M., Jenkins, C.N., Kreft, H., Cisneros-Heredia, D.F. (2013). Global Conservation Significance of Ecuador's Yasuní National Park. *PLoS ONE*5(1): e8767. doi: 10.1371/journal.pone.0008767

- Bayardo, O., Ramón, C., & Iván, O. (2014). Reserva de biosfera Río San Juan de Nicaragua en peligro por la creación de un vía terrestre. En Línea. Disponible en: http://www.aecid.org.ni/wp-content/uploads/2014/02/1266523091_FICHA-UNESCO-Reserva-Biosfera-San-Juan.pdf. [verificado 28-mayo-2018].
- Benavides, O. (2015). Influencia del sector petrolero en el Ecuador como fuente economica primordial del pais para el desarrollo. En Línea. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8780/1/INCIDENCIA%20DEL%20SECTOR%20PETROLERO%20EN%20LA%20ECONOMIA%20ECUATORIANA%202.pdf> [verificado 11-mayo-2018].
- Bennett, N. (2015). Serie Tutorial de NetLogo: Introducción y Conceptos Básicos para los modelos basados en agentes un estrategia Holistica. En Línea. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Nicholas_Bennett4/publication/309126226_Serie_Tutorial_de_NetLogo_Introduccion_y_Conceptos_Basicos/links-Tutorial-de-NetLogo-Introduccion-y-Conceptos-Basicos.pdf [verificado 14-mayo-2018].
- Borsdorf, A., & Araya, P. (2014). El modelo de Reservas de la Biosfera: conceptos, características e importancia. Reservas de la Biosfera de Chile: Laboratorios para la Sustentabilidad, Santiago de Chile, Academia de Ciencias Austríaca/Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía. Serie Geolibros, 17, 4-20.
- Burgaleta, Elena, Rodríguez, Nadia Margarita, & Martínez Fresneda, Miguel. (2018). Identidades amazónicas en conflicto: el indígena dócil frente al insurrecto. Revista mexicana de sociología, 80(1), 139-166.
- Bustamente, T., & Trujillo, J. (2014). Retos de la Amazonía: Uso de los recursos naturales . Revista ecosistemas, 16(3).
- Cabezas, C. (2015). Enfermedades infecciosas emergentes reemergentes y sus determinantes. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 32(1), 07-08.
- Carvajal, W. (2013). Sistemas de modelaje, en sistemas tecnicos y socioambientales para la implementacion en caso de estudios ambientales o sociales. En Línea. Disponible en: <ftp://ftp.unicauca.edu.co/Facultades/FIET/DEIC/Materias/Identificacion/parte%20I/traduccion/CAPITULO%201%20revisado.doc> [verificado 6-mayo-2018].
- Castillo, H. (2013). Región amazónica- implicaciones e impacto ambiental de la actividad hidrocarburifera en los recursos naturales. En Línea. Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/biblio/catalog/resGet.php?resId=18193> [verificado

- 19-mayo-2018].
- Castillo, L., & Velázquez, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socio ecológicos y resiliencia. *Quivera*, 17(2), 11-32.
- Chávez, D. (2016). La situación de los pueblos indígenas aislados en el Ecuador. Quito, Ecuador, 37.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). Ciudad Alfaró: Asamblea Constituyente.
- Cuevas, E. (2011). Medidas agroambientales y conservación de la biodiversidad. Efectos locales y paisajísticos (Doctoral dissertation, Universidad de Castilla-La Mancha).
- Del real, S. (2017). La batalla por el Yasuní y el colectivo Yasunidos: formas de acción no violenta y extractivismo petrolero (Master's thesis, Quito, Ecuador: Flacso Ecuador).
- Dillon, J. (2012). Yasuní-ITT: Hacia un nuevo modelo de desarrollo de conservación y desarrollo sostenible (Master's thesis, Universidad Autónoma de Madrid/2012).
- Duerto, G., & Suárez, D. (2011). Propuesta de control y vigilancia para la reserva de Biosfera Yasuní (Master's thesis, Quito: FLACSO sede Ecuador).
- Enriquez, P. (2013). Huaróni y sus tradiciones. En Línea. Disponible en: <http://pamenriquez.blogspot.com/2013/04/huaorani.html> [verificado 23-mayo-2018].
- Escarabay, T. (2013). Enfoque ecosistémico en el proceso de delimitación y zonificación de la Reserva de Biosfera Yasuní. *Ciencia e Ingeniería*, 16(2), 20-24.
- Falconi, A. (2014). Degradación y destrucción de ecosistemas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Quito, Ecuador.
- FAO (2014). Directrices voluntarias para políticas agroambientales en América latina y el Caribe. En Línea. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5462s.pdf>. [04 verificado - mayo-2018].
- Finer, M., Vijay, V., Pappalardo, E. S., & De Marchi, M. (2014). Exclusivo: Espectaculares fotografías aéreas revelan que la construcción de carreteras en el Ecuador entra más profundamente en la selva tropical más rica de la Tierra (Parque Nacional Yasuní).
- Fontaine, G. (2013). Yasuní en el siglo XXI. El Estado ecuatoriano y la conservación de la Amazonía : el caso del comité de gestión de la reserva de biosfera Yasuní (Vol. 249). Institut français d'études andines.
- García, R. (2012). El uso de agroquímicos en los huertos familiares del sitio de Cucuy y los problemas ambientales y a la salud por agroquímicos. En Línea. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2913/1/46133_1.pdf [verificado

26-mayo-2018].

- Gómez, S., Anda, S. Bedoya, G. (2017). Procesos políticos y estructurales de la deforestación en la Amazonía: el caso de Tena, Ecuador (2014). *Espacio y Desarrollo*, (29), 7-36.
- Guadalupe, M. F. (2017). Incidencia del Empleo rural agrícola en el desarrollo económico rural en el Ecuador. *Revista de la CEPAL*.
- Heredia, & Díaz-Ambrona. (2014). Modelo del comportamiento de los pueblos indígenas aislados ante presiones externas. ETSIAAB- UPM, AgSystem, CEIGRAM, itdUPM. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España.
- Hoorn, C. (2012). The Birth of the Mighty Amazon. *Scientific American* 294(5), 52-59.
- Iglesias, J. (2015). GSI-Robocup. Un entorno de enseñanza e investigación de Modelos basados en Agentes en una Programación con Reglas. *Vida Rural*, (293), 21-25.
- Iglesias, C., & Serrano, E. (2016). Una introducción a la simulación social como método de aprendizaje-An Introduction to Social Simulation as a Learning Method. *Tecnologías en la Educación*, 3-6.
- INEC, Censo Poblacional 2010. En Línea. Disponible en http://www.Inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=49&lang=es [verificado 1-junio-2018].
- Jarrín, P. S., Carrillo, L. T., & Zamora, G. (2017). Demografía y transformación territorial: medio siglo de cambio en la región amazónica de Ecuador/Demography and territorial transformation: half a century of change in the Amazonian Region of Ecuador. *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial*, (12), 81-100.
- Krysińska, M. (2016). La actividad misionera de unas misiones de fe entre los grupos indígenas de la región amazónica y los intereses políticos de los gobiernos latinoamericanos. *Anuario Latinoamericano-Ciencias Políticas y Relaciones Internacionales*, 3, 71.
- Ley forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre (2004). Quito: Asamblea Nacional.
- López, V., & Espíndola, F. (2013). Atlas "Amazonía Ecuatoriana Bajo Presión". *EcoCiencia*.
- Macía, J. (2014). Pueblos indígenas en aislamiento voluntario (Vol. 98). CIFOR.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2008). Línea de base del Programa para la Conservación y el Manejo Sostenible del Patrimonio Natural y Cultural de la Reserva de la Biosfera Yasuní. En Línea. Disponible en: www.mdgfund.org/es/node/4810
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2010). Reservas de Biosfera del Ecuador: lugares

- excepcionales. GTZ/GESORENDED-WCS- NCI-UNESCO/Quito. Ecuador. [verificado 28-mayo-2018].
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2013). Programa para la Conservación y el Manejo Sostenible y sustentable del Patrimonio Natural y Cultural de la Reserva de la Biosfera Yasuní y sus pueblos en aislamiento. En Línea. Disponible en: http://www.mdgfund.org/sites/default/files/ENV_ESTUDIO_Ecu_PATrimonio%20%20y%20cultural%20YASUNI.pdf [verificado 14-mayo-2018].
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). Línea Base de Deforestación para la Conservación y Manejo Sostenible del Patrimonio Natural de la reserva de Yasuní. En Línea. Disponible en <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Folleto%20mapa-parte1.pdf> [verificado 29-mayo-2018].
- Mejía, E., & Pacheco, P. (2013). Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana (Vol. 97). CIFOR.
- Myers, Norman (1993). Tropical forests: the main deforestation fronts. *Environmental conservation*, 20(1), 9-16.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- Molina, M. (2013). Instrumentos para la protección del Parque Nacional Yasuní y la estrategia andina de biodiversidad: algunos elementos críticos (Master's thesis, Madrid: Universidad Complutense de Madrid).
- Monteros, I. (2011). Sociedad civil y conflictos socioambientales por la tala ilegal de madera en el Parque nacional Yasuní (El Parque Nacional de Rewood, un modelo a seguir) (Doctoral dissertation, Tesis de maestría, FLACSO, Quito).
- Moriello, S. (2016). Investigación: Sistemas Complejos. En Línea. Disponible en: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?p=sistemas-complejos-2> [verificado 23-mayo-2018].
- Muñoz, J. (2012). Diseño de una estrategia de planificación física para territorios y paisajes rurales, con base en los principios de incertidumbre y complejidad de los sistemas socio-ambientales. *Repositorio Universitario Institucional de Recursos abiertos*, 2-3.
- Narváez, R. (2016). Intercambio, guerra y venganza: el lanceamiento de Ompore Omehuai y su esposa Buganei Caiga. *Antropología Cuadernos de investigación*, (16), 99-110.
- Palacios, J. (2013). Conflictos sociales, en el Ecuador. En Línea. Disponible en: Obtenido de <https://www.mindmeister.com/es/1042229652/conflictos-sociales> [verificado 24-mayo-2018].

- Palma, J. (2017). Ecuador: Cuando las rutas de proyectos extractivos abren camino a la deforestación. En Línea. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/02/ecuador-cuando-las-rutas-proyectos-extractivos-abren-camino-la-deforestacion/> [verificado 28-mayo-2018].
- Paniagua, F. (2016). Indígenas aislados. Aproximación a la incógnita humana de la Amazonía ecuatoriana. *Antropología Cuadernos de investigación*, (16).
- Pappalardo, S., & Ferrarese, F. (2013). Zona intangible Tagaeri Taromenane (ZITT). Quito: CICAME. En Línea. Disponible en: http://www.geoyasuni.org/wp-content/uploads/2013/PDF/ZonaIntangibleTT_CLEUP.pdf [verificado 14-mayo-2018].
- Paredes, N. (2015). Informe Técnico Anual: Estación experimental central Amazónica para la conservación y el desarrollo de la región. En Línea. Disponible en: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4089/1/iniapeecaIARF%202015.pdf> [verificado 12-mayo-2018].
- Pazmiño, Y. (2018). Estudio de la deforestación del Parque Nacional Yasuní (Ecuador) utilizando el software CLASlite (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Pezo, R. (2015). Diversidad Cultural en la Amazonía Ecuatoriana. 4-6. En Línea. Disponible en: <https://www.aiu.edu/spanish/publications/student/spanish/Diversidad-Cultural-en-la-Amazonía-Peruana.htm> [verificado 4-mayo-2018].
- Reyes, J. (2015). Proceso de aculturización del pueblo Huaorani en la comunidad de Dicapare cantón Orellana, provincia de Orellana. En Línea. Disponible en: http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/13650/1/Reyes_Borja_Jorge_Nabor.pdf. [verificado 19-mayo-2018].
- Rivas, A. (2017). Los Pueblos Indígenas aislados de Yasuní, Amazonía de Ecuador. Una estrategia de protección integral y educación ambiental. En Línea. Disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/681327/rivas_toledo_alexis.pdf [verificado 28-mayo-2018].
- Rodríguez, L. (2015). Modelos basados en agentes: aportes epistemológicos y teóricos para la investigación social. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 60(225), 227-261.
- Rodríguez, L., & Roggero, P. (2015). Modelos basados en agentes: *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 2-4.

- Romero, F. (2014). Introducción a la programación Netlogo. En Línea. Disponible en: <https://www.cs.us.es/~fran/varios/maes.pdf> [verificado 7-mayo-2018].
- Ruiz, L. (2014). Amazonía ecuatoriana: escenario y actores del 2000. EcoCiencia y Comité Ecuatoriano de la UICN.
- Sanchez, R. (2017). Pueblos indígenas en aislamiento voluntario Tagaeri y Taromenane. *Antropología Cuadernos de investigación*, (17), 99-121.
- Sancho (2015). Cuaderno del CIS: Simulación basado en agentes. Introducción al Netlogo (Vol. 53). CIS-Centro de Investigaciones Sociológicas
- Saud, J. (2012). Diseño de un sistema de riego para cultivos en zonas con escasas de agua en el Ecuador continental. En Línea. Disponible en: <http://192.188.53.14/bitstream/23000/1450/1/104385.pdf> [verificado 9-mayo-2018].
- Serrano, F. (2017). Death and vengeance between the Waorani and Tagaeri/ Taromenane, Reserve: a brief modern history and conservation challenges. *Environmental research letters*, 4(3), 034005.
- Tapia, W., & Ospina, P. (2013). El Parque Nacional de Galápagos controla la muerte de aves en las carreteras del archipiélago 2014. En Línea. Disponible en: <http://www.dicyt.com/noticias/el-parque-nacional-de-galapagos-controla-la-muerte-de-aves-en-las-carreteras-del-archipelago>. [verificado 1-junio-2018].
- Tenorio, G. (2014). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales*, 42(2), 138-153.
- Thieme A, Hettler B, Finer M (2018) Deforestación Petrolera en el Parque Nacional Yasuní, Amazonía Ecuatoriana. MAAP.
- Trujillo, P. (2018). Identificación y dinámica de los Pueblos Indígenas en Aislamiento Voluntario (PIAV) en el Yasuní. *Boletín de Antropología*, 33(55), 271-296.
- Vallejo, G. (2015). Muerte en la zona Tagaeri-Taromenane: justicia occidental o tradicional. *Íconos: Revista de Ciencias Sociales*, (17), 31-36.
- Vinueza, D. (2015). Proteger la biodiversidad del parque Yasuní es una prioridad en la construcción de los bloques petroleros. Universidad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO), Observatorio Socio Ambiental.
- Viteri, F. (2014). Parque nacional Yasuni. En Línea. Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/835/1/T-SENESCYT-0378.pdf> [verificado 2-junio-2018].

- Wilensky, U. 1999. The NetLogo User Manual version 5.0.3. En Linea. Disponible en: <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/>. [verificado 28-mayo-2013].
- Wilensky, U., & Rand, W. (2015). An introduction to agent-based modeling: modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo. MIT Press.
- Zapata, G., & Suárez, E. (2013). Evaluación de Amenazas Antropogénicas en el Parque Nacional Yasuní y sus Implicaciones para la Conservación. *Lyonia*, 10(1), 47-57
- Zurita, M. (2017). Cultivando las plantas y la sociedad Waorani. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 12(2), 495-516.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo1.- Codificación del modelo PIAs_v2.1 según el software Netlogo versión 5.0.3

```
globals [food initial-trees felled-trees]
breed [persons person]
breed [person2 person]
breed [fells fell]
breed [fells2 fell]
persons-own [energy]
person2-own [energy2]
patches-own [countdown]
to setup

clear-all
grow-food-and-weeds
ask patches [set pcolor green]
if food? [ask patches [set countdown random food-regrowth-time]
set pcolor one-of [green violet]
; draw road
ask patches [setup-road]
set-default-shape persons "person"
create-persons Individuals-Tagaeri [
set color white; Color del individuo blanco
setxy random-xcor random-ycor
set energy random-normal 100 10] ;start with a random amt. of energy cantidad de energia persona media 50 +-10 desviacion
set-default-shape person2 ;start with a random amt. of energy cantidad de energia persona media 50 +-10 desviacion
"person"
create-person2 Individuals-
Taromenane [
set color pink
setxy random-xcor random-ycor
set energy2 random-normal 100 10] ;start with a random amt. of energy cantidad de energia persona 100
reset-ticks ;start with a random amt. of energy cantidad de energia persona 100

set-default-shape turtles "square"
;; make some green trees
ask patches with [(random-float 100) < density]
[ set pcolor green]

;; make a column of burning trees
ask patches with [pxcor = min-pxcor]
[ ignite]
ask patches with [ pcolor = yellow]
[ignite2]
;; set tree counts
set initial-trees count patches with [pcolor = green]
set felled-trees 0
reset-ticks
```

end

; road draw at the coordinates Y 102-100 y X 0-100

to setup-road;; patch procedure

Programación para La Vía Auca

```
if (pycor < 176) and (pycor > 174) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim1
if (pycor < 177) and (pycor > 175) and (pxcor < 5) and (pxcor > 2 ) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 176) and (pycor > 174) and (pxcor < 6) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 177) and (pycor > 175) and (pxcor < 9) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 178) and (pycor > 176) and (pxcor < 11) and (pxcor > 8) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 179) and (pycor > 180) and (pxcor < 15) and (pxcor > 13) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 179) and (pycor > 177) and (pxcor < 13) and (pxcor > 10) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 178) and (pycor > 176) and (pxcor < 15) and (pxcor > 12) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 179) and (pycor > 177) and (pxcor < 16) and (pxcor > 14) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 178) and (pycor > 176) and (pxcor < 19) and (pxcor > 15) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 177) and (pycor > 175) and (pxcor < 22) and (pxcor > 18) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 159) and (pycor > 157) and (pxcor < 28) and (pxcor > 26) [ set pcolor yellow];vía secd1
if (pycor < 158) and (pycor > 151) and (pxcor < 29) and (pxcor > 27) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 152) and (pycor > 150) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 151) and (pycor > 149) and (pxcor < 31) and (pxcor > 29) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 150) and (pycor > 148) and (pxcor < 31) and (pxcor > 29) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 149) and (pycor > 141) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 142) and (pycor > 135) and (pxcor < 29) and (pxcor > 27) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 136) and (pycor > 133) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 134) and (pycor > 132) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 179) and (pycor > 177) and (pxcor < 20) and (pxcor > 18) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 180) and (pycor > 178) and (pxcor < 21) and (pxcor > 19) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 157) and (pycor > 155) and (pxcor < 3) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim2
if (pycor < 158) and (pycor > 156) and (pxcor < 5) and (pxcor > 2) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 159) and (pycor > 157) and (pxcor < 7) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 160) and (pycor > 158) and (pxcor < 8) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 161) and (pycor > 159) and (pxcor < 11) and (pxcor > 7) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 160) and (pycor > 158) and (pxcor < 12) and (pxcor > 10) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 159) and (pycor > 157) and (pxcor < 13) and (pxcor > 11) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 148) and (pycor > 146) and (pxcor < 3) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim3
if (pycor < 147) and (pycor > 145) and (pxcor < 5) and (pxcor > 2) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 148) and (pycor > 146) and (pxcor < 10) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 140) and (pycor > 138) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim4
if (pycor < 141) and (pycor > 139) and (pxcor < 6) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 142) and (pycor > 140) and (pxcor < 9) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 126) and (pycor > 124) and (pxcor < 6) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim5
if (pycor < 127) and (pycor > 125) and (pxcor < 8) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 128) and (pycor > 126) and (pxcor < 9) and (pxcor > 7) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 127) and (pycor > 125) and (pxcor < 12) and (pxcor > 8) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 126) and (pycor > 124) and (pxcor < 16) and (pxcor > 11) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 125) and (pycor > 123) and (pxcor < 19) and (pxcor > 15) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 110) and (pycor > 108) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim6
if (pycor < 111) and (pycor > 109) and (pxcor < 6) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 110) and (pycor > 108) and (pxcor < 8) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 111) and (pycor > 109) and (pxcor < 9) and (pxcor > 7) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 112) and (pycor > 110) and (pxcor < 10) and (pxcor > 8) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 97) and (pycor > 95) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim7
if (pycor < 98) and (pycor > 96) and (pxcor < 6) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 97) and (pycor > 95) and (pxcor < 8) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
```



```

if (pycor < 96) and (pycor > 94) and (pxcor < 10) and (pxcor > 7) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 97) and (pycor > 95) and (pxcor < 15) and (pxcor > 9) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 98) and (pycor > 96) and (pxcor < 20) and (pxcor > 14) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 99) and (pycor > 97) and (pxcor < 22) and (pxcor > 19) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 84) and (pycor > 82) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim8
if (pycor < 83) and (pycor > 81) and (pxcor < 7 ) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 84) and (pycor > 82) and (pxcor < 9) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 85) and (pycor > 83) and (pxcor < 13) and (pxcor > 8) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 84) and (pycor > 82) and (pxcor < 19) and (pxcor > 12) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 83) and (pycor > 81) and (pxcor < 21) and (pxcor > 18) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 84) and (pycor > 82) and (pxcor < 23) and (pxcor > 20) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 83) and (pycor > 81) and (pxcor < 31) and (pxcor > 39) [ set pcolor yellow ];vía secd2
if (pycor < 83) and (pycor > 79) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 80) and (pycor > 78) and (pxcor < 29) and (pxcor > 27) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 79) and (pycor > 77) and (pxcor < 28) and (pxcor > 26) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 78) and (pycor > 76) and (pxcor < 27) and (pxcor > 25) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 74) and (pycor > 72) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim9
if (pycor < 75) and (pycor > 73) and (pxcor < 6) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 74) and (pycor > 72) and (pxcor < 10) and (pxcor > 5) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 73) and (pycor > 71) and (pxcor < 13) and (pxcor > 9) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 74) and (pycor > 72) and (pxcor < 18) and (pxcor > 12) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 75) and (pycor > 73) and (pxcor < 24) and (pxcor > 17) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 65) and (pycor > 63) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim10
if (pycor < 64) and (pycor > 62) and (pxcor < 7) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 65) and (pycor > 63) and (pxcor < 13) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 50) and (pycor > 48) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim11
if (pycor < 51) and (pycor > 49) and (pxcor < 7) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 50) and (pycor > 48) and (pxcor < 10) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 49) and (pycor > 47) and (pxcor < 13) and (pxcor > 9) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 50) and (pycor > 48) and (pxcor < 17) and (pxcor > 12) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 40) and (pycor > 38) and (pxcor < 7) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim12
if (pycor < 41) and (pycor > 39) and (pxcor < 11) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 40) and (pycor > 38) and (pxcor < 15) and (pxcor > 10) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 30) and (pycor > 28) and (pxcor < 7) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 31) and (pycor > 29) and (pxcor < 10) and (pxcor > 6) [ set pcolor yellow ];vía secd3
if (pycor < 30) and (pycor > 28) and (pxcor < 15) and (pxcor > 9) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 31) and (pycor > 29) and (pxcor < 17) and (pxcor > 14) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 32) and (pycor > 30) and (pxcor < 25) and (pxcor > 16) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 33) and (pycor > 31) and (pxcor < 26) and (pxcor > 24) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 34) and (pycor > 32) and (pxcor < 35) and (pxcor > 25) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 22) and (pycor > 20) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim13
if (pycor < 23) and (pycor > 21) and (pxcor < 10) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 22) and (pycor > 20) and (pxcor < 15) and (pxcor > 9) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 18) and (pycor > 16) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim14
if (pycor < 19) and (pycor > 17) and (pxcor < 11) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 15) and (pycor > 13) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim15
if (pycor < 14) and (pycor > 12) and (pxcor < 8) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 10) and (pycor > 8) and (pxcor < 5) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim16
if (pycor < 11) and (pycor > 9) and (pxcor < 6) and (pxcor > 4) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 5) and (pycor > 3) and (pxcor < 4) and (pxcor > 0) [ set pcolor yellow ];vía prim17
if (pycor < 4) and (pycor > 2) and (pxcor < 6) and (pxcor > 3) [ set pcolor yellow ];

```

Programación para Maxus.

```
if (pycor < 200) and (pycor > 190) and (pxcor < 29) and (pxcor > 27) [ set pcolor white];
if (pycor < 191) and (pycor > 189) and (pxcor < 30) and (pxcor > 28) [ set pcolor white ];
if (pycor < 190) and (pycor > 188) and (pxcor < 31) and (pxcor > 29) [ set pcolor white ];
if (pycor < 189) and (pycor > 187) and (pxcor < 32) and (pxcor > 30) [ set pcolor white];
if (pycor < 188) and (pycor > 186) and (pxcor < 34) and (pxcor > 31) [ set pcolor white ];
if (pycor < 187) and (pycor > 185) and (pxcor < 35) and (pxcor > 33) [ set pcolor white ];
if (pycor < 171) and (pycor > 169) and (pxcor < 56) and (pxcor > 53) [ set pcolor white ];
if (pycor < 172) and (pycor > 170) and (pxcor < 58) and (pxcor > 55) [ set pcolor white ];
if (pycor < 171) and (pycor > 169) and (pxcor < 59) and (pxcor > 57) [ set pcolor white ];
if (pycor < 170) and (pycor > 168) and (pxcor < 60) and (pxcor > 58) [ set pcolor white ];
if (pycor < 169) and (pycor > 167) and (pxcor < 62) and (pxcor > 59) [ set pcolor white ];
if (pycor < 170) and (pycor > 168) and (pxcor < 64) and (pxcor > 61) [ set pcolor white ];vía prim1
if (pycor < 169) and (pycor > 167) and (pxcor < 65) and (pxcor > 63) [ set pcolor white ];
if (pycor < 168) and (pycor > 166) and (pxcor < 67) and (pxcor > 64) [ set pcolor white ];
if (pycor < 167) and (pycor > 165) and (pxcor < 68) and (pxcor > 66) [ set pcolor white ];
if (pycor < 166) and (pycor > 164) and (pxcor < 69) and (pxcor > 67) [ set pcolor white ];
if (pycor < 165) and (pycor > 163) and (pxcor < 73) and (pxcor > 68) [ set pcolor white ];
if (pycor < 164) and (pycor > 162) and (pxcor < 74) and (pxcor > 71) [ set pcolor white ];
if (pycor < 159) and (pycor > 157) and (pxcor < 86) and (pxcor > 74) [ set pcolor white ];
if (pycor < 158) and (pycor > 156) and (pxcor < 75) and (pxcor > 73) [ set pcolor white ];vía prim2
if (pycor < 157) and (pycor > 155) and (pxcor < 74) and (pxcor > 72) [ set pcolor white ];
if (pycor < 156) and (pycor > 154) and (pxcor < 74) and (pxcor > 72) [ set pcolor white ];
if (pycor < 155) and (pycor > 153) and (pxcor < 75) and (pxcor > 73) [ set pcolor white ];
if (pycor < 154) and (pycor > 152) and (pxcor < 80) and (pxcor > 74) [ set pcolor white ];
if (pycor < 153) and (pycor > 151) and (pxcor < 80) and (pxcor > 78) [ set pcolor white ];
if (pycor < 152) and (pycor > 150) and (pxcor < 80) and (pxcor > 78) [ set pcolor white ];
if (pycor < 154) and (pycor > 152) and (pxcor < 74) and (pxcor > 70) [ set pcolor white ];
if (pycor < 153) and (pycor > 151) and (pxcor < 71) and (pxcor > 67) [ set pcolor white ];
if (pycor < 151) and (pycor > 149) and (pxcor < 80) and (pxcor > 78) [ set pcolor white ];
if (pycor < 150) and (pycor > 148) and (pxcor < 83) and (pxcor > 79) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 149) and (pycor > 147) and (pxcor < 84) and (pxcor > 82) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 148) and (pycor > 146) and (pxcor < 85) and (pxcor > 83) [ set pcolor white ];
if (pycor < 147) and (pycor > 145) and (pxcor < 86) and (pxcor > 84) [ set pcolor white ];
if (pycor < 146) and (pycor > 144) and (pxcor < 87) and (pxcor > 85) [ set pcolor white ];
if (pycor < 145) and (pycor > 143) and (pxcor < 87) and (pxcor > 84) [ set pcolor white ];
if (pycor < 142) and (pycor > 140) and (pxcor < 86) and (pxcor > 84) [ set pcolor white ];
if (pycor < 141) and (pycor > 139) and (pxcor < 87) and (pxcor > 85) [ set pcolor white ];
if (pycor < 132) and (pycor > 130) and (pxcor < 93) and (pxcor > 90) [ set pcolor white ];
if (pycor < 120) and (pycor > 118) and (pxcor < 99) and (pxcor > 97) [ set pcolor white ];
if (pycor < 119) and (pycor > 117) and (pxcor < 99) and (pxcor > 97) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 118) and (pycor > 116) and (pxcor < 99) and (pxcor > 97) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 117) and (pycor > 115) and (pxcor < 99) and (pxcor > 97) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 116) and (pycor > 114) and (pxcor < 99) and (pxcor > 97) [ set pcolor yellow ];
if (pycor < 115) and (pycor > 113) and (pxcor < 100) and (pxcor > 98) [set pcolor white ];vía prim3
if (pycor < 114) and (pycor > 112) and (pxcor < 101) and (pxcor > 99) [ set pcolor white ];
if (pycor < 113) and (pycor > 111) and (pxcor < 102) and (pxcor > 99) [ set pcolor white ];
if (pycor < 115) and (pycor > 113) and (pxcor < 99) and (pxcor > 95) [ set pcolor white ];
if (pycor < 114) and (pycor > 112) and (pxcor < 96) and (pxcor > 94) [ set pcolor white ];
if (pycor < 113) and (pycor > 111) and (pxcor < 95) and (pxcor > 93) [ set pcolor white ];vía prim4
if (pycor < 112) and (pycor > 110) and (pxcor < 94) and (pxcor > 92) [ set pcolor white ];
if (pycor < 111) and (pycor > 109) and (pxcor < 94) and (pxcor > 92) [ set pcolor white ];
```



```

if (pycor < 161) and (pycor > 159) and (pxcor < 121) and (pxcor > 119) [ set pcolor white ];
if (pycor < 160) and (pycor > 158) and (pxcor < 120) and (pxcor > 118) [ set pcolor white ];

```

Programación para la vía ITT

```

if (pycor < 200) and (pycor > 190) and (pxcor < 168) and (pxcor > 166) [ set pcolor white ];
if (pycor < 191) and (pycor > 189) and (pxcor < 168) and (pxcor > 166) [ set pcolor white ];
if (pycor < 190) and (pycor > 188) and (pxcor < 168) and (pxcor > 166) [ set pcolor white ];
if (pycor < 189) and (pycor > 186) and (pxcor < 167) and (pxcor > 165) [ set pcolor white ];
if (pycor < 187) and (pycor > 185) and (pxcor < 166) and (pxcor > 99) [set pcolor white ];vía prim1
if (pycor < 186) and (pycor > 184) and (pxcor < 167) and (pxcor > 165) [ set pcolor white ];
if (pycor < 185) and (pycor > 183) and (pxcor < 168) and (pxcor > 166) [ set pcolor white ];
if (pycor < 184) and (pycor > 182) and (pxcor < 167) and (pxcor > 165) [ set pcolor white ];
if (pycor < 183) and (pycor > 181) and (pxcor < 166) and (pxcor > 164) [ set pcolor white ];
if (pycor < 182) and (pycor > 180) and (pxcor < 166) and (pxcor > 164) [ set pcolor white ];
if (pycor < 181) and (pycor > 179) and (pxcor < 166) and (pxcor > 164) [ set pcolor white ];
if (pycor < 180) and (pycor > 178) and (pxcor < 165) and (pxcor > 163) [ set pcolor white ];
if (pycor < 179) and (pycor > 177) and (pxcor < 164) and (pxcor > 99) [set pcolor white ];vía prim2
if (pycor < 178) and (pycor > 176) and (pxcor < 164) and (pxcor > 162) [ set pcolor white ];
if (pycor < 177) and (pycor > 175) and (pxcor < 164) and (pxcor > 162) [ set pcolor white ];
if (pycor < 176) and (pycor > 174) and (pxcor < 163) and (pxcor > 161) [ set pcolor white ];
if (pycor < 175) and (pycor > 173) and (pxcor < 162) and (pxcor > 160) [ set pcolor white ];
end

```

to GO

```

if not any? turtles [ stop ]
grow-food-and-weeds
ask persons
[ move
set energy energy - 5
eat-food
set energy energy + food-energy * 1 ; antes 10
recuento
catch-person2
reproduce
if energy > birth-threshold * 5
[ set energy energy / 2
hatch 1 [ fd 1 ] ]
ask person2
[ move
set energy2 energy2 - 5
eat-food
set energy2 energy2 + food-energy * 1 ;10

```

Reproduce

```

if energy2 > birth-threshold * 5
[ set energy2 energy2 / 2
hatch 1 [ fd 1 ] ]

```

```

if food? [ ask patches [ grow-grass]]
set food count patches with [pcolor = green ]
if not any? turtles ;; either fires or embers
[ stop ]
ask fells
[ ask neighbors4 with [pcolor = green]

```

```

[ ignite ]
set breed fells ]
fade-embers
tick
if ticks = 50 [ ask patches [ draw ] ]
end
;draw road to final display

to eat-food;
if pcolor = green
[ set pcolor black]
end

to eat-weeds
ask persons weeds
[eat-weeds]
if pcolor = violet
[ set pcolor black
set energy energy + weed-energy ];set energy2 energy2 + weed-energy ]
end

to reproduce;
set live-time live-time - 1
end

to catch-person2 ;
let prey one-of person2-here
if prey != nobody ;
[ ask prey [ die ] ]
end

to ignite ;
sprout-fells 1
[ set color red ]
set pcolor grey ;;black
set felled-trees felled-trees + 1
end

to ignite2 ;
sprout-fells 1
[ set color red ]
set pcolor grey ;yellow ;;black
set felled-trees felled-trees + 1
end

to fade-embers
ask fells
[ set color color - 0.3
if color < red - 3.5
[ set pcolor grey die ] ]
End

```



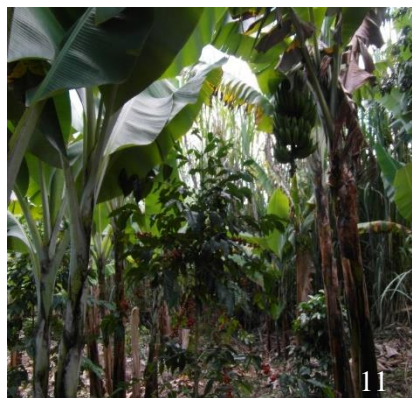
Img1. Entrevista realizada a los habitantes de la Vía Auca y al dirigente de la NAWE Octavio Cahuiya 1, 2 y 3.



Img2. Asentamientos poblacionales aledaños a la Vía Auca 4, 5 y 6.



Img3. Áreas deforestadas aledaños a la Vía Auca 7, 8 y 9.



Img4. Cultivos de *Manihot esculenta* (yuca-Euphorbiaceae), *Musa paradisiaca* (plátano-Musaceae) y *Coffea arabica* (café-Rubiaceae) en la RBY 10, 11 y 12.