



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Cambio de uso del suelo en paisajes agrícolas-forestales: análisis espacial en cinco comunidades Kichwas de la Región Amazónica Ecuatoriana

Change in land use in agricultural-forest landscapes: spatial analysis in five Kichwa communities of the Ecuadorian Amazon Region

Bolier Torres<sup>1,2\*</sup>, Lucy Andrade<sup>3</sup>, Alexandra Torres<sup>1,2</sup>, Cristian Vasco<sup>4</sup>, Marco Robles<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Docente Investigador, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

<sup>2</sup> Programa de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, UEA, Ecuador

<sup>3</sup> Ingeniera Ambiental, graduada en la Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

<sup>4</sup> Docente Investigador, Universidad Central del Ecuador

<sup>5</sup> The Nature Conservancy, Ecuador

\*Autor de correspondencia: [btorres@uea.edu.ec](mailto:btorres@uea.edu.ec) (B. Torres)

### Resumen

La presente investigación se realizó en la zona sur de la provincia de Napo, cantón Tena, a las riberas del río Napo en las parroquias: Puerto Misahualli, Chonta Punta y Ahuano, en un área de importancia global por formar parte de las zonas de transición de las reservas de biosfera Sumaco y Yasuní. Se seleccionaron cinco comunidades mediante muestreo intencional con la finalidad de cumplir con los siguientes parámetros: ubicación de la comunidad respecto al camino transitado (cerca o lejos), grupo étnico (kichwas), tamaño de la comunidad (grande mayor de 40 hogares y pequeña menor a 40 hogares) y disponibilidad de proveer información. La metodología también usó cinco categorías de uso del suelo: bosque que se refiere a bosque nativo y secundario, sistemas agroforestales (SAF) que incluyen las áreas de realces, y la categoría de pastos y cultivos de ciclo corto. Los resultados muestran tasas de deforestación promedio anual de entre 1,17% a 3,67% a nivel comunitario, cifras relativamente altas considerando la tasa de deforestación anual reportadas por la autoridad forestal nacional en Ecuador. Los resultados también muestran que fincas mayores a 2 hectáreas poseen áreas de bosques entre el 20% y el 84% dependiendo del tamaño. El documento finaliza con algunas recomendaciones para un mejor manejo forestal a nivel comunitario.

**Palabras claves:** Tasas de deforestación, comunidades indígenas.

### Summary

This research work was conducted in the south of the province of Napo, canton Tena. On the banks of the Napo River, specifically in the parishes: Puerto Misahualli, Chonta Punta and Ahuano. This is an area of global significance for being part of the transitional areas of the Sumaco Biosphere Reserves and Yasuni. Five communities were selected by means of intentional sampling in order to comply with the following parameters: i) Location of the community with regard to the path traveled (near or far); ii) Ethnic group (Kichwa), size of the community (large: greater than 40 homes /small: less than 40 households) and availability to provide information. The methodology also uses five categories for land use: forest, which refers to native and secondary forest and agroforestry system (SAF), which includes the areas of enhancements, and the category of grasses and short-cycle crops. The results show average annual deforestation rates between 1.17% and 3.67% at the community level, relatively high figures considering the annual deforestation rate reported by the national forestry authority in Ecuador. The results also show that farms larger than two hectares have forest areas between 20% and 84% depending on the size. The paper concludes with some recommendations for better forest management at the community level.

**Keywords:** rates of deforestation, indigenous communities.



## Introducción

La incorporación de áreas de bosques a la producción agrícola por parte de pequeños finqueros ha sido ampliamente identificada como una de las principales causas de la deforestación y degradación forestal (Davidson, 2012). Esto ha desencadenado en procesos de degradación ambiental, siendo responsable de alrededor del 12% de las emisiones de gases efecto invernadero en la década entre el 2007 la 2016 (Le Queré *et al.*, 2018). Sin embargo, algunas teorías sobre el uso del suelo en las regiones tropicales sostienen que cualquier terreno, dadas sus características biofísicas (e.g. calidad del suelo) y su ubicación e.g. distancia al mercado (von Thünen, 1966) es utilizado procurando maximizar la renta o beneficios a obtenerse (Kaimowitz & Angelsen, 1998). El supuesto es, por tanto, que las producciones se orientan al mercado y que, entonces, el principal objetivo agrícola es la maximización del beneficio (Vance & Geoghegan, 2004).

De acuerdo a las teorías arriba mencionadas, el paisaje agrícola-forestal que resulta a una escala local, es la consecuencia de fuerzas relacionadas con beneficios económicos y precios del mercado (López & Sierra, 2010). Sin embargo, estas teorías no aplican a todos los casos, en particular, a comunidades indígenas, donde las tierras en su mayoría son comunitarias. En estos casos, a menudo las zonas de producción se superponen y la presencia del mercado es baja o inexistente. En este contexto, los objetivos de la producción agrícola no necesariamente siguen la lógica de maximización de los beneficios, sino que pueden responder a otras lógicas dependiendo de las estrategias de vida que los hogares persigan y que no necesariamente son homogéneas, aunque perte-

nezcan a un mismo lugar (Torres *et al.* 2018a). Muchas de estas estrategias están asociadas a sistemas de producción de subsistencia (Tucker, 2004; Turner & Ali, 1996; Poole, 1989).

Varios investigadores sugieren que cambios en la población como resultados de nuevas tecnologías o innovaciones adoptadas, pueden explicar los cambios en agricultura y usos del suelo (Lambin *et al.*, 2001; Boserup, 1965), mientras que otros sostienen que los cambios en la composición del hogar pueden explicar las diferencias sobre cuánto produce la gente (Turner & Ali, 1996; Thorner, Kerblay, & Smith, 1986). En estos casos, los objetivos de producción agrícola pueden resultar en una hibridación de actividades de subsistencia y actividades orientadas al mercado (López & Sierra, 2010).

De cualquier manera, es necesario conocer los cambios de usos de suelo en comunidades indígenas, para contribuir al debate sobre este tema, debido a que para muchos autores es considerado como ejemplos de sociedades ancestrales que practican la gestión sostenible de los recursos naturales en zonas tropicales, a diferencia de los colonos no indígenas recientemente llegados (Schwartzmann *et al.*, 2000). Aunque también existe un creciente número de investigaciones empíricas que muestran que incluso en lugares no afectados por la invasión de extraños (colonos), los pueblos indígenas suelen explotar los recursos naturales locales en forma no sostenible. En particular, la caza silvestre se practica de forma no sostenible, debido a las altas tasas de crecimiento poblacional en comunidades indígenas, por lo que los bosques cerca de asentamientos humanos tienden a carecer de grandes animales de caza (Sirén *et al.*, 2006; Sirén *et al.*, 2004). En este último escenario, las comunidades indígenas adoptan fácilmente las prácticas orientadas al mercado en formas “tradicionales” de uso de la tierra, mientras que el

acceso al mercado ha estimulado la introducción de cultivos comerciales (Turner & Ali, 1996), agroquímicos, la ganadería en pequeña escala (Gray et al., 2008; Rudel et al., 2002), y la extracción comercial de productos forestales maderables (Vasco et al., 2017b; Mejía et al., 2015) y no maderables (Vasco & Sirén, 2018; Oldekop et al., 2012).

A pesar de estos cambios de uso del suelo, los bosques contribuyen significativamente a los ingresos de los hogares rurales. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos medios de vida cambian a medida que los paisajes forestales cambian (Rasmussen et al., 2017), y, hoy en día es indiscutible la importancia de la contribución del bosque como potencial de alimentos silvestres que contribuyen a la seguridad alimentaria y la nutrición de varias maneras (Hickey et al., 2016), dado que las personas que viven cerca del bosque tienen mayor acceso a los alimentos forestales como frutas silvestres, hojas verdes, larvas, caracoles y carne de monte (Pingali, 2015; Powell et al., 2015, 2013a.; Ickowitz et al., 2014; Arnold et al., 2011).

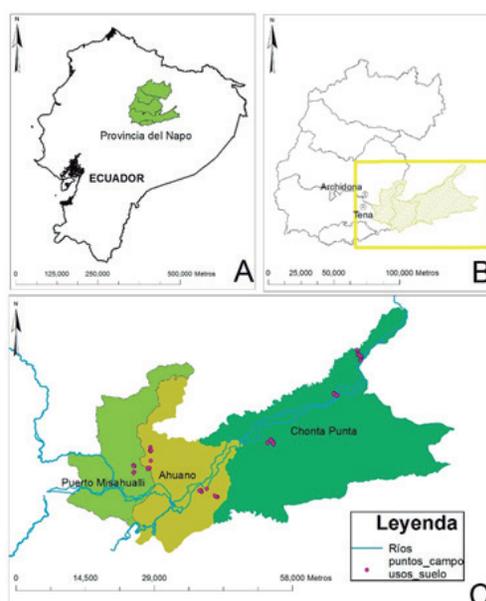
Por ejemplo, en un estudio realizado por Shackleton et al. (2002) en Sudáfrica, se demostró cómo las hierbas silvestres y las frutas silvestres estaban entre los principales recursos forestales extraídos de los bosques comunales en un 91% y 82%, respectivamente.

En este contexto, este artículo contribuye a profundizar en el estado del arte del estudio de uso del suelo, analizando el cambio de uso del suelo para el período comprendido entre los años 2007 y 2013 en comunidades kichwas del cantón Tena, provincia de Napo, para conocer los patrones de uso del suelo que siguen comunidades indígenas y establecer estrategias de manejo que permitan un uso sostenible de los recursos naturales existentes.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó al sur de la provincia de Napo, cantón Tena, a las riberas del río Napo en las parroquias: Puerto Misahualli, Chonta Punta y Ahuano (Figura 1).

**Figura 1.** Mapa de la zona de estudio: A) Ecuador y provincia de Napo; B) Cantón Tena, zona de estudio; C) Parroquias del cantón Tena estudiadas, los puntos muestran las zonas supervisadas geográficamente.



El área seleccionada es de importancia global, por cuanto forma parte de las áreas de transición de las Reservas de Biosfera Sumaco (RBS) y Reserva de Biosfera Yasuní (RBY).

El análisis del cambio del uso del suelo se lo realizó por medio de interpretación de la información de sensores remotos, considerando la obtención de imágenes de satélite, determinación de las unidades interpretadas, interpretación de las imágenes y, generación de resultados.

Para la generación de los mapas de uso y cobertura del suelo de los años 2007 y 2013 se utilizaron imágenes de satélite ASTER, y LANDSAT 8 respectivamente. Las imágenes ASTER 2007 fueron obtenidas de la base de datos de la Unidad Ejecutora del Proyecto Protección Gran Sumaco - MAE, mientras que las imágenes LANDSAT 8 del año 2013 fueron obtenidas de la página web del USGS (U.S. Geological Survey).

Para determinar las unidades a interpretarse, se realizó una comparación entre las imágenes, procediéndose a definir las siguientes unidades: a) *Bosque*: incluye las formaciones de Bosque sin intervención humana y las formaciones de bosque con una intervención baja. No se realizó una discriminación entre estas dos formaciones puesto que la diferenciación tanto digital como visual de las unidades resulta compleja y puede arrojar errores en la diferenciación; b) *Áreas Urbanizadas*: Zonas de intervención humana en la que se ha eliminado la cobertura vegetal para ser reemplazada por obras civiles para el desarrollo (construcciones, vías de comunicación, etc.); c) *Mosaico Agropecuario*: Contiene coberturas conformadas por asociaciones entre distintos tipos de cultivos o especies vegetales, incluyéndose mezclas conformadas por especies cultivadas y no cultivadas (barbecho, rastrojo,

maleza, remanentes pequeños de bosque, etc.); d) *Predominio de pastos y cultivos*: Esta cobertura corresponde a zonas en las que predominan plantas tipo hierbas y cultivos de ciclo corto; e) *Cuerpo de agua*: considera a los ríos principales cuyo ancho es mayor a 15 m. Este dato se obtuvo de la interpretación del 2007 y se consideró como una constante para el 2013 al analizar que no existe una variación considerable de su curso en el período analizado.

Para la interpretación de las imágenes de satélite tanto ASTER como LANDSAT 8 se utilizó el software TNTmips, y un método de clasificación supervisada (feature mapping). Se crearon prototipos de acuerdo a las unidades de cobertura descritos anteriormente tomando como base a las observaciones geo-referenciadas tomadas con un GPS en campo (ground truthing). Se realizó una primera clasificación para las 5 unidades planteadas, luego para mejorar la interpretación inicial, cada clase se convirtió en una máscara que permitiría nuevamente realizar una segunda corrida o revisión de la interpretación con el mismo método supervisado.

Finalmente, los resultados de la interpretación fueron exportados a formato de GIS (shapefile) y revisado mediante el uso de las herramientas disponibles en el software ArcGis 10.1. También se procedió a cuantificar el área de cada unidad de interpretación y a generar los análisis respectivos que se muestran en la sección de resultados.

Adicionalmente se usó un set de datos socioeconómicos generados por el proyecto Pro-Formal, proyecto que fue ejecutado mediante convenio firmado entre la Universidad Estatal Amazónica (UEA-Ecuador) y el Centro para la de Investigación Forestal Internacional (CIFOR). De esta base de datos se analizaron la Tabla 1 que reporta las características de los hogares y la Figura 7 que muestra los porcentajes de bosques y

otros usos de la tierra en las fincas de comunidades Kichwas en la zona de estudio para el año 2013.

### Resultados y discusión

Esta sección se muestran los resultados de un análisis de imágenes de satélite ASTER, y LANDSAT 8 para determinar el cambio de uso del suelo en la zona sur de la provincia de Napo para los años 2007 y 2013, en área de importancia global por encontrarse dentro de las zonas de transición de dos reservas de biosfera, Sumaco (RBS) y Yasuní (RBY).

### Caracterización de los tipos de uso del suelo

Antes de mostrar los resultados sobre el cambio de uso del suelo, es importante men-

cionar que de acuerdo a esta investigación los hogares en las comunidades kichwas investigadas tienen en promedio 18 hectáreas por hogar, de los cuales aproximadamente el 50% corresponde a bosques primarios y secundarios, lo cual revela que estas poblaciones aún mantienen una considerable proporción de bosques remanentes en sus fincas como los reportados por Torres *et al.* (2018a). En general, la proporción de tierra dedicada a pastos (1,4 ha), cultivos anuales (1,0 ha) y SAF (1,8 ha) (Tabla 1), confirma que siguen modelos de agricultura a pequeña escala, consistentes a resultados previos (Vasco *et al.*, 2017b; Vasco *et al.*, 2015; Gray et al., 2008) reportados para la Región Amazonía Ecuatoriana.

**Tabla 1.** Principales características de los hogares kichwas en la zona de estudio, 2013

Uso del suelo	Promedio ha	Desviación Estandar
Área finca por hogar	18,3	16,7
Área bosque	9,9	13,5
Área pasto	1,4	3,3
Área cultivos anuales	1,0	2,0
Área SAF	1,8	1,5
Área realce	3,0	7,0

**Fuente:** Elaboración propia basa en encuesta a hogares realizada por el proyecto Pro-Formal-Ecuador, entre agosto y septiembre del 2012.

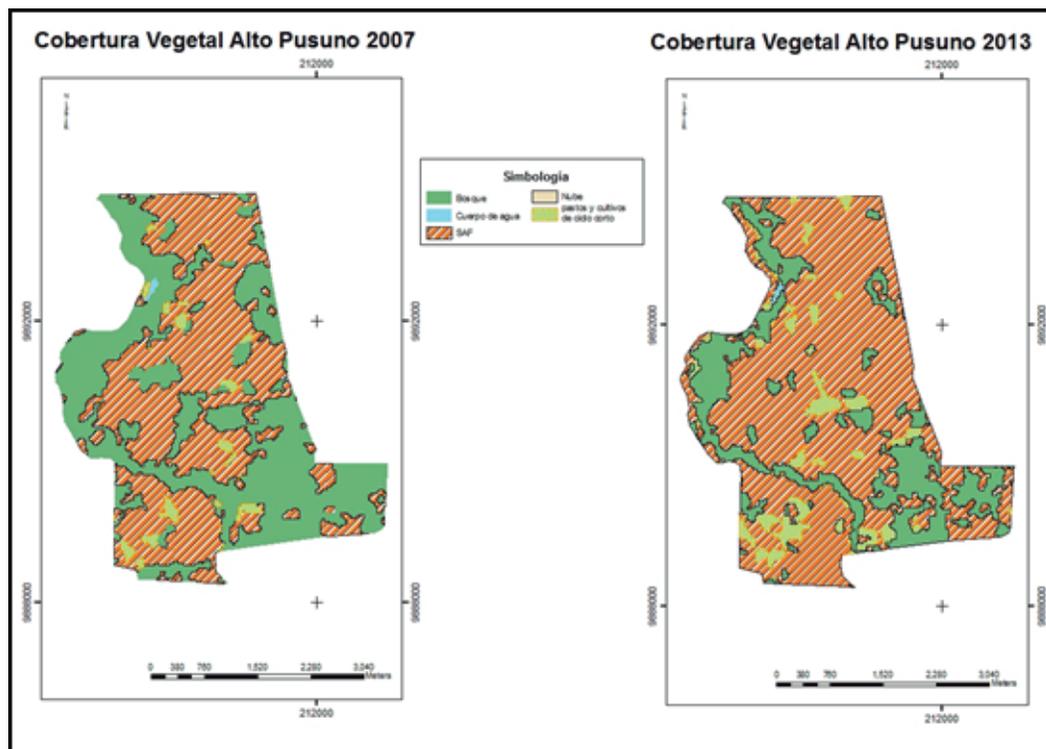
### Cambios en el uso del suelo e identificación de áreas deforestadas durante el periodo 2007-2013 en comunidades Kichwas

#### Comunidad Kichwa Alto Pusuno

En la comunidad de Alto Pusuno, los resultados muestran diferentes usos de suelo

presentes que fueron categorizados de la siguiente manera: bosque que se refiere a bosque nativo y secundario, Sistemas agroforestales (SAF) que incluyen las áreas de realces, y la categoría de pastos y cultivos de ciclo corto. Se categorizó de esta manera ya que por la calidad de las imágenes satelitales no se puede categorizar más minuciosamente.

Figura 2. Cobertura Vegetal de la comunidad Kichwa Alto Pusuno 2007 – 2013.



Fuente: USIG, UEA

La Figura 2 muestra el cambio de uso del suelo experimentado en esta comunidad, se puede apreciar un aumento en casi el 20% los sistemas agroforestales (SAF) que se refiere a los cultivos perennes conjuntamente con los cultivos anuales y los realces. Se nota también que los pastos y cultivos de ciclo corto han aumentado en un 5%. Consecuencia de esto se observa una notable disminución de los bosques nativos y secundarios.

En esta comunidad de un total de 1519,56 hectáreas, de acuerdo a esta investigación, se muestra que para el año 2007 existían 705,64 hectáreas de bosque (primario y secundario), mientras que para el año 2013 disminuyó a 362,82 hectáreas, lo que demuestra una pérdida de la cobertura boscosa en 6 años de 342,82 has, correspondiente al 22% del total del área de la comunidad. La tasa promedio anual de deforestación calculada en este

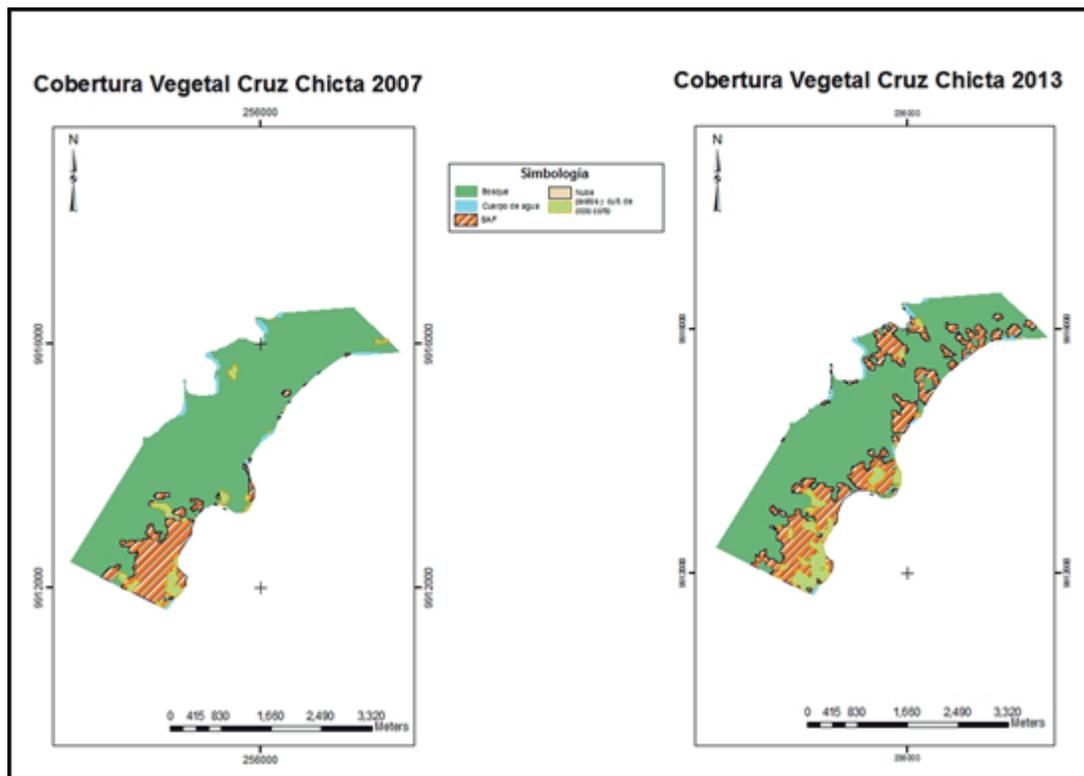
periodo para esta comunidad es de 3,67%.

En lo referente a los SAF que corresponde a cultivos y a áreas en regeneración se puede ver que esta categoría en el año 2007 ocupaba 776,12 hectáreas y para el 2013 aumentó a 1043,12 hectáreas, es decir los SAF aumentaron el 18%. La categoría de pastos y cultivos de ciclo corto para el 2007 contaba con 36,73 hectáreas y para el 2013 se incrementó a 113,62 hectáreas lo que corresponde a un incremento del 5%.

### Comunidad Kichwa Cruz Chicta

La Figura 3 muestra que, en la comunidad de Cruz Chicta, los SAF que se refiere a los cultivos perennes conjuntamente con los cultivos anuales y los realces para el año 2013 son el doble en relación al 2007. Por lo cual se presentó una disminución del 14% de los bosques nativos y secundarios.

**Figura 3.** Cobertura Vegetal de la comunidad Kichwa Cruz Chicta 2007 – 2013.



Fuente: USIG, UEA

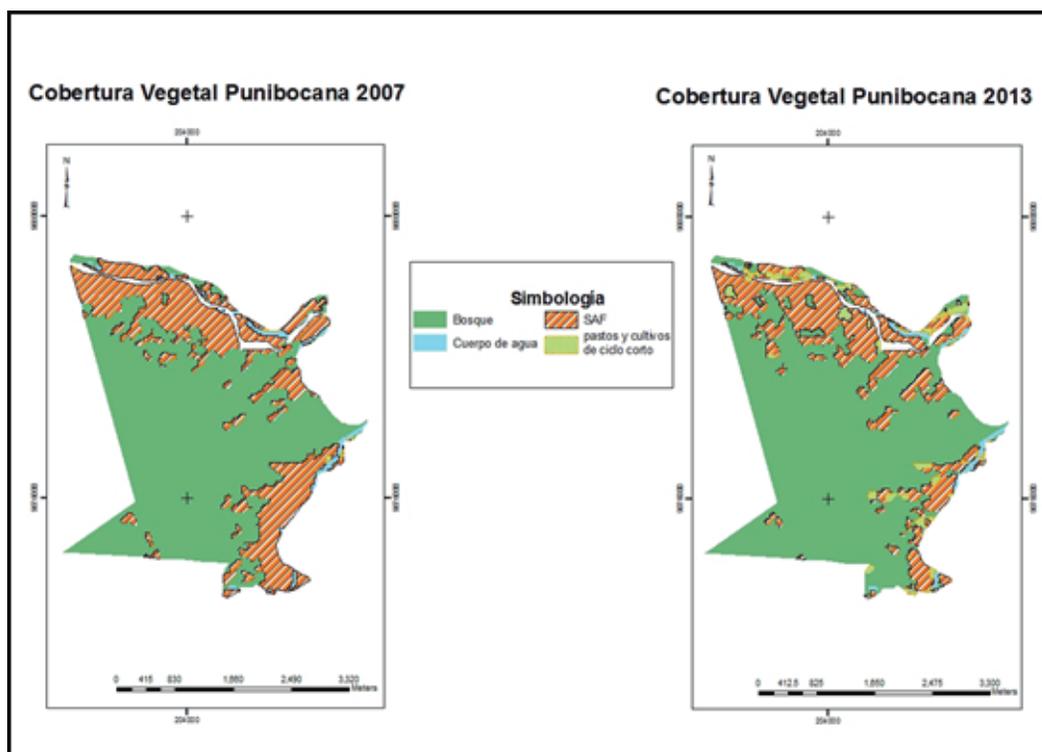
Con un total de 852,01 hectáreas, la figura 3 muestra que para el año 2007 en esta comunidad existían 719,12 hectáreas de bosque (primario y secundario), mientras que para el año 2013 disminuyó a 592,97 hectáreas, lo que demuestra una pérdida de la cobertura boscosa en 6 años de 126,16 hectáreas, correspondiente al 14% con relación al total de superficie de la comunidad, se estimó una tasa promedio anual de deforestación en esta comunidad es de 2,33%. En cuanto a los SAF que corresponde a cultivos y a áreas en regeneración se puede observar que esta categoría en el año 2007 ocupaba 106,13 hectáreas, mientras que, para el 2013 aumentó a 205,37 hectáreas, es decir, se incrementó

en un 12%. La categoría de pastos y cultivos de ciclo corto para el 2007 contaban con 26,76 hectáreas y para el 2013 se incrementó a 53,67 hectáreas, es decir 3% más.

### Comunidad Kichwa Sinchi Runa de Puni Bocana

En la comunidad Sinchi Runa de Punibocana, los SAF disminuyeron del año 2007 al 2013 en un 6%. Mientras que los pastos y cultivos de ciclo corto, para el año 2013 se registró en un 3%, registrando ningún porcentaje para el año 2007. En esta comunidad, debido a la disminución de los SAF, se observa que los bosques (nativos y secundarios) se recuperaron en el 3% (Figura 4).

**Figura 4.** Cobertura Vegetal de la comunidad Kichwa Punibocana 2007 – 2013.



Fuente: USIG, UEA

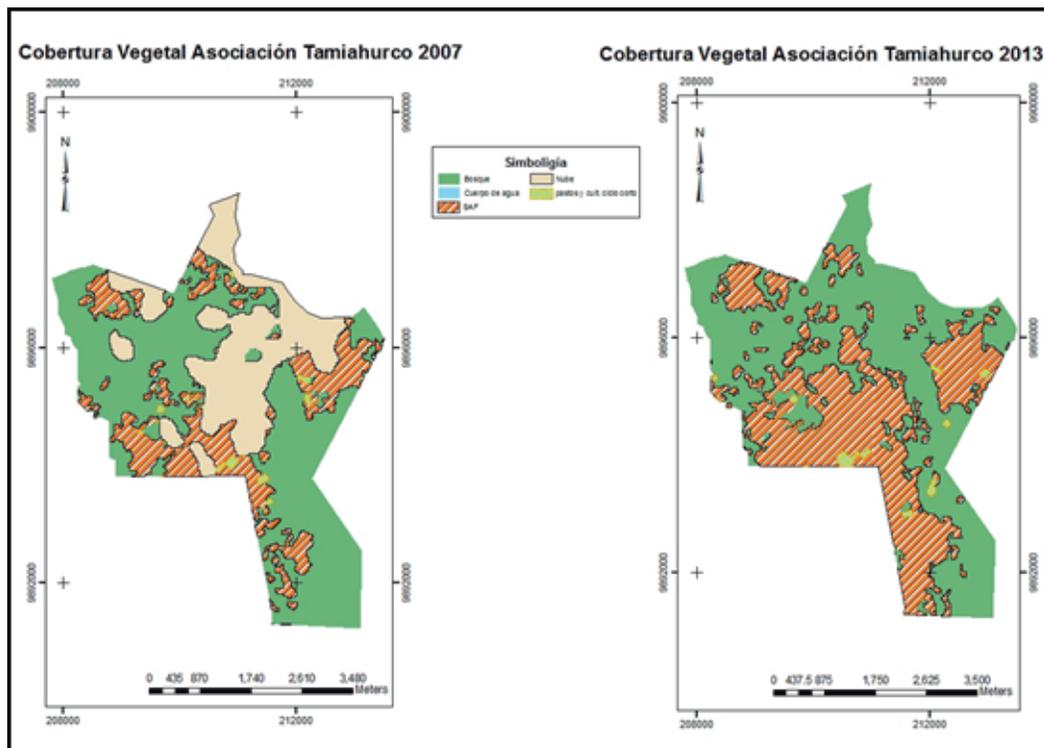
De acuerdo a esta investigación, en esta comunidad de un total de 1165,38 hectáreas, en el año 2007 existían 810,43 hectáreas de bosque (primario y secundario), mientras que para el año 2013 la cobertura boscosa aumentó a 849,68 hectáreas, lo que demuestra una ganancia de la cobertura boscosa en 6 años de 39,25 has, correspondiente al 3%. Este aumento en la cobertura forestal se puede atribuir a la regeneración de los remanentes de bosques en zonas abandonadas o de recuperación. En la categoría de los SAF que corresponde a cultivos y a áreas en regeneración se puede ver que esta categoría en el año 2007 ocupaba 353,47 hectáreas y que para el 2013 disminuyó a 278,25 hectáreas. La

categoría de pastos y cultivos de ciclo corto para el 2007 contaban solamente con 1,48 hectáreas y para el 2013 se incrementó a 37,45 hectáreas.

### Comunidad Kichwa Tamiahurco

Para el caso del análisis del cambio de uso del suelo en la comunidad Tamiahurco, se tuvo la dificultad de que en la imagen del año 2007 el 26% del área estaba cubierta por nubes, imposibilitando determinar el uso del suelo en el sector nublado. Sin embargo, se decidió analizar los cambios de uso del suelo experimentado en esta comunidad Kichwa en el porcentaje restante con posibilidad de análisis (Figura 5).

**Figura 5.** Cobertura Vegetal de la comunidad Kichwa Tamiahurco 2007 – 2013.



Fuente: USIG, UEA

Con la limitante antes mencionada, se determinó que los SAF aumentaron en el doble (del 21% al 42%) desde el año 2007 hasta el 2013. Los pastos y cultivos de ciclo corto se mantuvieron en el 1% en los dos periodos. También se observó un ligero aumento en los bosques nativos y secundarios, lo cual puede deberse a la presencia de nubes en la imagen del año 2007, considerando que las áreas con nubes pueden ser bosque.

La comunidad de Tamiahurco con un total de 1984,63 hectáreas en el año 2007, de las cuales 1049,34 hectáreas correspondían a bosque (primario y secundario), mientras que para el año 2013 se registró 1132,86 hectáreas, lo que demuestra una ganancia de la cobertura boscosa en 6 años de 83,52 hectáreas, correspondiente al 4%.

En lo referente a la categoría de los SAF, en el año 2007 existían 408,33 hectáreas,

mientras que para el 2013 se incrementó a 831,58 hectáreas (21%). Para este único caso en este documento, no se puede determinar con certeza el porcentaje de aumento de las áreas usadas para SAF en el año 2013, o conversión de bosque a SAF, debido a la presencia de nubes en 510,38 hectáreas en las imágenes analizadas en el año 2007. La categoría pastos y cultivos de ciclo corto para el 2007 contaba con 16,59 hectáreas y para el 2013 se incrementó ligeramente a 20,19 hectáreas. La Figura 5 también muestra para el año 2007 la categoría nubes, cubriendo 510,38 hectáreas dejando como resultado la falta de datos sobre el uso de suelo en dicha área.

### Comunidad Kichwa San Gabriel

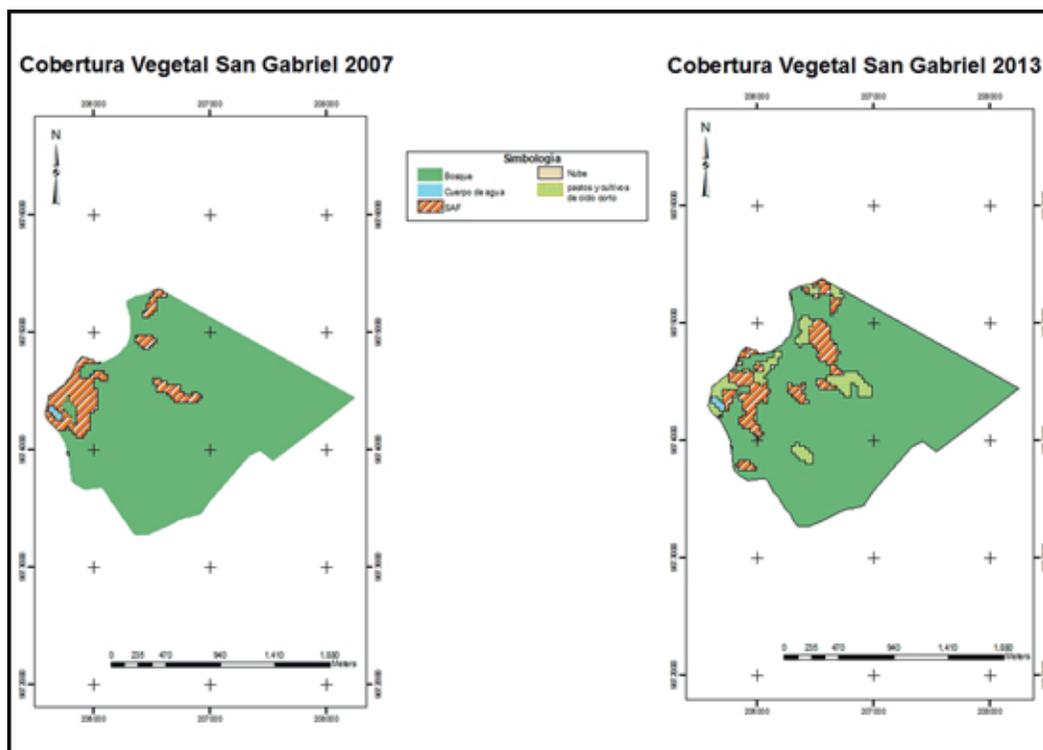
El mosaico de uso del suelo en la comunidad Kichwa San Gabriel muestra el cambio de uso del suelo experimentado. En la Figura

6 se puede observar que los pastos y cultivos de ciclo corto, para el año 2007 fue del 0% y en el 2013 ya contaban con el 6%. Esto puede atribuirse a que San Gabriel es una comunidad relativamente nueva y está conformada por únicamente diez hogares. También se puede observar que los SAF que refieren a los cultivos perennes conjuntamente con los cultivos anuales y los realces, se mantuvieron relativamente iguales durante los dos periodos, en esta categoría SAF para el año 2007 contaba con 23,63 hectáreas mientras que, para el 2013 esta categoría aumentó a 26,06 hectáreas, es decir hubo un aumento del 1%. Dado a que no hubo mayo-

res cambios, en términos generales, la comunidad presentó una disminución de solo el 7% de los bosques.

De acuerdo a este estudio, esta comunidad contaba con 295,16 hectáreas en el año 2007, y con la existencia de 271,53 hectáreas de bosque (primario y secundario). Sin embargo, para el año 2013 el bosque disminuyó a 252,18 hectáreas, lo que representó una pérdida de la cobertura boscosa a nivel de toda la comunidad en 6 años de 19,35 hectáreas, correspondiente al 7%, con una tasa promedio anual de deforestación en esta comunidad de 1,17%.

**Figura 6.** Cobertura Vegetal de la comunidad Kichwa San Gabriel 2007 – 2013.



Fuente: USIG, UEA

### Comparación de los porcentajes de bosques y otros usos según el área total de las fincas en comunidades Kichwas y Colonas

En la zona de estudio, de manera general se puede evidenciar que mientras más gran-

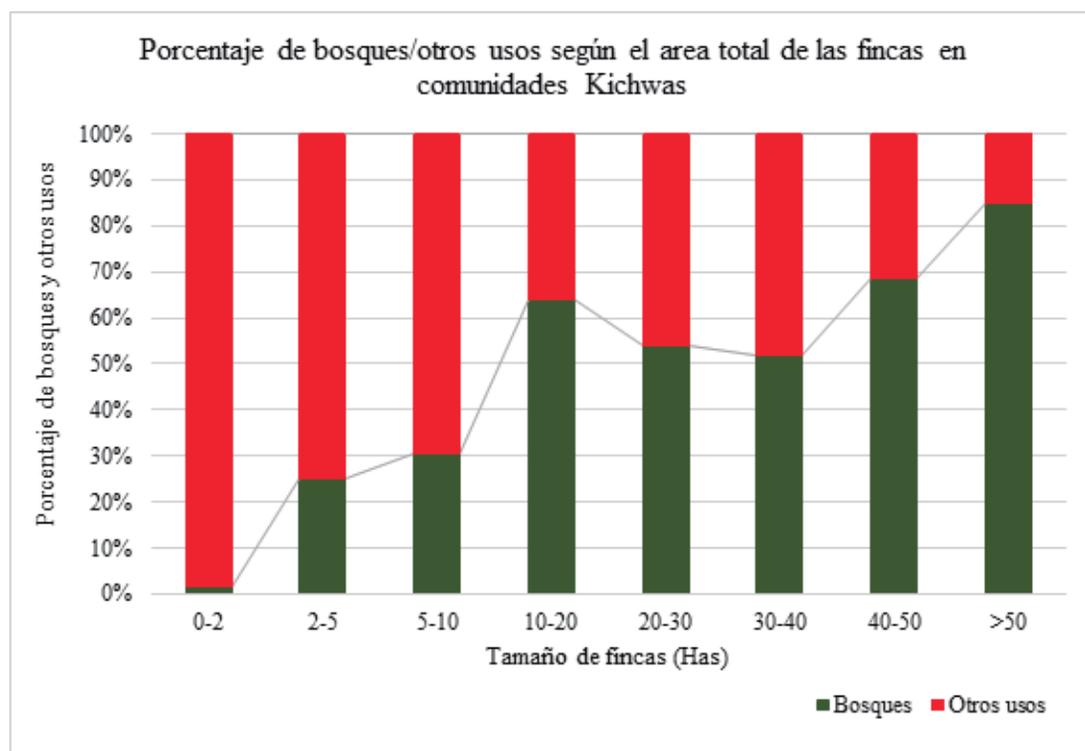
des son las fincas, mayor es el porcentaje de bosque. Lo que significa que los hogares que tienen fincas pequeñas tienen un porcentaje de bosque muy pequeño, es decir que deforestaron una gran parte o toda su finca. En efecto, la Figura 7 muestra que para las

fincas con tenencia de tierra menores o iguales a dos hectáreas ya no existe bosque, esto se atribuye a que las poblaciones kichwas se caracterizan por tener un alto número de miembros de los hogares (Vasco et al. 2018; Torres et al., 2018a; Vasco et al., 2015; Lu et al. 2010), y por manejar la agricultura a pequeña escala para cultivos de subsistencia y venta, como los reportados en investigaciones previas (Torres et al. 2018b; Vera et al.,

2017; Vasco et al., 2017a; Gray et al., 2008).

Sin embargo, para todas las categorías de fincas mayores a 2 hectáreas, existe entre el 20% y el 84% de áreas con bosque. Por ejemplo, en las fincas de 10 hasta 40 hectáreas, tienen en promedio porcentajes mayores al 40% de bosques, mientras que, en fincas con áreas mayores a 40 hectáreas, conservan en promedio áreas mayores al 70% de bosques.

**Figura 7.** Porcentajes de bosques y otros usos según el área total de las fincas en las comunidades Kichwas del cantón Tena.



**Fuente:** Elaboración propia basada en encuesta a hogares realizada por el proyecto Pro-Formal-Ecuador, entre agosto y septiembre del 2012.

### Implicaciones para el manejo y recuperación de áreas deforestadas

En base a los resultados obtenidos y considerando que los hogares rurales en países en desarrollo dependen del uso de productos de bosque, agricultura y otros recursos forestales para sus medios de vida (Wunder, Noack & Angelsen, 2018), se respalda la inclusión

de los trabajos de planificación comunitaria en los planes de desarrollo y ordenamiento territorial de los Gobiernos autónomos descentralizados GADs, especialmente de los GADs parroquiales, para facilitar el mantenimiento de suficiente proporción de bosque a nivel de fincas, para el uso de futuras generaciones. Del mismo modo, la

búsqueda del apoyo de organismos nacionales e internacionales, ONGs, en especial para la ejecución de proyectos pilotos de monitoreo de uso del suelo a nivel comunitario, como principio de la planificación territorial, así como también facilitar el acceso a investigadores, tesis o estudiantes que están realizando su proyecto de investigación previo a la obtención de algún título tercer o cuarto nivel, orientándolos a trabajar en estos temas, a nivel de fincas, con lo cual se podría mejorar la articulación del manejo productivo con el manejo de los recursos naturales y de esta manera mejorar las condiciones de vida de la sociedad.

A nivel de finca, es necesario identificar los sitios más apropiados para realizar sistemas productivos, fomentando el mantenimiento de los sistemas tradicionales agroforestales denominados localmente como *chakras*, que actualmente están siendo fuertemente estudiadas y descritas (Vera et al., 2019; Torres et al., 2018b; Vera et al.; 2017; Coq-Huelva et al., 2017; Torres et al., 2015; Bravo et al., 2015) o sistemas que incorporen cobertura arbórea a sistemas productivos de la seguridad y soberanía alimentaria en sitios donde es posible la recuperación de bosques o la reforestación.

Identificar fincas modelos, que hayan sido desarrollados por productores exitosos tanto colonos como kichwas, analizar los factores de éxitos de estas fincas modelos y procurar tomar estos casos exitosos para desarrollar extensión y fomentos de prácticas agroforestales que contribuyan al autoconsumo de productos de la zona.

### Conclusiones y recomendaciones

Con la ayuda de imágenes satelitales, se determinó el cambio de uso de suelo para el período comprendido entre los años 2007 y 2013, en cinco comunidades kichwas en las parroquias: Ahuano, Chonta Punta y Puerto

Misahualli, en el cantón Tena, provincia de Napo.

El uso actual del suelo en comunidades kichwas del cantón de Tena se ha diversificado con el paso de los años, los sistemas productivos que influyen al cambio de uso del suelo de acuerdo a esta investigación son: pasturas, sistemas agrícolas de ciclo corto y sistemas agroforestales, como consecuencia de la apertura de nuevas carreteras que facilitan la transportación de sus productos cultivados, y el alto índice de crecimiento de la tasa demográfica.

Tomando como ejemplo la comunidad Kichwa de Alto Pusuno con un total de 1519,56 hectáreas, la tasa promedio anual de deforestación determinada en este estudio es de -3,67%. Sin embargo, de acuerdo al MAE (2012), la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador continental es de -0.71 % para el período 1990-2000 y de -0.66% para el período 2000- 2008, y en la provincia de Napo la tasa anual de deforestación para el período 2000 – 2008 es de -0.35%. Lo cual significa que comunidades como la de Alto Pusuno estarían cambiando el uso del suelo de manera alarmante, dado que la tasa anual de deforestación es casi cuatro veces mayor a la tasa de deforestación del Ecuador.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se plantea fomentar acciones para que las comunidades locales empiecen a planificar su territorio de acuerdo a sus necesidades y costumbres, pero considerando el paisaje y la necesidad de mantener los recursos para las futuras generaciones y promover el buen uso de los recursos en sus descendientes.

Dado la evidente disminución de la cobertura boscosa se recomienda trabajar en temas de capacitación ambiental y el uso de herramientas prácticas como mapas parlantes, croquis, etc., donde los participantes de las comunidades puedan ver la situación actual

y de cambios que se están dando a nivel del uso de la tierra.

Finalmente se recomienda investigar en detalle los sistemas de uso del suelo en comunidades kichwas, para determinar las diferencias en la diversidad agrícola y forestal de estos sistemas, analizar sus potencialidades como futuros productos del biocomercio, y asegurar estrategias de fomento productivo a estos productos promisorios.

### Reconocimientos

Los autores de este documento expresamos nuestro agradecimiento a las autoridades de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) y del Centro para la de Investigación Forestal Internacional (CIFOR) que en el 2012 firmaron un convenio de investigación conjunta para ejecutar el proyecto Pro-Formal “*Políticas y opciones regulatorias para reconocer e integrar en una mejor forma el sector maderero doméstico en países tropicales*” en Ecuador. Parte de este documento se basa en datos producidos a través de este proyecto y datos geográficos obtenidos en el Ministerio del Ambiente a quienes también expresamos nuestros agradecimientos. Igualmente, nuestra gratitud a todos los pobladores de las comunidades estudiadas.

Arnold, M., Powell, B., Shanley, P., Sunderland, T.C.H. 2011. Editorial: forests, biodiversity and food security. *Int. For. Rev.* 13 (3, SI), 259–264.

Gray, C.L.; Bilsborrow, R.E.; Bremner, J.L.; Lu, F. 2008. Indigenous land use in the Ecuadorian Amazon: A cross-cultural and multilevel analysis. *Hum. Ecol.* 36, 97–109.

Bravo, C., Benítez, D., Vargas-Burgos, J. C., Alemán, R., Torres, B., & Marín, H. 2015. Socio- Environmental Characterization of Agricultural Production Units in the Ecuadorian Amazon Region, Subjects Pastaza and Napo. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología.* 4 (1): 3-31.

Boserup, E. 1965. *The conditions of agricultural growth: The economics of agrarian change under population pressure.* New Brunswick, USA: Transaction Publishers.

Daniel Coq-Huelva, Bolier Torres, Carlos Bueno. 2017. Indigenous worldviews and Western conventions: Sumak Kausay and cocoa production in Ecuadorian Amazonia. *Agriculture and Human Values* pp 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10460-017-9812-x>

Davidson, E. A., A. C. de Araujo, P. Artaxo, J. K. Balch, I. F. Brown, C. B. MM, M. T. Coe, R. S. DeFries, M. Keller, M. Longo, J. W. Munger, W. Schroeder, B. S. Soares-Filho, C. M. Souza, Jr. & S. C. Wofsy (2012). The Amazon basin in transition. *Nature*, 481, 321-8. <https://doi.org/10.1038/nature10717>

Hickey, G.M., Poirot, M., Smith-Hall, C., Wunder, S., Nielsen, M.R., 2016. Quantifying the economic contribution of wild food harvests to rural livelihoods: a global comparative analysis. *Food Policy* 62, 122–132.

Ickowitz, A., Powell, B., Salim, M.A., Sunderland, T.C.H., 2014. Dietary quality and tree cover in Africa. *Glob. Environ. Chang.* 24, 287–294.

Kaimowitz, D., & Angelsen, A. 1998. Economic models of tropical deforestation: A Review. Center for International Forestry Research CIFOR. 139 pp.

Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J. W., . . . Xu, J. (2001). The causes of land-use and -cover change: Moving beyond the myths. *Global Environmental Change*, 11, 261-269.

Le Queré, C.; Al, E. Global carbon budget 2017. *Earth Syst. Sci. Data* 2018, 10, 405–448.

López, S. & Sierra, R. 2010. Agricultural Change in the Pastaza River Basin: A Spatially Explicit Model of Native Amazonian Cultivation.” *Applied Geography* 30, no. 3: 355–369. doi:10.1016/j.apgeog.2009.10.004

Lu, F., Gray, C., Bilsborrow, R.E., Mena, C.F., Erlien, C.M., Bremner, J., Walsh, S.J., 2010. Contrasting colonist and indigenous impacts on Amazonian Forest. *Conserv. Biol.* 24 (3), 881–885. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2010.01463.x>.

Mejía E., Pacheco P., Muzo A., Torres B. 2015. Smallholders and timber extraction in the Ecuadorian Amazon: amidst market opportunities and regulatory constraints. *International Forestry Review.* 17 (S1):38±50.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012. *Estimación de la Tasa de Deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador.* 38 pp.

Pingali, P., 2015. Agricultural policy and nutrition outcomes – getting beyond the preoccupation with staple grains. *Food Sec.* 7 (3), 583–591.

Powell, B., Thilsted, S., Ickowitz, A., Termote, C., Sunderland, T., Herforth, A., 2015. Improving diets with wild and cultivated biodiversity from across the landscape. *Food Sec.* 7 (3), 535–554.

Powell, B., Salim, M.A., Sunderland, T.C.H., 2014. Dietary quality and tree cover in Africa. *Glob.*

- Environ. Chang. 24, 287–294.
- Powell, B., Iockowitz, A., McMullin, S., Jamnadass, R., Padoch, C., Pinedo-Vasque, M., Sunderland, T., 2013a. The role of forests, trees and wild biodiversity for nutrition-sensitive food systems and landscapes. In: Expert Background Paper for the International Conference on Nutrition (ICN 2). FAO, Rome.
- Rasmussen, Laura., Watkins Cristy, Agrawal Arun. 2017. Forest contribution to livelihoods in changing agriculture-forest landscapes. *Forest Policy and Economics*. 84 (2017), 1–8.
- Rudel, T. K., D. Bates & R. Machinguashi 2002. Ecologically Noble Amerindians? Cattle ranching and cash cropping among Shuar and Colonist in Ecuador. *Latin American Research Review*. 37(1): 144-159.
- Schwartzman, S., Moreira, A., & Nepstad, D. 2000. Rethinking Tropical Forest Conservation: Perils in Parks. *Conservation Biology*, 14(5), 1351–1357.
- Shackleton, S.E., Shackleton, C.M., Netshiluvhi, T.R., Geach, B.S., Ballance, A., Fairbanks, D.H.K. 2002. Use patterns and value of savanna resources in three rural villages in South Africa. *Econ. Bot.* 56 (2), 130–146.
- Sirén, A. H., J. C. Cardenas, and J. D. Machoa. 2006. The relation between income and hunting in tropical forests: an economic experiment in the field. *Ecology and Society* 11(1): 44. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art44/>
- Sirén, A., P. Hambäck, and J. Machoa. 2004. Including spatial heterogeneity and animal dispersal when evaluating hunting: a model analysis and an empirical assessment in an Amazonian community. *Conservation Biology* 18(5):1315-1329.
- Thornier, D., B. Kerblay and R.E.F. Smith. 1986. A.V. Chayanov on the Theory of Peasant Economy. Madison: University of Wisconsin Press.
- Torres, B.; Günter, S.; Acevedo-cabra, R.; Knoke, T. 2018a. Livelihood strategies, ethnicity and rural income: The case of migrant settlers and indigenous populations in the Ecuadorian Amazon. *For. Policy Econ.*, 86, 22–34. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.10.011>
- Torres, B., Vasco, C. Günter, S., and Knoke, T. 2018. Determinants of agricultural diversification in a hotspots area: evidence from colonist and indigenous communities in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. In: *Sustainability* Vol. 10(5), 1432. <https://doi.org/10.3390/su10051432>
- Torres Bolier, Oswaldo Jadán Maza, Patricia Aguirre, Leonith Hinojosa and Sven Günter. 2015. The Contribution of Traditional Agroforestry to Climate Change Adaptation in the Ecuadorian Amazon: The Chakra System. In: Leal Filho Walter (Ed.), *Handbook of Climate Change Adaptation*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 1973-1994 pp
- Torres, B.; Bilsborrow, R.; Barbieri, A.; Torres, A. 2014. Cambios en las estrategias de ingresos económicos a nivel de hogares rurales en el norte de la Amazonía Ecuatoriana. *Rev. Amazon. Cienc. Tecnol.*, 3, 221–257.
- Turner, B. L., and Ali A. M. 1996. Induced Intensification: Agricultural Change in Bangladesh with Implications for Malthus and Boserup. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93, no. 25: 14984–14991.
- Vance, C., Geoghegan, J. 2004. Modeling the determinants of semi-subsistent and commercial land uses in an agricultural frontier of southern Mexico: A switching regression approach. *International regional science review*. 27, 3: 326–347.
- Vasco, C., Bilsborrow, R., Torres B., and Griess, V. 2018. Agricultural land use among mestizo colonist and indigenous populations: Contrasting patterns in the Amazon. *PloS ONE* 13(7): e0199518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199518>
- Vasco, C.; Tamayo, G.; Griess, V. 2017a. The drivers of market integration among indigenous peoples: Evidence from the Ecuadorian Amazon. *Soc. Nat. Resour.* 30, 1212–1228.
- Vasco, C., Torres, B., Pacheco, P., Griess, V. 2017b. The socioeconomic determinants of legal and illegal smallholder logging: Evidence from the Ecuadorian Amazon. *Forest Policy and Economics* Vol. 78(2017): 133-140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2017.01.015>
- Vasco, C., Bilsborrow, R., Torres, B. 2015. Income diversification of migrant colonists vs. Indigenous populations: Contrasting strategies in the Amazon. *J. Rural Stud.*, 42, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.09.003>
- Vera-Velez, R., Grijalva J. Cota-Sanchez, H. 2019. Cocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. *New Forests*. 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>
- Vera, V.R.R., Cota-Sánchez, J.H.; Grijalva Olmedo, J.E. 2017. Biodiversity, dynamics and impact of chakras on the Ecuadorian Amazon. *J. Plant Ecol.* 1-11. doi:10.1093/jpe/rtx060
- von Thünen, J. H. (1966). *The Isolate State*. Oxford: Pergamon.
- Wunder, S., Noack F., Angelsen A. 2018. Climate, crops and forests: a pan-tropical analysis of household income generation. *Environment and Development Economics* 1-19.