

Sistema de chagra en suelos degradados en una comunidad ticuna de la Amazonia colombiana

Chagra system on degraded soils in a Ticuna community in the Colombian Amazon

Sistema Chagra em solos degradados em uma comunidade Ticuna na Amazônia colombiana

Miguel Fajardo-Cano
Clara Patricia Peña-Venegas
Gabriel J. Colorado Z.

Artículo de investigación

Editor: Edgar Bolívar-Urueta

Fecha de envío: 29-11-2021. Devuelto para revisiones: 9-12-2022. Fecha de aceptación: 20-06-2023.

Cómo citar este artículo: Fajardo-Cano, M., Peña-Venegas, C.P., y Colorado Z., G. J. (2023). Sistema de chagra en suelos degradados en una comunidad ticuna de la Amazonia colombiana. *Mundo Amazónico*, 14(2), 101-121. <https://doi.org/10.15446/ma.v14n2.99754>

Resumen

El sistema de roza-tumba y quema, denominado localmente como la chagra, es el sistema de cultivo más utilizado por las culturas indígenas del Amazonas. Es un sistema de policultivo itinerante, transitorio y de subsistencia. Para ser sostenible, este método requiere que las zonas cultivadas tengan un periodo de reposo lo suficientemente largo que permita la recuperación natural de la fertilidad de los suelos. Dada la presión por zonas disponibles para la producción en resguardos densamente poblados, estos periodos de reposo no se cumplen, lo que compromete la sostenibilidad de este sistema productivo tradicional y por ende la soberanía alimentaria de la población de estas comunidades. Son pocos los estudios que han abordado las causas y cómo ocurre el proceso de sobreexplotación de los suelos en comunidades indígenas de América Latina, así como las alternativas que estas comunidades desarrollan para afrontar este problema. El objetivo de este trabajo fue documentar y evaluar las características del sistema de chagra y del estado de los suelos en una comunidad ticuna del Amazonas colombiano con alta densidad poblacional y alta presión sobre el suelo para la producción agrícola. Se encontró que las áreas de producción dentro del resguardo se han reducido y los suelos tienen deficiencias nutricionales para desarrollar la agricultura. Por ello, la mitad de las áreas de cultivo se encuentran en áreas privadas aledañas al resguardo en donde

Miguel Fajardo-Cano. Universidad Nacional de Colombia sede Amazonia, mdfajardoca@unal.edu.co, ORCID <https://orcid.org/0009-0003-9680-7369>

Clara Patricia Peña-Venegas. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi, cpena@sinchi.org.co, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6317-3767>

Gabriel J. Colorado Z. Departamento de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Colombia, 050034 Medellín, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3807-3646>

obtienen una mayor área disponible para cultivos y experimentan con el uso de abonos orgánicos para mejorar los suelos de las zonas de cultivo, y mantener su producción. Se concluye que las alternativas implementadas no han garantizado ni garantizarán la sostenibilidad de este sistema tradicional de cultivo, con implicaciones negativas en la seguridad alimentaria de la comunidad.

Palabras clave: Chagra, degradación de suelos, recuperación de suelos, seguridad alimentaria.

Abstract

The slash-and-burn farming system, locally known as “chagra,” is the most commonly used cultivation method among indigenous cultures in the Amazon. It is a transient, subsistence, and multi-crop farming system. To be sustainable, this method requires cultivated areas to have a long enough resting period that allows for the natural recovery of soil fertility. Due to the pressure for available land in densely populated reserves, these resting periods are not fulfilled, compromising the sustainability of this traditional production system and, consequently, the food sovereignty of these communities. There have been few studies addressing the causes and process of soil overexploitation in indigenous communities in Latin America, as well as the alternatives these communities develop to address this issue. The objective of this study was to document and assess the characteristics of the chagra system and the soil conditions in a Ticuna community in the Colombian Amazon with high population density and significant pressure on agricultural land. It was found that the production areas within the reserve have diminished, and the soils are nutrient deficient for agriculture. As a result, half of the cultivated areas are located in adjacent private lands where they have more available land for cultivation and experiment with the use of organic fertilizers to improve soil quality in the crop zones and maintain their production. It is concluded that the implemented alternatives have not guaranteed, nor will they guarantee, the sustainability of this traditional farming system, with negative implications for the community’s food security.

Keywords: Chagra, soil degradation, soil recovery, food security.

Resumo

O sistema de corte e queima, conhecido localmente como “chagra”, é o método de cultivo mais utilizado pelas culturas indígenas da Amazônia. É um sistema de agricultura itinerante, transitório e de subsistência. Para ser sustentável, esse método requer que as áreas cultivadas tenham um período de descanso suficientemente longo para permitir a recuperação natural da fertilidade do solo. Devido à pressão por áreas disponíveis para produção em reservas densamente povoadas, esses períodos de descanso não são cumpridos, comprometendo a sustentabilidade desse sistema produtivo tradicional e, conseqüentemente, a soberania alimentar dessas comunidades. Poucos estudos abordaram as causas e o processo de superexploração do solo em comunidades indígenas da América Latina, assim como as alternativas que essas comunidades desenvolvem para enfrentar esse problema. O objetivo deste trabalho foi documentar e avaliar as características do sistema de chagra e o estado do solo em uma comunidade Ticuna na Amazônia colombiana, com alta densidade populacional e alta pressão sobre o solo para a produção agrícola. Verificou-se que as áreas de produção dentro da reserva foram reduzidas e os solos apresentam deficiências nutricionais para o desenvolvimento da agricultura. Por isso, metade das áreas cultivadas está em propriedades privadas adjacentes à reserva, onde encontram mais área disponível para cultivo e experimentam o uso de fertilizantes orgânicos para melhorar os solos das áreas de cultivo e manter sua produção. Conclui-se que as alternativas implementadas não garantirão, nem garantirão, a sustentabilidade desse sistema tradicional de cultivo, com implicações negativas para a segurança alimentar da comunidade.

Palavras-chaves: Chagra, degradação do solo, recuperação do solo, segurança alimentar.

Introducción

En países tropicales con suelos de baja fertilidad, el sistema de roza, tumba y quema, también denominado como chacra, chagra, o milpa, es el más usado por pequeños productores y cultivadores tradicionales (Thomaz, 2018). Estos sistemas de producción tradicional de baja escala en América del Sur

emplean 18 % de todo el territorio del continente y producen un 40 % de los alimentos de la región (Altieri, 2004; Altieri y Toledo, 2011; Moore, 2015). Estos sistemas conforman ecosistemas agrícolas más complejos con una nula o baja dependencia de insumos externos, pero un alto uso de mano de obra, con menores impactos ambientales, una producción más variada y un manejo más sostenible del suelo (Altieri y Nicholls, 2000; Gliessman, 2002).

En la Amazonia, la chagra es también el sistema de producción de alimentos más usado por las comunidades indígenas. Allí, además de ser parte fundamental del sostenimiento de la seguridad alimentaria, también es parte esencial de la espiritualidad e identidad indígena (Acosta y Zoria, 2012; Román, 2007). A pesar de las bondades de este sistema productivo para regiones con suelos de baja fertilidad, es necesario que este pueda mantener la condición de itinerancia y los periodos de reposo de las zonas cultivadas lo suficientemente largo para permitir que el suelo naturalmente reestablezca sus nutrientes (Acosta *et al.*, 2011; Denevan, 1995). Las comunidades que utilizan la chagra con altas densidades poblacionales o limitación de tierras generalmente no pueden dejar los suelos en reposo por un tiempo suficiente para su recuperación, lo que resulta en una sobre explotación de los suelos, la pérdida progresiva de la fertilidad de estos, una baja producción y la insostenibilidad del sistema.

La mayoría de los estudios que documentan la insostenibilidad del sistema de roza, tumba y quema lo han hecho para comunidades de África y en menor medida de la Amazonia brasilera (Gay-des-Combes *et al.*, 2017; Ponomarenko, *et al.*, 2019; Randriamalala, *et al.*, 2019; Thomaz, 2018). Sin embargo, las condiciones ambientales y culturales de esos pueblos pueden diferir de las comunidades indígenas del Amazonas, ya que para ellos la chagra es también un símbolo de identidad como indígenas (Acosta *et al.*, 2011; Acosta y Zoria, 2012). La insostenibilidad del sistema de chagra en zonas de producción tradicional indígena ha sido pobremente documentada. Peña-Venegas y Cardona (2010) realizaron estudios de suelos en los resguardos indígenas más densamente poblados del municipio de Leticia, Amazonas, Colombia, en el cual documentan algunos cambios en el suelo aparentemente ligados con un inadecuado sistema de chagra. No obstante, no se incluyen detalles del porqué ocurre este proceso y cómo el sistema de chagra se ve afectado.

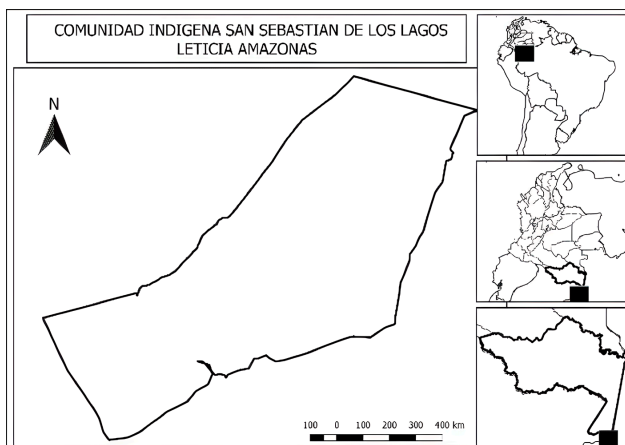
Este estudio buscó documentar y evaluar las chagras en una comunidad indígena del Amazonas con una alta densidad poblacional y limitado territorio para la agricultura, con el ánimo de ofrecer información relevante que permita a los tomadores de decisiones orientar estrategias que mejoren las condiciones de producción de estas comunidades y por ende su seguridad alimentaria.

Metodología

Área de estudio

La comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos se encuentra ubicada en el sur del departamento del Amazonas, Colombia, aproximadamente a 4,5 Km de la ciudad de Leticia (Figura 1); es el resguardo más pequeño del departamento. Fue constituida como resguardo en el año de 1982 con una extensión de 58 hectáreas (INCORA, 1982), durante la delimitación realizada por el INCORA, entidad del Estado colombiano que estaba encargada de los temas rurales y de ejecutar políticas de desarrollo rural. Para dicha constitución, algunas áreas de cultivo quedaron por fuera de lo que las personas de la comunidad consideraban como su territorio. Limita con la quebrada Yahuaraca al occidente, con propiedades privadas al norte, sur y al oriente. Los suelos son arcillo-arenosos con baja fertilidad natural (IGAC,1979). La comunidad se localiza en el plano de inundación alto del río Amazonas. La población mayoritariamente es de la etnia ticuna. Su economía es de subsistencia, con una agricultura tradicional bajo el sistema de la chagra, complementada con caza, recolección de frutos, en menor proporción venta de artesanías y jornaleo. Actualmente, cuenta con una población de aproximadamente 732 personas distribuidas en 182 familias (Gobernación del Amazonas, 2017).

Figura 1. Mapa de la Comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos, Leticia, Amazonas, junio 2017.



Los indígenas reconocen dos tipos de chagras según su origen, las de monte bravo y las de rastrojo (Mendoza-Hernández *et al.*, 2017). Las de monte bravo son aquellas que se abren por primera vez en zona de bosque primario. Las chagras de rastrojo provienen por el contrario de bosques secundarios. Sembrados los diferentes cultivos, la chagra pasa a un estado de producción.

Una vez que los diferentes cultivos son cosechados (a excepción de los árboles frutales y palmas), la chagra pasa a un estado de reposo. Finalmente, una vez terminado el reposo de los suelos, se vuelve a retomar la producción en este lugar, instalando una chagra de rastrojo (Peña-Venegas y Cardona, 2010).

Trabajo de campo:

Durante los meses de julio y octubre del año 2016, se realizaron cinco salidas de campo con personas de la comunidad de San Sebastián de los Lagos. Para evaluar el estado del sistema chagra se utilizaron metodologías cualitativas y cuantitativas. Dentro de las metodologías cualitativas, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los productores locales para establecer qué opinión tienen ellos de su situación productiva y sus percepciones sobre las condiciones actuales de los suelos. Las personas seleccionadas para las entrevistas fueron escogidas por ser cultivadores que han vivido por más de 30 años allí y han tenido chagra durante toda su vida, lo que les ha permitido identificar los cambios durante el paso del tiempo. También, se realizó cartografía social con los pobladores de la comunidad (Tetamanti, et al., 2012) para construir mapas del pasado y presente de su resguardo en periodos de tiempo de aproximadamente diez años (1980-1990, 1990-2000, 2000-2016) para identificar así las zonas donde existieron y existen chagras, tipos de cultivos, cambios en el uso del suelo, entre otros. Para la elaboración de los mapas, se utilizaron imágenes satelitales provenientes Google (2017) analizadas con el programa QGIS versión 2.14.12. Sobre estas imágenes se superpusieron puntos y trayectorias obtenidos con GPS, para localizar cada una de las chagras visitadas. Para calcular el área cultivada de cada chagra, se georreferenciaron los puntos extremos de cada una de ellas y a partir de su geometría se desarrollaron polígonos en QGIS que permitieron el cálculo del área. Asimismo, con la ayuda de personas de la comunidad que han vivido en esta durante toda su vida, se recolectó información sobre la edad de cada chagra (tiempo de producción que tiene la chagra), tiempo de uso total del suelo (tiempo total en que la superficie ha estado en uso desde la apertura de la primera chagra), el tiempo aproximado de reposo (tiempo que se ha dejado reposar el suelo antes de retomar la producción en este espacio) y las plantas cultivadas en cada tipo de chagra registrando presencia y ausencia de cada especie.

Adicionalmente, se colectaron muestras de suelo para determinar el estado de los mismos. Durante los meses de octubre y noviembre del año 2016, se tomaron 18 muestras de suelos de las chagras correspondientes al 47 % del área total del territorio dedicado a las chagras por parte de las personas de la comunidad. Para esto, se realizó la toma de diez submuestras de suelo por cada hectárea de área de chagras, las cuales fueron muestreadas de forma aleatoria siguiendo un patrón en zigzag a lo largo y ancho del área. Posteriormente, las muestras se homogenizaron para obtener una muestra

de 2 kg aproximadamente para los respectivos análisis de laboratorio). Las variables evaluadas en las muestras de suelo fueron: capacidad de intercambio catiónico (método suma de cationes); porcentaje de carbono orgánico (método Walkley-Black); fósforo (método Bray II); azufre, boro (método por extracción con osfato monocálcico); potasio, calcio, magnesio, sodio (por extracción con AcONH_4); hierro, manganeso, cobre, zinc (método Mehlich) y pH (solución de agua 1:1). Las variables fueron analizadas según las metodologías estandarizadas por el Instituto Agustín Codazzi (IGAC, 2016). Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Aguas y Suelos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Para poder establecer el estado de los suelos de las chagras de San Sebastián de los Lagos, se compararon con la composición fisicoquímica de las chagras de comunidades indígenas del medio Caquetá, debido a que son espacios con periodos de reposo de suelos que superan los 40 años y cuentan con información y metodologías similares que permiten la comparación de la información (Peña-Venegas *et al.* 2017). Estas chagras se han mantenido bajo condiciones tradicionales de modo que permitieron ser un buen punto de comparación para este estudio.

Dado que las comunidades elaboran empírica y artesanalmente una enmienda para mejorar la fertilidad de los suelos, se quiso evaluar su calidad a partir de un ensayo en campo con dos tratamientos diferentes: el abono tradicional y el control (suelo sin abonar). De cada tratamiento, se montaron tres sub-parcelas de 3 m x 4 m con 12 plantas de maíz, 36 plantas en total por tratamiento, 72 plántulas en total. Se eligieron semillas producidas en la localidad, por lo que fueron semillas adaptadas a las condiciones medioambientales de la zona. El maíz es una planta de origen mesoamericano no nativa a la región, pero ha estado históricamente presente en la alimentación de los pueblos indígenas del Amazonas (Olivo, 2014), además de ser sugerida por las personas de la comunidad como elemento de ensayo. A cada planta se le midió su crecimiento con una cinta métrica desde la base de planta hasta el ápice, se midió la sobrevivencia y biomasa seca. Luego de tres meses, se cosecharon las plantas desde la raíz manualmente para realizar análisis foliares. Para ello, el material se trituró dejando pedazos de aproximadamente 30 cm y se secó a 60°C por 96 horas. El peso seco por mini-parcela fue registrado. Adicionalmente, se colectó una muestra de 1 Kg de suelo de cada cama, para realizar análisis químicos a los suelos. Se evaluaron las variables de porcentaje de carbono orgánico (método Walkley-Black); fósforo (método Bray II); potasio, calcio, magnesio, sodio (por extracción con AcONH_4); capacidad de intercambio catiónico (método suma de cationes) y pH (solución de agua 1:1)

Análisis estadísticos

Los datos de las variables de área, edad, tiempo de reposo, tiempo de uso total de la chagra, variables fisicoquímicas del suelo, composición florística y biomasa seca no mostraron una distribución normal de sus datos (Shapiro-Wilk),

por lo que se usó la prueba de Kruskal-Wallis para su análisis. Los datos de los tamaños de las chagras, crecimiento de las plántulas, sobrevivencia y de altura de las plántulas de maíz contra cada uno de los tratamientos sí mostraron una distribución normal, y fueron analizados por medio de una prueba ANOVA. Todas las pruebas estadísticas realizadas se desarrollaron en el software estadístico R versión 3.3.2 (R, 2017) usando valores de $P \leq 0.05$ para considerar una diferencia estadística significativa.

Resultados

Cambios en la ocupación del territorio respecto al tiempo

En la cartografía social, se pueden observar diferentes cambios dentro del territorio de la comunidad de San Sebastián en los últimos 30 años (Figuras 2 y 3). Se puede apreciar la disminución del espacio del resguardo entre los años 1980 – 1990 y 1990 – 2000, periodo de tiempo que comprende el año de 1982, en el cual San Sebastián es constituida como resguardo, lo que evidencia chagras que quedaron por fuera de los límites de la comunidad en el proceso de legalización de su territorio. Personas de la comunidad manifiestan que ellos ya contaban con chagras en dicha área, sin embargo, no se tomaron en cuenta cuando se delimitó la comunidad. Esto generó nuevos conflictos, pues estas tierras cuentan actualmente con propietario, por lo que las chagras que se encuentran allí ahora están en una zona ajena. Los pobladores deben ahora pedir permiso y concertar con el nuevo dueño para usar estos espacios. Manifiestan que, para obtener la autorización de ocupación temporal de este espacio, el dueño pide que los cultivos que se establezcan sean de ciclo corto (no perenes), puesto que en cualquier momento puede vender dicho predio y no les reconocerá nada de lo que hayan sembrado en este.

Esta situación también ha complicado la herencia de tierras. Las familias a las que se les han asignado tierras deben heredar a sus hijos y a los nuevos integrantes de sus familias parte de estas tierras. Sin embargo, actualmente los espacios son cada vez más pequeños, ya que muchos espacios de cultivo son usados para el establecimiento de viviendas, y a solicitar áreas en predios privados para sus cultivos. Se muestra también un crecimiento en la infraestructura, puesto que se ven más vías, canchas y otras edificaciones, además de una menor cantidad de vegetación versus el cuadro anterior, 1990-2000, en donde los habitantes manifiestan que debido al aumento poblacional ha sido necesario talar árboles para tener espacio para las nuevas edificaciones.

Adicionalmente, ha habido un aumento de la población de 100 personas a 700 personas en el 2017 (Gobernación del Amazonas, 2017) y en un periodo de 35 años. En la Figura 3, se puede comprobar el aumento demográfico de la comunidad representado en el cambio de la cantidad de casas dibujadas en los tres intervalos de tiempo, 1980-1990, 1990-2000, 2000-2016, siendo la

última ilustración la de mayor cantidad de viviendas; hecho que muestra los resultados de un aumento de la población.

Entre los años 2000 - 2016, es posible observar cambios en la representación de las chagras de la parte alta de la comunidad, a las que se les da un tono más oscuro. Los pobladores consideran son suelos más difíciles de cultivar, manifiestan también que en dicha zona se encuentran la mayor cantidad de chagras y las más viejas.

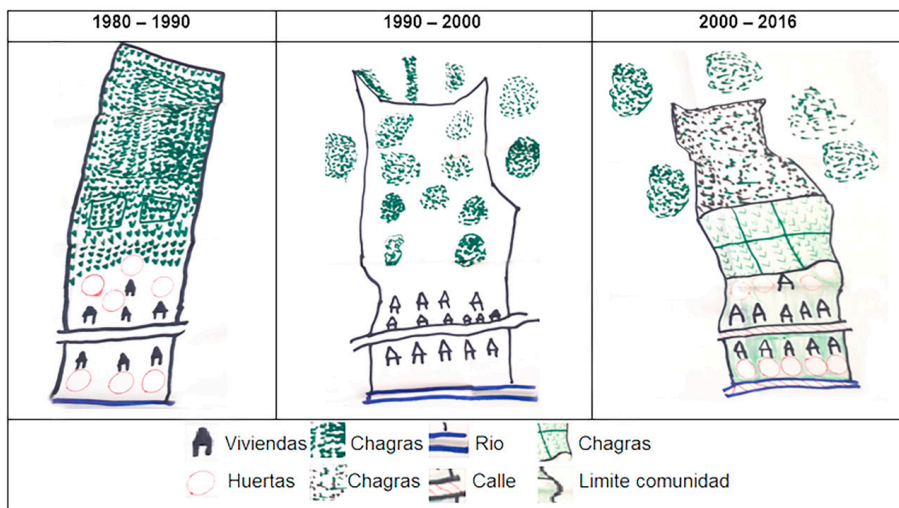


Figura 2. Cambios en el uso de suelo entre los años de 1980 a 2016 a partir de cartografía social en la comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas), agosto 2016.

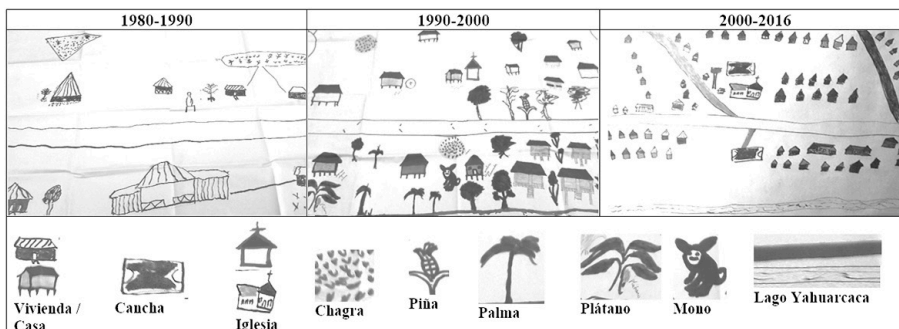


Figura 3. Crecimiento poblacional entre los años de 1980 a 2016 a partir de cartografía social en la comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas), agosto 2016.

Uso actual del territorio

Se encontró que el área destinada a las chagras es de aproximadamente 30 hectáreas (52 % del territorio, C). La zona urbana es aproximadamente 20 hectáreas (34 %, B). Se identificaron un total de 135 chagras, de las cuales 70 se ubican dentro del área de la comunidad (52 %, C) y 65 chagras afuera del resguardo (48 %, D) que representan 38 hectáreas aproximadamente (Figura 4).

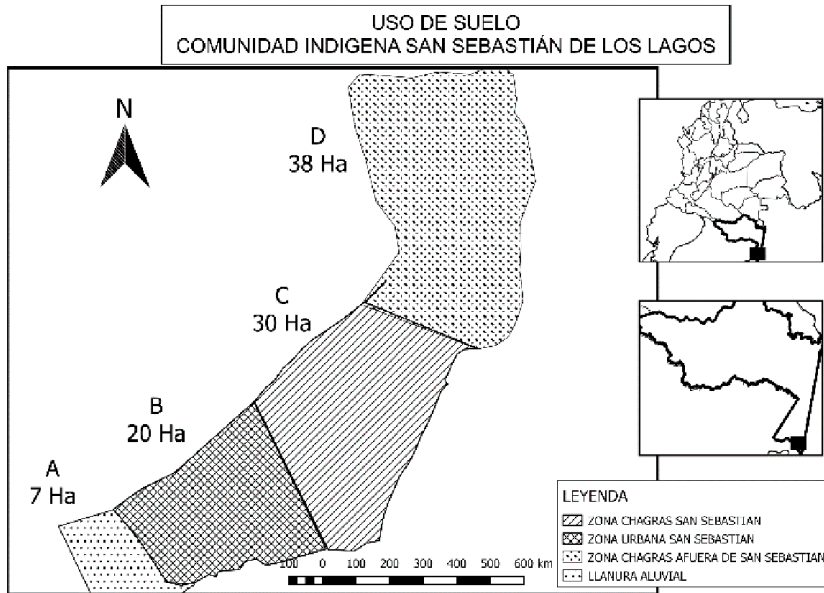


Figura 4. Mapa de usos de suelo de la comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas), junio 2017. (A) Llanura aluvial; (B) Área urbana; (C) Área de chagras adentro de la comunidad; (D) Área de chagras afuera de la comunidad.

Características de las unidades productivas (chagras)

Se hallaron diferencias significativas entre el tamaño de las chagras dentro y fuera del resguardo. Las chagras afuera de la comunidad son 2.15 veces más grandes que las de adentro (ANOVA, $F = 65,85$, g.l. = 1, $P < 0,001$; Tabla 1). Se encontró que dentro del resguardo las chagras provenientes de rastrojo en producción y las áreas en reposo están en igual proporción (50 % cada una), mientras que fuera las chagras provenientes de rastrojo en producción son más frecuentes (86 %) y menos los espacios en reposo (14 %). Se encontró, además, que aproximadamente el 90 % de las familias de la comunidad tienen chagras. Adicionalmente, los tiempos en años de uso total de las chagras adentro de la comunidad son 1.8 veces mayores que los tiempos de uso afuera de esta (Kruskal - Wallis, $X^2 = 27,66$, g.l. = 1, $P < 0,001$; Tabla 1).

Tabla 1. Tamaño promedio y comparación en edades, tiempos de uso y reposo de las chagras presentes dentro y fuera de la comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas) octubre 2016. Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar; a y b representan diferencias significativas entre grupos.

Chagras	N	Área (ha)	Edades chagras (meses)	Tiempo de reposo chagras (años)	Tiempo de uso total chagras (años)
Adentro	70	0,19 (1090,3)	6,6 (14,1) a	1,3 (1,3) a	81,4 (13,0) a
Afuera	65	0,42 (2012,2)	7,5 (4,2) a	1,0 (0,3) a	45,5 (25,1) b
P		< 0,0001	0,7	0,2	< 0,001

También, se encontró que las chagras dentro de la comunidad tienen significativamente más variedad de plantas (54 %) que las de afuera (46 %, Tabla 2). La especie dominante con una mayor abundancia es la yuca (*Manihot esculenta* Cranz), con una presencia del 100 % en las chagras de la comunidad y un 74,5 % del área ocupada en cada chagra; seguida de una variedad de frutales como el copoazú (*Theobroma grandiflorum*) con una presencia del 46,5 % y una ocupación del 7,3%; la piña (*Ananas comosus*) con un 32,6 % de presencia y un 18,2 % de ocupación; entre otros.

Tabla 2. Composición florística de las chagras de adentro y afuera de la comunidad de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas), octubre 2016. Porcentaje de presencia de cada especie en las chagras de la comunidad.

Especie	Afuera (%) n = 29	Adentro (%) n = 14	Total, Chagras (%) n = 49
Yuca (<i>Manihot esculenta</i>)	100,0	100,0	100,0
Copoazu (<i>Theobroma grandiflorum</i>)	44,8	50,0	46,5
Piña (<i>Ananascomosus</i>)	44,8	7,1	32,6
Caimo (<i>Pouteria caimito</i>)	31,0	50,0	30,2
Asaí (<i>Euterpe oleracea</i>)	24,1	14,3	20,9
Guama (<i>Inga edulis</i>)	31,0	7,1	20,9
Aguaje (<i>Mauritia flexuosa</i>)	10,3	14,3	11,6
Marañón (<i>Anacardium occidentale</i>)	3,4	28,6	11,6
Plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	13,8	0,0	9,3
Uva caimaron (<i>Pourouma cecropifolia</i>)	6,9	7,1	7,0
Tucuma (<i>Astrocaryum aculeatum</i>)	3,4	7,1	4,7
Aguacate (<i>Persea americana</i>)	0,0	7,1	2,3
Banano (<i>Musa paradisiaca</i>)	0,0	7,1	2,3

Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	0,0	7,1	2,3
Borojo (<i>Alibertia patinoi</i>)	0,0	7,1	2,3
Chontaduro (<i>Bactris gasipaes</i>)	3,4	0,0	2,3
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	0,0	7,1	2,3
Mil pesos (<i>Oenocarpus bataua</i>)	3,4	7,1	2,3

Composición fisicoquímica de los suelos de las chagras

Las variables fósforo, el azufre y el hierro presentaron la mayor variabilidad. Incluso, cuando las diferencias en el fósforo disponible no fueron significativas entre las chagras de dentro y fuera dada la alta variabilidad de los datos, se resalta la diferencia entre las concentraciones de fósforo disponible entre las chagras de las dos ubicaciones. El fósforo en las chagras de afuera de la comunidad está en niveles moderados mientras que al interior está en niveles muy bajos (Tabla 3). El calcio y el zinc fueron los dos únicos elementos que evidenciaron diferencias significativas en sus concentraciones con relación a la ubicación de la chagra, dentro o fuera del resguardo (Kruskal-Wallis, g.l. = 1, $P_{zn} \leq 0,05$, $P_{Ca} \leq 0,05$).

Tabla 3. Características de los suelos usados para chagras en la comunidad de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas). Afuera de la comunidad y Adentro de la comunidad; Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar; a y b representan diferencias significativas entre grupos.

	pH	^a CIC	^b CO	^c P	^d S	^e B	^f K	^g Ca	^h Mg	ⁱ Na	^j Fe	^k Mn	^l Cu	^m Zn
Afuera N=7	4.4 (0.2)	5.2 (0.8)	1.6 (0.6)	21.9 (32.2)	14.4 (2.9)	0.1 (0.1)	0.1 (0.0)	0.8 (0.2) a	0.2 (0.1)	0.1 (0.0)	145 (93.6)	1.2 (0.5)	1.6 (0.3)	2.0 (0.8) a
Adentro N=11	4.4 (0.1)	5.1 (1.1)	1.8 (0.5)	8.1 (6.5)	12.3 (2.3)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	0.6 (0.1) b	0.2 (0.0)	0.1 (0.0)	108.3 (75.9)	1.2 (0.7)	1.8 (0.3)	1.3 (0.9) b
P	0.78	0.82	0.39	0.44	0.13	0.26	0.13	< 0.05	0.20	0.48	0.47	0.75	0.38	< 0.05

a Capacidad de intercambio catiónico (Suma de Cationes); **b** Porcentaje de carbono orgánico (Walkley-Black); **c** Fósforo (P Bray II, ppm); **d** Azufre, **e** Boro (Fosfato monocalcico, ppm); **f** Potasio, **g** Calcio, **h** Magnesio, **i** Sodio (AcONH₄, me/100g); **j** Hierro, **k** Manganeseo, **l** Cobre, **m** Zinc (Mehlich, ppm).

Los suelos de chagras de San Sebastián difieren de las del medio Caquetá en el pH, la capacidad de intercambio catiónico (CIC), el potasio y el calcio (Kruskal- Wallis, g.l. = 1, $P \leq 0.001$; Tabla 4). La mayor diferencia se encuentra en el intercambio catiónico, el cual es 2.9 veces mayor en las chagras del medio río Caquetá que en las de San Sebastián. Estas variables están estrechamente relacionadas con la cantidad de materia orgánica en el suelo.

Tabla 4. Comparación entre suelos de chagras de la comunidad de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas) y del Medio río Caquetá (Peña-Venegas *et al.*, 2017).

Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar; a y b representan diferencias significativas entre grupos.

Variable	Chagras San Sebastián Este estudio	Chagras Medio río Caquetá (Peña-Venegas <i>et al.</i> , 2017)
n	18	6
pH	4,4 (0,1) a	3,9 (0,4) b
CIC	5,1 (0,1) b	14.6(10,5) a
CO	1,7 (0,5)	2,7 (2,6)
P	13,5 (20,9)	4,7 (5,8)
K	0,1 (0,0) b	0,2 (0,1) a
Ca	0,7(0,2) b	0,9(2,0) a
Mg	0,2(0,0)	0,7 (1,4)
Na	0,1(0,0)	0,0 (0,0)

Percepciones de los productores locales sobre sus sistemas de producción

Los productores de la comunidad de San Sebastián perciben que sus suelos han perdido productividad. Algunos de ellos, como Ruth, manifiestan en las entrevistas que:

“Son productivos, pero ya no es como antes, ya se produce poco. Ahora es más duro, antes era más fácil porque había abono, ahora solo se produce cuando quemamos, pero aun así es más duro de que crezcan plantas que necesitan más abono” (Hermelinda, agricultora local); “...considero zonas productivas, porque, si no fueran productivas, estaríamos aguantando hambre, pero antes se producía más, hoy más o menos ha disminuido la producción en 20 % de lo que se producía antes” (Ruth, agricultora local); “Casi no se produce porque ya no hay abono” (Josefina, agricultora local); “en la actualidad no se pueden cultivar plantas como el plátano o el maíz, que en años atrás sí se cultivaban con facilidad”.

Dada la pérdida en la capacidad de producción de los suelos, los productores locales han comenzado a elaborar abonos para mejorar las características de los suelos y mejorar la producción. El abono que ellos elaboran de manera tradicional combina madera en descomposición (“palo podrido” como lo definen las personas del resguardo) con o sin adición de ceniza. Sin embargo, reconocen que incluso así la cantidad y la calidad de los abonos que usan en la comunidad no brinda los mismos rendimientos que proporcionaba el suelo por sí mismo años atrás.

Análisis del abono tradicional usado en la Comunidad

El abono que tradicionalmente la comunidad elabora está compuesto por material vegetal en descomposición como troncos en descomposición y plantas secas, y una pequeña cantidad de cenizas resultantes de la etapa de quema en las chagras o de los fogones de leña de las casas. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos abono tradicional y control para ninguna de las variables analizadas biomasa seca, plantas sobrevivientes, crecimiento (Tabla 5). Adicionalmente, tampoco se hallaron diferencias en la composición fisicoquímica de las muestras de suelos de los tratamientos (Tabla 6).

Tabla 5. Supervivencia de plantas, porcentaje de mortalidad, biomasa seca y crecimiento en altura para las plantas de maíz (*Zea mays*) de los tratamientos control y abono tradicional realizados en la comunidad de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas). Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar; a y b representan diferencias significativas entre grupos.

	^a Ca	^b K	^c Mg	^d Na	^e Al	^f CICE	^g pH	^h CO	ⁱ N	^j P
Control N = 3	0.42 (0.01)	0.26 (0.16)	0.23 (0.11)	0.01 (0.0)	3.52 (0.47)	4.45 (0.73)	4.17 (0.09)	3.73 (0.21)	0.32 (0.01)	42.35 (39.39)
Abono tradicional N = 3	0.74 (0.57)	0.25 (0.08) b	0.36 (0.20)	0.02 (0.02)	2.98 (1.22)	4.35 (1.33)	4.12 (0.28)	3.30 (0.26)	0.28 (0.02)	18.67 (9.15)
P	0.51	1	0.56	0.49	0.56	1	1	0.08	0.08	0.25

Tabla 6. Características de los tratamientos usado en la comunidad de San Sebastián de los Lagos (Leticia, Amazonas). Afuera de la comunidad y Adentro de la comunidad; Valor entre paréntesis corresponde a la desviación estándar; a y b representan diferencias significativas entre grupos a Calcio, b Potasio, c Magnesio, d Sodio (AcONH₄, me/100g); e Aluminio (Extracción de KCl, me/100g); f Capacidad de intercambio catiónico (Suma de Cationes); Capacidad de intercambio catiónico (Suma de Cationes, me/100g); g pH (Solución agua 1:1); h Carbono orgánico (Análisis elemental). j Fosforo (P Bray II, ppm).

Tratamiento	N	Plantas sobrevivientes	Porcentaje de mortalidad (%)	Biomasa seca Media de peso (g)	Crecimiento Media Altura (cm)
Abono tradicional	36	4 a	88,9	37,16 (17,34) a	7,69 (24,34) a
control	36	0 a	100	0 a	0a

Discusión

El sistema de cultivo tradicional de comunidades indígenas periurbanas se encuentra en riesgo. Se observan cambios en las chagras que sugieren que se encuentran en un escenario de transición a cultivos más intensificados. Las chagras empiezan a perder diversidad, reducir sus tamaños y los tiempos

de reposo de los suelos a causa del crecimiento demográfico interno y las presiones de agentes externos, como el crecimiento urbano; situación que pone en riesgo la seguridad alimentaria de las familias indígenas.

Se ha reportado que, en comunidades periurbanas como el caso de San Sebastián de los Lagos, el crecimiento poblacional ha propiciado la generación de transiciones que convergen en formas de agricultura más intensivas alejándose de las características de un cultivo tradicional (Coomes, Takasaki, y Rhemtulla, 2017; Jakovac, Peña-Claros, Mesquita, Bongers, y Kuyper, 2016), contrario a lo que sucede en poblaciones más aisladas, en donde sin influencias externas la chagra se conserva (Van Vliet, Mertz, Birch-Thomsen, y Schmook, 2013). Una de las características de la intensificación de cultivos, la degradación de suelos y la pérdida de sistemas tradicionales como la chagra es la no disponibilidad de tierra (Keys y McConnell, 2005), situación en la cual se encuentra San Sebastián. A pesar de ello, en la comunidad las familias intentan mantener la diversidad de sus cultivos y alejarse de modelos intensificados, dado que la chagra es más que un sistema de producción, pues es un símbolo de identidad indígena.

La comunidad ha estado transformando el bosque maduro con una alta diversidad (Cassú, 2014), en un ecosistema de chagras (Padoch y Pinedo-Vasquez, 2010). Sin embargo, a medida que las poblaciones aumentan, el bosque se vuelve menos disponible, y las comunidades se empiezan generar una necesidad de nuevas tierras cultivables (Coomes *et al.*, 2017). Este fenómeno obligó a las personas después de la constitución de resguardo y la limitación del territorio a mantener las chagras que tenían por fuera de la comunidad y el crecimiento poblacional hizo que las personas que aún no tenían cultivos por fuera de la comunidad a solicitar autorización para hacerlo en estas áreas ahora de propiedad privada, como estrategia para intentar mantener los cultivos tradicionales. Así mismo, esto también ha ocurrido en países de África (Laney, 2002).

Estas limitaciones de territorio han llevado a que actualmente más la mitad de las chagras de la comunidad se encuentren por fuera de los límites del resguardo. Estas tierras (cerca de 65 chagras de la comunidad) están en venta por su propietario y los indígenas no poseen los recursos económicos para su adquisición, lo cual generalmente deja a las comunidades sin el territorio necesario para su sostenimiento (Escárzaga Nicté, 2004; Stavenhagen, 2002). Esta es la principal estrategia de las persona como respuesta a la baja productividad de los suelos dentro del resguardo y para evitar la intensificación de sus cultivos (Keys y McConnell, 2005). Al ser áreas de cultivo más recientes, las personas de la comunidad tienen la idea de que son suelos de mejor calidad, por lo que es natural encontrar un mayor número de chagras en estado de reposo adentro de la comunidad. Sin embargo, algunos de los pobladores manifestaron que los suelos en estas áreas son duros. Los

predios aledaños a la comunidad corresponden a fincas que fueron destinadas inicialmente para la ganadería por parte de sus dueños, por cuanto es posible que, incluso cuando se hayan reforestado naturalmente, tengan problemas de compactación, debido a la ganadería de años pasados (Siavosh *et al.*, 2000).

Diversos estudios han mostrado que los tamaños de las chagras indígenas en el Amazonas son variables. Las chagras de comunidades huitoto en la región de Araracuara reportan tamaños de menos de una hectárea (Edén y Andrade 1987); en La Chorrera, departamento de Amazonas, son de aproximadamente una hectárea, pero pueden ser usadas por varias familias (Acosta *et al.*, 2011). En la comunidad ticuna de Palmeras, departamento del Amazonas, oscilan entre 0.7 y 0.4 hectáreas (Hammond *et al.* 1995). Sin embargo, es evidente que las chagras de la comunidad de San Sebastián son mucho más pequeñas (0,2 hectáreas) que las reportadas en los anteriores trabajos, lo cual puede ser un reflejo de la presión demográfica y del limitado espacio que posee el resguardo. Esto plantea la necesidad de dar nuevos espacios a las familias que se van formando, por lo que familias más numerosas poseen extensiones más grandes, para garantizar el sostenimiento de sus futuros integrantes (Coomes *et al.*, 2017). No obstante, debido al crecimiento de la comunidad, dichas áreas son cada vez más pequeñas y estas diferencias se vuelven menos notorias homogeneizando el problema de áreas dentro de la comunidad.

Las chagras que se localizan por fuera de la comunidad son más grandes y se encuentran dentro del rango mínimo de tamaño reportado en otros trabajos (0,4 hectáreas), ya que el tamaño del área la determina el dueño del predio y no el productor indígena, siendo esta otra situación de presión sobre el suelo y la chagra que induce patrones que limitan la producción (Fonseca-Cepeda, *et al.*, 2019). Este patrón es similar a lo que ha ocurrido con conflictos de este tipo en otras comunidades indígenas de América Latina (Escárzaga-Nicté, 2004).

Para las chagras, existe un equilibrio que garantiza la disponibilidad de nutrientes en el suelo para sostenimiento de los cultivos. Inicialmente, los periodos de reposo juegan un papel fundamental dentro de la fertilidad de los suelos, ya que con el tiempo adecuado los nutrientes liberados por la biomasa durante la regeneración del bosque secundario ayudan a la regeneración de nutrientes en las capas profundas del suelo y, posteriormente, durante la etapa de quema, estos nutrientes están disponibles para el sostenimiento del sistema (Jakovac *et al.*, 2016).

Sin embargo, los periodos de descanso de las chagras en la comunidad son de alrededor de un año. Estudios muestran que el tiempo de reposo debe ser mayor a 5 años (Thomaz, 2013) para asegurar la recuperación productiva de los suelos (Fleskens y Jorritsma, 2010). Esto indica que los periodos de reposo usados en San Sebastián no son lo suficientemente largos como para

poder garantizar la recuperación de los nutrientes del suelo. Este sistema productivo no sería sostenible a largo plazo si no se cuenta con tiempos de reposo adecuados (Styger *et al.*, 2007). Por lo que esta condición también impulsa la intensificación de los cultivos y la rápida degradación de los suelos (Kameda y Nawata, 2017).

Los análisis químicos de los suelos de la comunidad muestran que estos mantienen las características generales de los suelos de la región: pH ácido y en general una baja concentración de nutrientes (Codazzi, 1979; Peña-Venegas y Cardona, 2010). Elementos como el calcio y el zinc presentaron diferencias entre las chagras de dentro y fuera de la comunidad. Se ha documentado que el uso prolongado de modelos como la roza y quema puede disminuir la concentración de metales pesados como el zinc presente en este tipo de sistema de cultivo tradicional (Niu *et al.*, 2015), lo que explica las menores concentraciones de dichos elementos en la comunidad. Sin embargo, esto también afecta directamente la producción en la chagra, pues estos elementos están asociados al crecimiento y desarrollo de plantas como el plátano, el maíz, entre otros, de interés para la comunidad (Fernández-Ojeda, *et al.*, 2016; Perea-Portillo *et al.*, 2010)

Comparando las chagras del medio Caquetá, que son áreas con las condiciones necesarias para el manejo adecuado del sistema, con las chagras de San Sebastián, estas últimas poseen menor calcio, potasio y capacidad de intercambio catiónico, posible consecuencia del menor tiempo de recuperación que tienen los suelos (Peña-Venegas *et al.*, 2017; Palm, *et al.*, 1996), lo cual limita la diversidad de especies por las limitaciones de nutrientes del suelo (Jakovac, *et al.*, 2016).

La degradación de los suelos asociados a la falta de nutrientes es uno de los factores que condicionan la diversidad de plantas que se pueden sembrar en las chagras (Smith *et al.*, 1999). Las chagras en otros lugares de la región, por ejemplo, en el área no municipalizada de la Chorrera sur de la Amazonia colombiana, cultivan más de 30 especies por chagra (Acosta *et al.*, 2011; Denevan, 1995; Peña-Venegas, *et al.*, 2009), mientras las chagras de San Sebastián aproximadamente 20, siendo las plantas de requerimientos nutricionales más altos como el plátano, maíz y algunos frutales lo que se encuentran en menor riqueza. En las chagras de dentro y afuera de la comunidad, la yuca (*Manihot esculenta*) es la planta dominante con una mayor cantidad de espacio sembrado, además de ser la base de su seguridad alimentaria. La yuca es una especie con bajos requerimientos nutricionales para su producción, siendo un cultivo capaz de crecer bien en suelos de baja fertilidad (El-Sharkawy, 2006), como los de San Sebastián.

Como se presentó, las personas en la comunidad usan un abono como estrategia para mejorar la producción en la chagra. Sin embargo, la evaluación de esta estrategia de mejora no arrojó resultados favorables,

pues demostró que dicho abono no aporta los nutrientes necesarios al suelo. La intuición seguida por los pobladores para formular un abono que mejore las condiciones del suelo no está siendo efectiva.

Algunos autores mencionan que la producción de biomasa por parte de las plantas, y el maíz, está directamente relacionada con la cantidad de carbono y, en última instancia, la cantidad de carbono orgánico del suelo (Reilly y Fuglie, 2005). En estudios realizados por Kato y colaboradores (1999) en el Amazonas brasileño, identificaron que la incorporación de material no quemado proveniente de las mismas chagras redujo la producción de biomasa seca en los cultivos, debido a que esta materia orgánica sin quemar es rica en celulosa y lignina principalmente.

La liberación de los nutrientes en el suelo depende especialmente de la actividad microbiana, habiendo una degradación más lenta cuando hay mayor cantidad de lignina, es decir, cuando hay material con una mayor dificultad de degradación por parte de los microorganismos y, por ende, hay menor disponibilidad de nutrientes en el suelo (Youngdahl, *et al.*, 1982), por lo que concluimos que esta materia orgánica no fue una fuente importante de nutrientes para las plantas de maíz en nuestros ensayos.

Conclusiones

Pocas veces se ha documentado la degradación de suelos en comunidades indígenas amazónicas. Este estudio lo hace para la comunidad indígena de San Sebastián de los Lagos. La presión sobre los suelos en comunidades densamente pobladas con espacios reducidos hace que se disminuyan los tiempos de reposo de los cultivos, poniendo en peligro la sostenibilidad los sistemas de producción tradicionales como la chagra llevándolos hacia la intensificación. Los resultados muestran una disminución en la diversidad de especies cultivadas, una sobreexplotación de los suelos y su posterior degradación al no tener la posibilidad de recuperación natural por los cortos tiempos de descanso implementados (menos de un año) en los suelos del resguardo.

Dos estrategias han sido implementadas por la comunidad de San Sebastián de los Lagos para enfrentar este problema. La primera fue cultivar en zonas fuera de su resguardo, siendo estos espacios mayores en tamaño a las zonas de cultivo dentro la comunidad. Sin embargo, esta alternativa pone en riesgo su seguridad alimentaria, pues depende de la voluntad del dueño de los predios aledaños para tener suficiente espacio para la producción. La segunda fue realizar abonos a partir de los materiales que tienen disponibles, con el ánimo de mejorar los suelos de las zonas de cultivo. No obstante, se demostró que esta iniciativa no tiene los efectos positivos que las personas de la comunidad esperan y sugiere que la intuición para la formulación de este abono no está siendo efectiva.

Es posible evaluar nuevas alternativas que permitan dar manejo de las limitaciones que empieza a tener la chagra para la producción de alimentos, como (1) los abonos orgánicos, hecho que permitiera mejorar de manera más efectiva la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, (2) y la búsqueda de apoyo del Estado, pues la asignación de nuevos predios puede promover que se trasladen los cultivos a zonas con mejores condiciones de suelos que sostengan la producción de alimentos. Estas son algunas alternativas que permitiría mantener la chagra y la seguridad alimentaria de las familias sin tener que llegar a la intensificación de sus cultivos.

Finalmente, es importante mencionar que este estudio no considero análisis de micro y macrofauna del suelo, por lo que en estudios posteriores es recomendable indagar sobre estos aspectos con el fin de garantizar la incidencia de estos factores sobre el sistema de chagras en las condiciones mencionadas.

Referencias

- ACOSTA, LE; Pérez, MN; Juragaro, LA; Nonokudo, H; Sánchez, G; Zafiama, ÁM; Tejada, JB; Cobete, O; EFAITEKE, M; FAREKADE, J; GIAGREKUDO, H; NEIKASE, S. (2011). *La chagra en La Chorrera: más que una producción de subsistencia, es una fuente de comunicación y alimento físico y espiritual, de los Hijos del tabaco, la coca y la yuca dulce. Los retos de las nuevas generaciones para las prácticas culturales y los:* Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas” SINCHI” Asociación Zonal Indígena de Cabildos y Autoridades Tradicionales de La Chorrera – AZICATCH. https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/Libro_CHAGRAS_DIGITAL.pdf
- ACOSTA MUÑOZ, L. E., Y ZORIA JAVA, J. (2012). Ticuna traditional knowledge on chagra agriculture and innovative mechanisms for its protection. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas*, 7(2), 417-433. <https://doi.org/10.1590/S1981-81222012000200007>
- ALTIERI, M. A. (2004). Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2(1), 35-42. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0035:LEATFI\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0035:LEATFI]2.0.CO;2)
- ALTIERI, M. A., Y NICHOLLS, C. I. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental*, 1.
- ALTIERI, M. A., Y TOLEDO, V. M. (2011). The agroecological revolution in Latin America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38(3), 587-612. <https://doi.org/10.1080/03066150.2011.582947>

- CASSÚ, E. (2014). *El manejo indígena del mundo global: El caso de los Tikuna del territorio Yahuaraca*. Tesis Maestría en Estudios Amazonicos. Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52909>
- CODAZZI, I.-I. G. A. (1979). *Amazonia colombiana y sus recursos. Proyecto Radargramétrico del Amazonas*. PRORADAM (Vol. 1). talleres graficos de Italgraf. S.A., Bogotá D.E
- COOMES, O. T., TAKASAKI, Y., Y RHEMTULLA, J. M. (2017). What fate for swidden agriculture under land constraint in tropical forests? Lessons from a long-term study in an Amazonian peasant community. *Journal of Rural Studies*, 54, 39-51. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.06.002>
- DENEVAN, W. (1995). Prehistoric agricultural methods as models for sustainability. *Advances in Plant Pathology*, 11, 21-43. [https://doi.org/10.1016/S0736-4539\(06\)80004-8](https://doi.org/10.1016/S0736-4539(06)80004-8)
- ESCÁRZAGA NICTÉ, F. (2004). La emergencia indígena contra el neoliberalismo. *Política y cultura*(22), 101-121.
- FERNÁNDEZ-OJEDA, P. R., ACEVEDO, D. C., VILLANUEVA-MORALES, A., Y URIBE-GÓMEZ, M. (2016). Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(35), 65-77. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v7i35.75>
- FONSECA-CEPEDA, V., IDROBO, C., Y RESTREPO, S. (2019). The changing chagras: traditional ecological knowledge transformations in the Colombian Amazon. *Ecology and Society*, 24(1). <https://doi.org/10.5751/ES-10416-240108>
- GAY-DES-COMBES, J. M., ROBROEK, B. J., HERVÉ, D., GUILLAUME, T., PISTOCCHI, C., MILLS, R. T., Y BUTTLER, A. (2017). Slash-and-burn agriculture and tropical cyclone activity in Madagascar: implication for soil fertility dynamics and corn performance. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 239, 207-218. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.01.010>
- GLIESSMAN, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*: Catie.
- JAKOVAC, C. C., PEÑA-CLAROS, M., MESQUITA, R. C., BONGERS, F., Y KUYPER, T. W. (2016). Swiddens under transition: consequences of agricultural intensification in the Amazon. *Agriculture, ecosystems y environment*, 218, 116-125. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.11.013>
- KAMEDA, C., Y NAWATA, E. (2017). Relationship between fallow period, forest vegetation and weeds in swidden agriculture in northern Laos. *Agroforestry Systems*, 91(3), 553-564. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9959-2>

- KATO, M. D. S., KATO, O. R., DENICH, M., Y VLEK, P. L. (1999). Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: the role of fertilizers. *Field crops research*, 62(2-3), 225-237. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00021-0](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00021-0)
- KEYS, E., Y MCCONNELL, W. J. (2005). Global change and the intensification of agriculture in the tropics. *Global environmental change*, 15(4), 320-337. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.04.004>
- LANEY, R. M. (2002). Disaggregating induced intensification for land-change analysis: A case study from Madagascar. *Annals of the Association of American Geographers*, 92(4), 702-726. <https://doi.org/10.1111/1467-8306.00312>
- LASPRILLA LÓPEZ, V. A. (2009). *Chagras y mujeres indígenas: significado y función del trabajo femenino en la comunidad indígena ticuna. San Sebastián de los Lagos*. Tesis Maestría en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia - Sede Amazonia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9672>
- MENDOZA-HERNÁNDEZ, D., RODRÍGUEZ-UAROKÉ, O., MENDOZA-RIVERA, C., MENDOZA-RIVERA, E., GÓMEZ, A., KUTDO, L., . . . CRISÓSTOMO-ORTIZ, J. (2017). Moniya ringo, Mujer de abundancia y reproducción: Estudio de caso de la chagra de la Gente de Centro, Resguardo Indígena de Monochoa. *Bogotá, DC: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI*.
- MOORE, H. L. (2015). Global prosperity and sustainable development goals. *Journal of International Development*, 27(6), 801-815. <https://doi.org/10.1002/jid.3114>
- OLIVO, J. C. B. (2014). Importancia histórica, social, política y económica de la población arabela. *Investigaciones Sociales*, 15(27), 331-348. <https://doi.org/10.15381/is.v15i27.7675>
- PADOCH, C., Y PINEDO-VASQUEZ, M. (2010). Saving slash-and-burn to save biodiversity. *Biotropica*, 42(5), 550-552. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00681.x>
- PEÑA-VENEGAS, C. P., Y CARDONA, G. I. (2010). *Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación* (Primera ed.). Bogotá, D.C - Colombia.
- PEÑA-VENEGAS, C. P., VALDERRAMA, A. M., MUÑOZ, L. E. A., Y RÚA, M. N. P. (2009). *Seguridad alimentaria en comunidades indígenas del Amazonas: ayer y hoy* (D. P. M. Rodríguez Ed. Primera ed.). Bogotá, D.C - Colombia.
- PEÑA-VENEGAS, C. P., VERSCHOOR, G., STOMPH, T. J., Y STRUIK, P. C. (2017). Challenging current knowledge on Amazonian dark earths: indigenous manioc cultivation on different soils of the Colombian Amazon. *Culture, Agriculture, Food and Environment*, 39(2), 127-137. <https://doi.org/10.1111/cuag.12087>

- PEREA-PORTILLO, E., OJEDA-BARRIOS, D. L., HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O., ESCUDERO-ALMANZA, D., MARTÍNEZ-TÉLLEZ, J., Y LÓPEZ-OCHOA, G. (2010). El zinc como promotor de crecimiento y fructificación en el nogal pecanero. *Tecnociencia Chiguagua*, 4(2), 64-71.
- PONOMARENKO, E., TOMSON, P., ERSHOVA, E., Y BAKUMENKO, V. (2019). A multi-proxy analysis of sandy soils in historical slash-and-burn sites: A case study from southern Estonia. *Quaternary International*, 516, 190-206. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.10.016>
- RANDRIAMALALA, J. R., RANDRIARIMALALA, J., HERVÉ, D., Y CARRIÈRE, S. M. (2019). Slow recovery of endangered xerophytic thickets vegetation after slash-and-burn cultivation in Madagascar. *Biological conservation*, 233, 260-267. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.006>
- REILLY, J. M., Y FUGLIE, K. O. (2005). Future yield growth in field crops: what evidence exists? *Soil and Tillage Research*, 47(3-4), 275-290. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(98\)00116-0](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(98)00116-0)
- STAVENHAGEN, R. (2002). Identidad indígena y multiculturalidad en América Latina. *Araucaria. Revista Iberoamericana de Filosofía, Política y Humanidades*, 4(7), 0.
- THOMAZ, E. L. (2018). Dynamics of aggregate stability in slash-and-burn system: Relaxation time, decay, and resilience. *Soil and Tillage Research*, 178, 50-54. <https://doi.org/10.1016/j.still.2017.12.017>
- VAN VLIET, N., MERTZ, O., BIRCH-THOMSEN, T., Y SCHMOOK, B. (2013). Is there a continuing rationale for swidden cultivation in the 21st century? *Human Ecology*, 41(1), 1-5. <https://doi.org/10.1007/s10745-013-9562-3>
- YOUNGDAHL, L., PACHECO, R., STREET, J., Y VLEK, P. (1982). The kinetics of ammonium and nitrate uptake by young rice plants. *Plant and Soil*, 69(2), 225-232. <https://doi.org/10.1007/BF02374517>