

Vuelos no tripulados y cartografía participativa, una herramienta para la organización espacial: estudio de caso de la comunidad indígena Tikuna de San Martín de Amacayacu, Amazonas, Colombia

Unmanned aerial vehicle and participatory mapping, a tool for spatial organization: A case study of the Tikuna indigenous community of San Martín de Amacayacu, Amazonas, Colombia

Alejandro Carvajal-Téllez¹, Hernán Javier Díaz-Perdomo²,
José Gregorio Vásquez³

Resumen

Algunos de los territorios indígenas en Colombia se encuentran ubicados en zonas de difícil acceso, lo que deriva en estudios espaciales fragmentados, que presentan poco detalle y precisión en relación con las necesidades de las comunidades. Este trabajo plantea una solución a través del uso de plataformas aéreas no tripuladas y la cartografía participativa, como un mecanismo que facilita la integración y la movilización de conocimientos entre culturas. El estudio se llevó a cabo en la comunidad de San Martín de Amacayacu, con el apoyo, dirección y participación de la comunidad. Se realizaron ocho vuelos con un dron (913 fotos) y se utilizaron imágenes satelitales Landsat 5, identificando así asentamientos y zonas de cultivo o “chagras” para determinar zonas de expansión y producción que permitan planificar el crecimiento de la comunidad. En la actualidad, como producto de la concentración de los grupos humanos promovido por el Estado colombiano, el incremento de familias en la comunidad se encuentra directamente relacionado con el aumento de las áreas de cultivo alrededor de la comunidad, acelerando así el proceso de transformación de la selva. Asimismo, se evidencia una limitante en el crecimiento de la comunidad asociado al acceso al agua y las zonas de cacería. Como resultado se obtuvo la cartografía base de la comunidad (modelo 3D) con la localización óptima de las zonas de cultivo halladas mediante el análisis multicriterio de cuatro variables y las áreas de expansión complementadas con el ejercicio de cartografía participativa.

Palabras clave: dron, imágenes satelitales, Amazonas, Tikuna, cartografía participativa.

1. Ingeniero geógrafo y ambiental en formación, Semillero Geoperspectivas. Correo: rcarvajal@udca.edu.co.

2. PhD, Ciencias Geográficas, ULaval. Profesor e investigador, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A. Correo: herdiaz@udca.edu.co.

3. Líder indígena, comunidad Tikuna de San Martín de Amacayacu, Amazonía colombiana.





Abstract

Indigenous communities in Colombia own territories in remote areas with difficult access. As a result, spatial studies are fragmented and have low resolution and little accuracy relative to the necessities of the communities. This project proposes a solution by using unmanned aerial vehicles (UAVs) and participative cartography, as a mechanism to facilitate the integration and transfer of knowledge between cultures. The study took place at the San Martín de Amacayacu community, with the direction, support and participation of members of the community. Using a UAV we took 913 photos during eight flights, and also used satellite images (Landsat 5) to identify settlements and farming areas or chagras, and areas of expansion and high productivity to better direct and control the growth of the community. Currently, as a result of the population concentration encouraged by the Colombian government, the increase in number of families in the community results in the expansion of farming areas around the community, thus accelerating the rate of transformation of the tropical rain forest. We have also identified access to clean water and hunting grounds as a limiting factor for the growth of the community. We obtained the base line cartography of the community (3D model) by finding the optimal location of farming areas through a 4 variable multicriteria analysis and expansion areas complemented by participative cartography.

Keywords: drone, satellite imagery, Amazonas, Tikuna, participatory mapping.



Introducción

En gran parte del territorio colombiano la cartografía básica presenta una escala geográfica que varía entre 1:100.000 y 1:25.000, que si bien resulta adecuada para la organización territorial en el nivel de municipios y corregimientos, a medida que los estudios precisan mayor detalle esta empieza a perder funcionalidad. En el caso de las comunidades pequeñas, que requieren de herramientas más exactas, estas escalas resultan poco útiles puesto que no facilitan una aproximación al territorio que permita darle múltiples enfoques a la interpretación y la organización del territorio.

El uso de los vehículos aéreos no tripulados (UAV, por la sigla en inglés de *unmanned aerial vehicle*) ha tomado un fuerte impulso en los últimos años debido a sus bajos costos, su precisión y su operatividad, entre otras utilidades (figura 1) (Laborie, 2012). Esto ha llevado a que los UAV (también llamados *drones*) sean tenidos en cuenta como herramientas que facilitan la realización de levantamientos topográficos de hasta 4,7 cm de resolución y un error vertical de 1,8 cm, con métodos de preprocesamiento y procesamiento avanzados (Carrera-Hernández, Levresse, Lacan & Aranda-Gómez, 2016), así como levantamientos catastrales que cumplen con la norma técnica colombiana 64 de 1994 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Perilla, 2017).

ESTUDIO COMPARATIVO	UAV	AVIÓN	SATELITE
PERMANENCIA/AUTONOMIA	Yellow	Red	Green
VELOCIDAD	Red	Green	Yellow
ALCANCE	Yellow	Red	Green
PENETRACIÓN	Green	Red	Yellow
MANIOBRABILIDAD	Green	Yellow	Red
PRECISIÓN	Yellow	Red	Green
CAPACIDAD DE RESPUESTA	Yellow	Green	Red
PREVISIBILIDAD	Yellow	Red	Red
AUTONOMIA	Yellow	Red	Green
RESTRICCIONES DE USO	Green	Yellow	Red
COSTE DE POSESION	Green	Yellow	Red
FACTOR HUMANO	Yellow	Green	Red
POLIVALENCIA	Green	Green	Red

Green	Cumplimiento superior
Yellow	Cumplimiento intermedio
Red	Cumplimiento inferior

Figura 1. Comparación de beneficios entre sistemas aeroespaciales
Fuente: I.A.S.S., 2008.

El interés en los vehículos aéreos no tripulados se ha incrementado incluso en aquellas comunidades que se consideran ajenas a los avances tecnológicos, ya que estas herramientas han facilitado los procesos de integración de los saberes locales con las nuevas tecnologías de la información geográfica. Asimismo, se ha visto favorecida la participación igualitaria entre decisores a través de una aproximación que parte de lo local hacia lo general. La mayoría de los trabajos que han realizado las comunidades con vehículos aéreos no tripulados se han enfocado hacia la protección del territorio en defensa de amenazas relacionadas con el reconocimiento de sus derechos sobre la tierra y la preservación de sus recursos, y esto ha promovido la apropiación de las herramientas a tal punto que en ciertas comunidades los habitantes han desarrollado sus propios drones y han implementado programas a largo plazo de monitoreo desde el aire (Kakaes et al., 2015).



En este tipo de iniciativas, la geomática se considera como una herramienta que brinda soporte a los procesos de cartografía comunitaria, no solo porque incluye diferentes aspectos de esta disciplina, sino porque facilita el incremento de las capacidades locales, favoreciendo el control y la protección del territorio. Es así como diversas comunidades han reclamado sus derechos de propiedad por medio de la utilización de cartografías en papel y en formato digital (Poole, 1994).

Los mapas comunitarios se han desarrollado por medio de la utilización de sistemas de información geográficos participativos (SIG-P). Este tipo de solución ha permitido apoyar y favorecer la participación de las comunidades en todas las etapas del proceso, asegurando así su inclusión desde la colecta de datos y la interpretación de resultados hasta la integración de la información plasmada en los mapas participativos, permitiendo así la modificación y la actualización del SIG (Abbot et al., 1998).

En relación con la experiencia cartográfica comunitaria, la comunidad Tikuna de San Martín de Amacayacu dio inicio a un proceso de mapeo en el 2006, basado en una serie de reflexiones surgidas durante la elaboración del taller interno “Derechos, políticas y cartografía: los tres elementos clave para el autodesarrollo”. Para este ejercicio se partió de la idea de mejorar el conocimiento y la comprensión de la problemática asociada al territorio, así como de disponer de un soporte para reivindicar la autonomía en su manejo. Se propuso un análisis basado en la integración de los saberes locales y la utilización de las tecnologías de la información geográfica por medio de un SIG participativo. Como resultado de este ejercicio, se pudo confirmar la generación de un proceso de movilización de conocimientos entre los participantes, la recuperación de un sentimiento de apropiación hacia el territorio, la materialización de las representaciones cognitivas del territorio a través de la producción cartográfica (en papel y digital) y la exploración de una estrategia diferente de comunicación entre la comunidad y el Estado. En la actualidad, este proceso continúa hacia la recuperación del territorio ancestral y la creación de un nuevo resguardo. De igual forma, cabe anotar que este ejercicio ha sido una fuente de inspiración para las demás comunidades asentadas en el Trapecio Amazónico.

La comunidad de San Martín de Amacayacu fue fundada en 1971 a orillas del río Amacayacu por voluntad del Estado colombiano (Vásquez & Verschoor, 2011). Se agruparon familias de los clanes Paujil y Cascabel, quienes organizaron un caserío al que se le ofrecieron algunos servicios básicos como brigadas de salud y educación. A medida que la comunidad fue creciendo, la franja agrícola (conocida en la región como *chagras de cultivo*) empezó a expandirse en un radio aproximado de 1,8 km (figura 2). Este valor puede representar la distancia óptima de desplazamiento, tomando como punto de origen la comunidad y teniendo en cuenta las características del terreno y todas las limitaciones inherentes al desplazamiento de los productos que allí se recolectan.



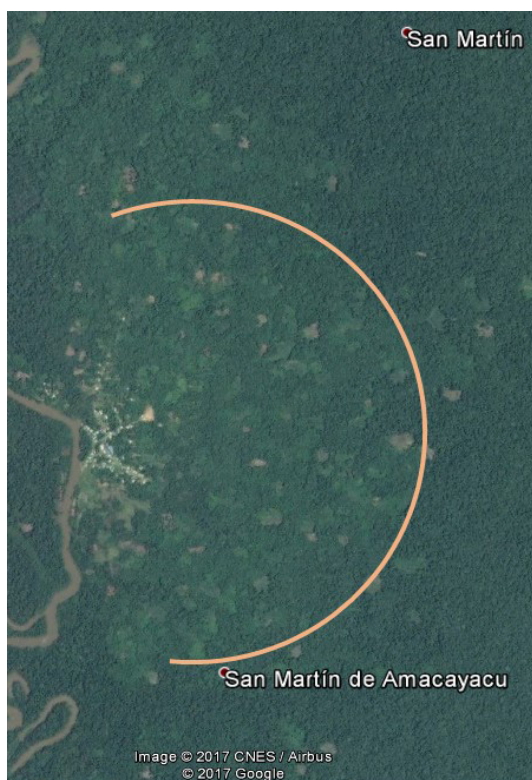


Figura 2. Franja límite de distribución de chagras
Fuente: elaboración de los autores.

A diferencia de otras regiones del país en las que los habitantes de sectores rurales presentan un patrón de desplazamiento hacia los centros más poblados, en la comunidad de San Martín de Amacayacu se registra un modelo de residencia prolongado en el que, incluso, se presentan migraciones puntuales de personas de otras regiones que se instalan en el territorio en el que nacieron sus parejas; en la mayoría de los casos se trata de hombres que conocieron a su mujer fuera de la comunidad. Este comportamiento causa preocupación en los líderes de la comunidad, quienes se han visto en la necesidad de reflexionar acerca de la mejor forma en la que pueden planear la organización espacial del asentamiento, de forma que se asegure el acceso a los recursos por parte de sus pobladores. Es en este contexto que se enmarca el trabajo que se planteó desde el semillero en estrecha relación con la comunidad.

Desarrollo teórico y metodológico

Captura y procesamiento y de fotografías

La cartografía base se realizó con la ayuda del dron Phantom 3 professional, se tomaron 913 fotografías (7 fajas), a una altura de 90 m, con un traslape del 80% entre cada imagen e inclinación de la cámara de 45 grados, asegurando una adecuada ortorectificación en la etapa de procesamiento. En esta etapa se utilizó el programa recomendado por Coral (2010), de acuerdo con la comparación que se presenta en la figura 3.

Software	Facilidad de Adquisición	Recibe como entrada Fotografías	Generación Nube de Puntos	Exporta Nube de Puntos	Calidad Nube de Puntos
VisualSFM	ALTA	X	X	X	MEDIA
Pix4D	MEDIA	X	X	X	ALTA
Agisoft Photoscan	ALTA	X	X	X	ALTA
Autopano	MEDIA	X			NA

Figura 3. Comparación entre programas fotogramétricos.
Fuente: Coral, 2010.



Procesamiento Agisoft

El procesamiento de las imágenes se realizó con el programa Agisoft PhotoScan Professional, de acuerdo con el siguiente flujo de trabajo (figura 4).

Orientación de fotografías

En este paso, el programa reconoce puntos homólogos entre cada fotografía, lo que genera una nube de puntos dispersa que le permite reconocer la alineación de cada fotografía en el espacio (figura 5). Posteriormente, es posible procesar una nube que genera una mayor densidad de puntos homólogos. En este caso, se generaron 51.471.462 puntos.

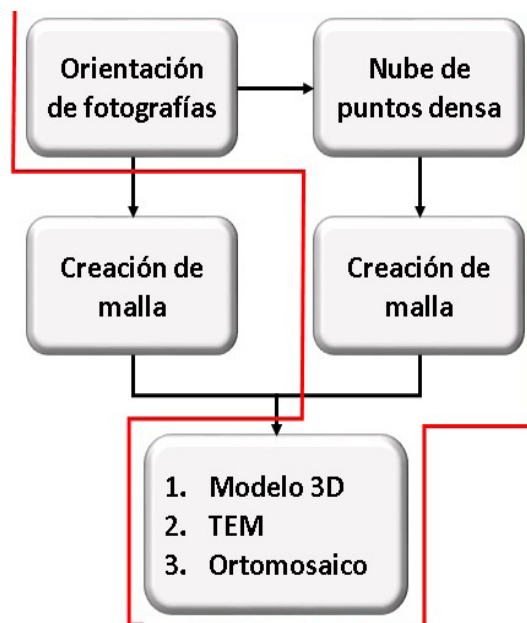


Figura 4. Flujo de trabajo usado en el procesamiento de las imágenes
Fuente: elaboración de los autores.

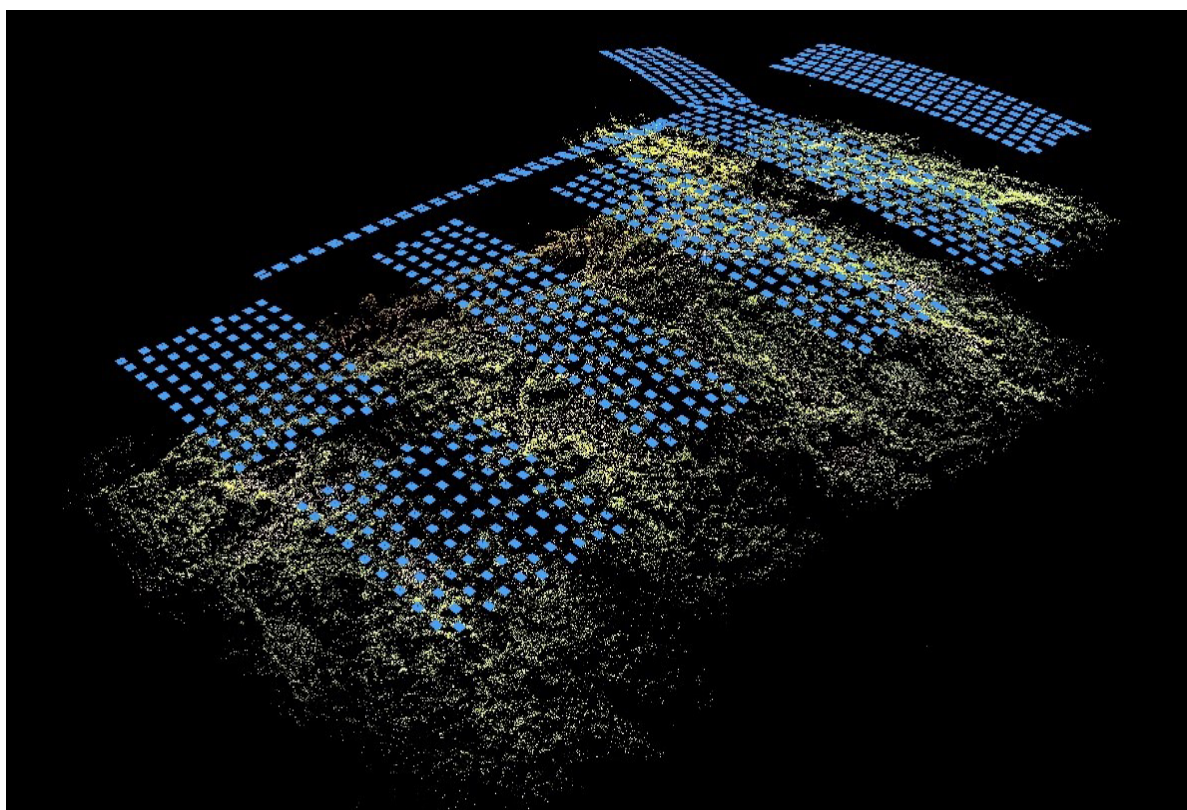


Figura 5. Orientación de fotografías y nube de puntos dispersa
Fuente: análisis Agisoft realizado por los autores.



Creación de malla

La interpolación de malla poligonal se generó a partir de los datos, nube de puntos densa (figura 6), para generar un modelo TIN (figura 7). Este modelo se crea teniendo como referencia el conjunto de puntos con menor error de precisión y de incertidumbre (Merlo & Aliperta, 2015). El resultado fue una malla conformada por 10'074.301 caras, bajo los siguientes criterios:

- Tipo de superficie: arbitraria
- Datos fuente: nube de puntos densa
- Interpolación: deshabilitada



Figura 6. Nube de puntos densa

Fuente: análisis Agisoft realizado por los autores.

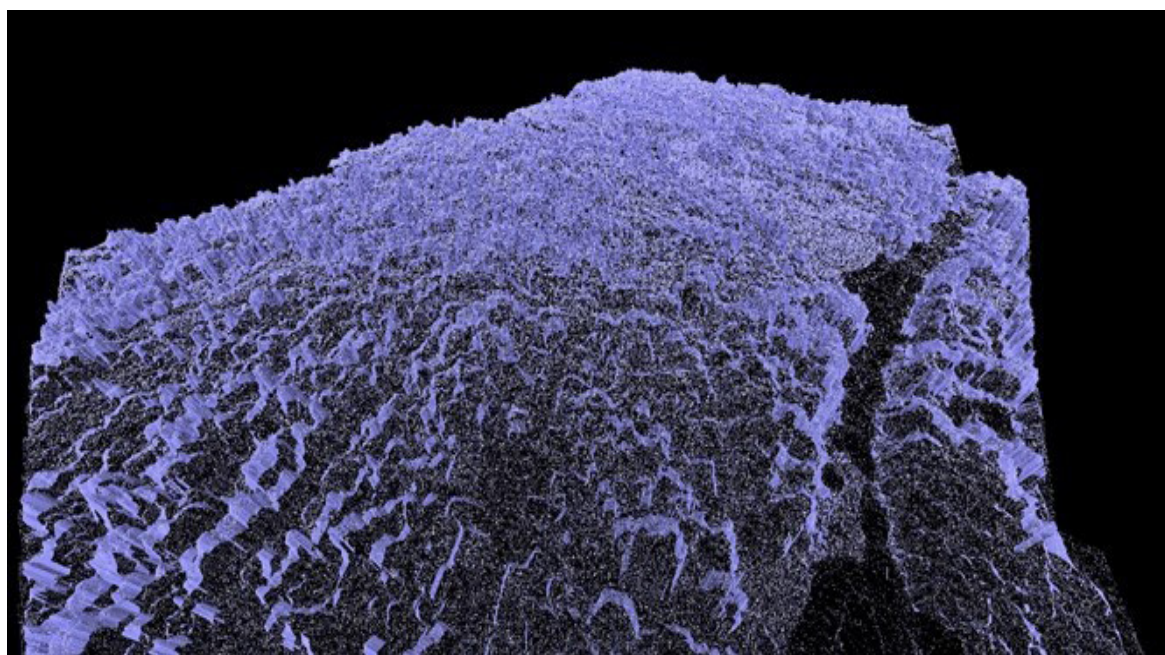


Figura 7. Malla TIN

Fuente: análisis Agisoft realizado por los autores.





Ortomosaico

El ortomosaico fue generado a partir de la malla TIN con los siguientes parámetros (figura 8):

- Sistema de coordenadas: geográfica (WGS 84)
- Superficie: malla
- Modo de mezcla: mosaico
- Resolución espacial: 4,5 cm

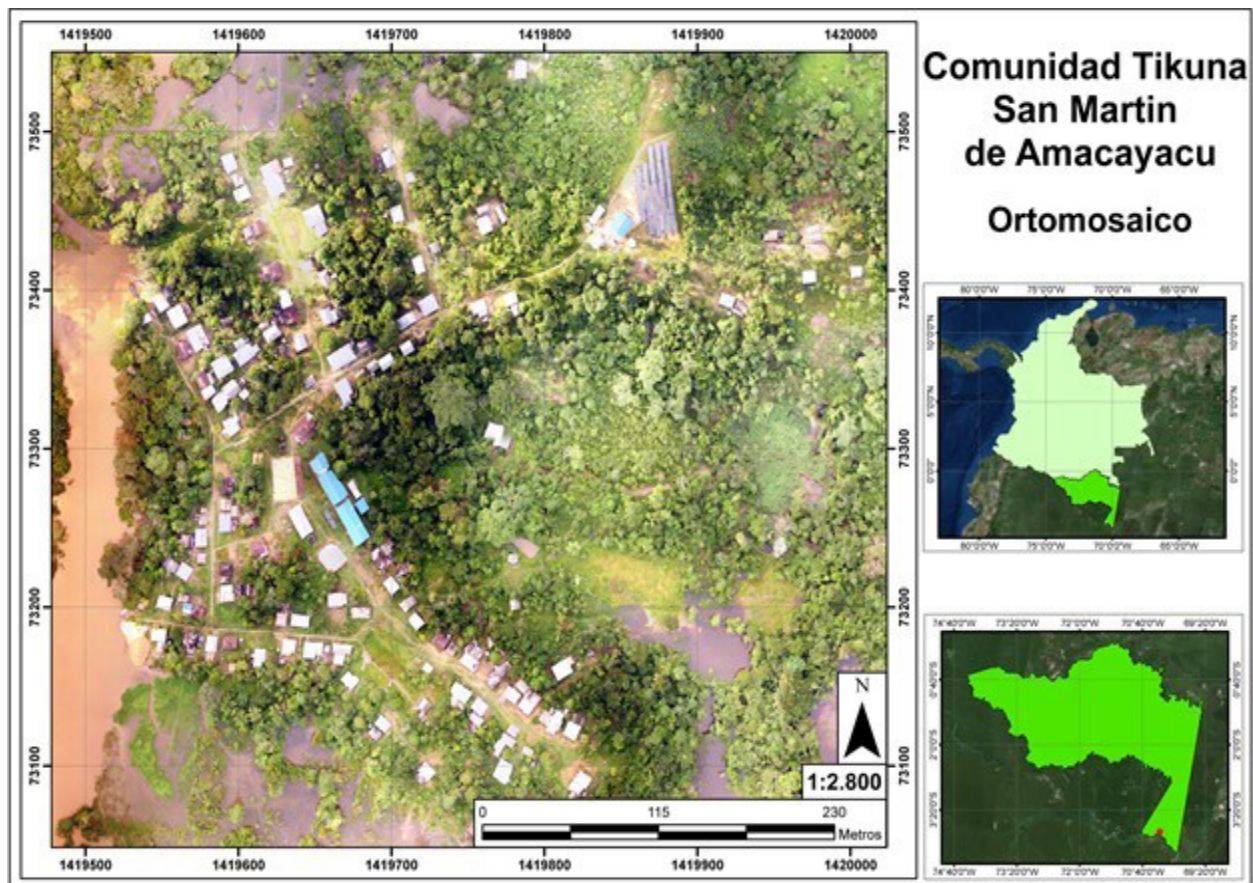


Figura 8. Ortomosaico

Fuente: análisis Agisoft realizado por los autores.

Modelo digital de superficie

Se realizó con la malla TIN, bajo los siguientes parámetros (figura 9):

- Interpolación: deshabilitada
- Resolución espacial: 18 cm
- Datos fuente: malla TIN

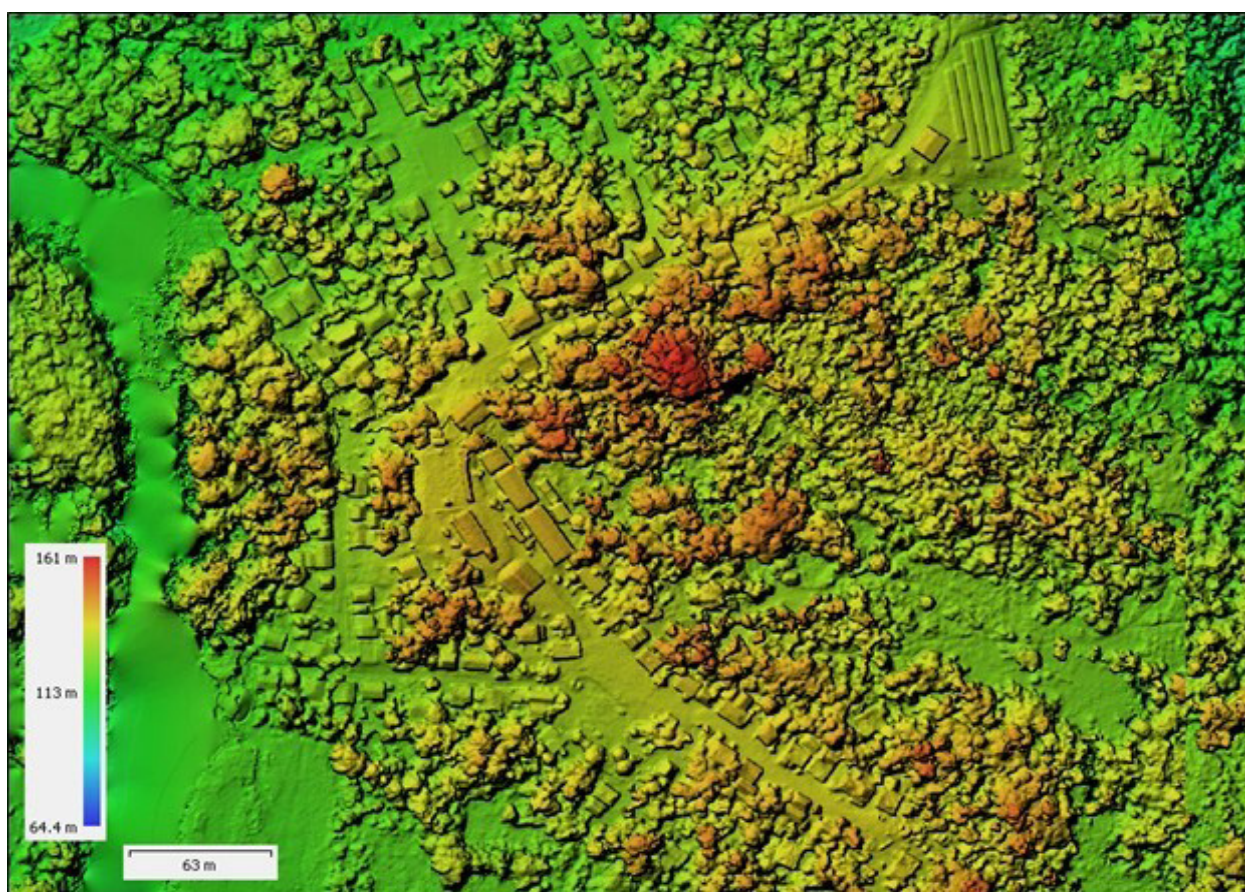


Figura 9. Modelo digital de superficie
Fuente: análisis Agisoft realizado por autores.



Identificación de posibles zonas de producción

La yuca constituye el 80% de la producción de una chagra, consolidándose así como uno de los principales productos de la comunidad de San Martín de Amacayacu. Ha generado cultura y conocimiento alrededor de su consumo, desde la construcción de instrumentos como el *tupí*, para la extracción del almidón, así como las diferentes formas de cocinar y consumir la yuca, como la fariña, el casabe y bebidas como el masato, utilizada en las principales celebraciones de la comunidad, como la Pelazón (Acosta & Mazorra, 2005).

La identificación de las zonas de producción se elaboró a partir de un análisis multicriterio de cuatro variables pensadas respecto al producto de mayor producción en la chagra, y por su nivel de detalle y fácil acceso a la información. No obstante, se propone que el modelo puede llegar a ser mejorado a través de un estudio más amplio que identifique nuevos criterios para el análisis (las capas fueron trabajadas con una resolución de 30 m x 30 m).

Criterios

- Zonas de inundación

Las zonas de inundación fueron obtenidas a partir del ortomosaico de la comunidad y el modelo digital de terreno (MDT) por medio del sensor ALOS PALSAR, descargado del Alaska Satellite Facility (ASF). Este cuenta con una resolución espacial de 12,5 m y procesamiento *radiometrically and terrain corrected* (RTC) (University of Alaska Fairbanks [UAF], 2017). El criterio se definió para prevenir que las chagras sean ubicadas en zonas donde la producción no es constante a lo largo del año.

- Margen de 2 km de influencia

Se definió un margen de 2 km a los costados del río Amacayacu por ser un espacio que permite mejor desempeño en las labores de cultivo y cosecha, de acuerdo con lo que expresó la comunidad. Asimismo, esto fue lo que se registró en las imágenes satelitales al analizar la franja agrícola.

- Pendiente

El lavado de nutrientes por fuertes pendientes es un elemento que determina la producción del cultivo de yuca (Ospina & Ceballos, 2002). De esta forma se obtuvieron pendientes a través del MDT Aster y se escogieron las pendientes menores a 11° para el caso de estudio. Lo anterior se definió con base en la clasificación de pendientes para el cultivo de la yuca descrito en Ospina y Ceballos (2002): plano o casi plano (<4°); pendiente moderada (4°-14°) y pendiente empinada (>14°).

- Temperatura ambiente

La capacidad foliar y el crecimiento del esqueje de la planta están relacionados directamente con la temperatura del ambiente. La germinación más rápida ocurre en un rango de 28,5-30 °C y se inhibe cuando las temperaturas son superiores a 37-39 °C o inferiores a 12-17 °C; así, el crecimiento más vigoroso de los brotes ocurre entre los 30 y los 32,5 °C (Domínguez, 1983). En el caso de estudio, se eligió el rango de 27 a 30 °C como aquel que favorece el crecimiento del esqueje.



La temperatura ambiente fue determinada a través del procesamiento de 23 imágenes satelitales Landsat 5, mediante el cálculo de la radiancia de la banda térmica (6) y la temperatura ambiente de tres estaciones meteorológicas con procesos de control de calidad y llenado de datos (Sáez, 2011). Se realizó una correlación lineal entre los valores de radiancia y temperatura ambiente de las imágenes satelitales y se obtuvo la ecuación lineal $y = 3,1906x + 0,0156$. Esta ecuación se utilizó para la conversión de la radiancia a valores de temperatura ambiente.

Los criterios de áreas de inundación y margen de 2 km se usaron para delimitar la zona de estudio y, en esta, poder revisar las pendientes y las temperaturas favorables para el cultivo a través del análisis multicriterio que se realizó en cada una de las 23 imágenes

$$L = \left(\frac{LMAX - LMIN}{Qcalmax - Qcalmin} \right) * (Qcal - Qcalmin) + LMIN$$

Donde:

L = Radiancia [W/(m²srum)]

Qcal = Imagen DN

LMAX = Radiancia espectral escalada de acuerdo con el sensor [W/(m²srum)]

LMIN = Radiancia espectral escalada de acuerdo con el sensor [W/(m²srum)]

Qcalmin = Mínimo valor de pixel de la imagen

Qcalmax = Máximo valor de pixel de la imagen

Landsat 5. Como resultado, se adquirieron, para cada imagen, las zonas favorables para cultivar. Como último paso, se traslaparon las zonas de mayor ocurrencia en las 23 imágenes para obtener el área de optimización de los cultivos (figura 10). El procesamiento arrojó que la zona con mejor producción es la que se sitúa al este del río Amacayacu, zona que no pertenece a la comunidad y que está destinada para la construcción del proyecto Ecovía, que conectará al municipio de Puerto Nariño con la comunidad de San Martín de Amacayacu (figura 11).

De acuerdo con la cartografía comunitaria, en esta zona hay cultivos de yuca, de forma que poco importa que se sitúe por fuera del territorio de la comunidad. Sin embargo, existe el riesgo de desbordamiento durante el periodo de aguas altas, puesto que se encuentra localizada en la llanura de inundación del río Amacayacu. La utilización del sector es apreciada porque luego de cada crecida este se ve enriquecido con sedimentos. Esto puede ser también un factor limitante porque no se tiene certeza de cómo se va a presentar la inundación: en algunas ocasiones no alcanza los cultivos y en otras pueden durar sumergidos durante todo el periodo de aguas altas.

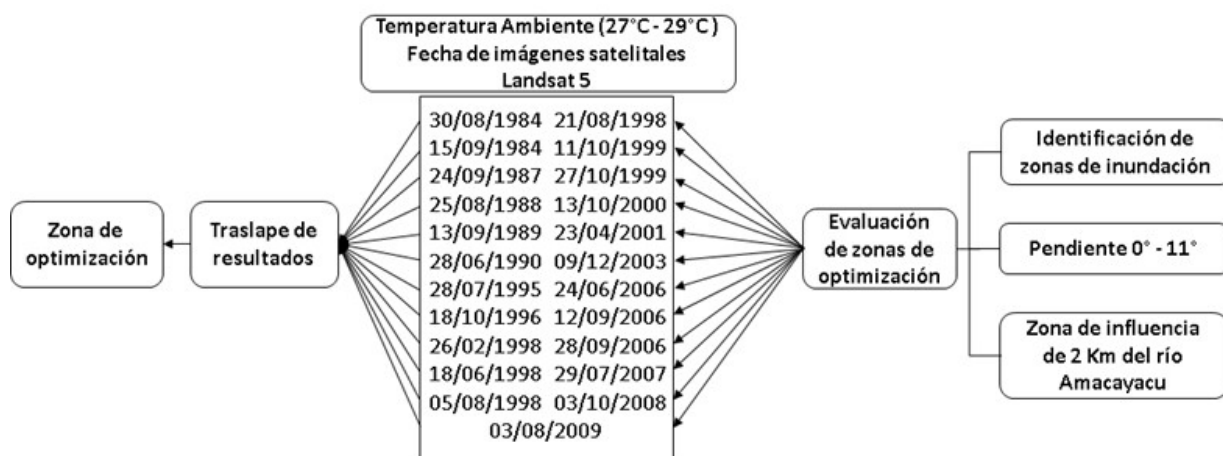


Figura 10. Flujo de trabajo para la obtención de la zona de optimización
Fuente: elaboración de los autores.

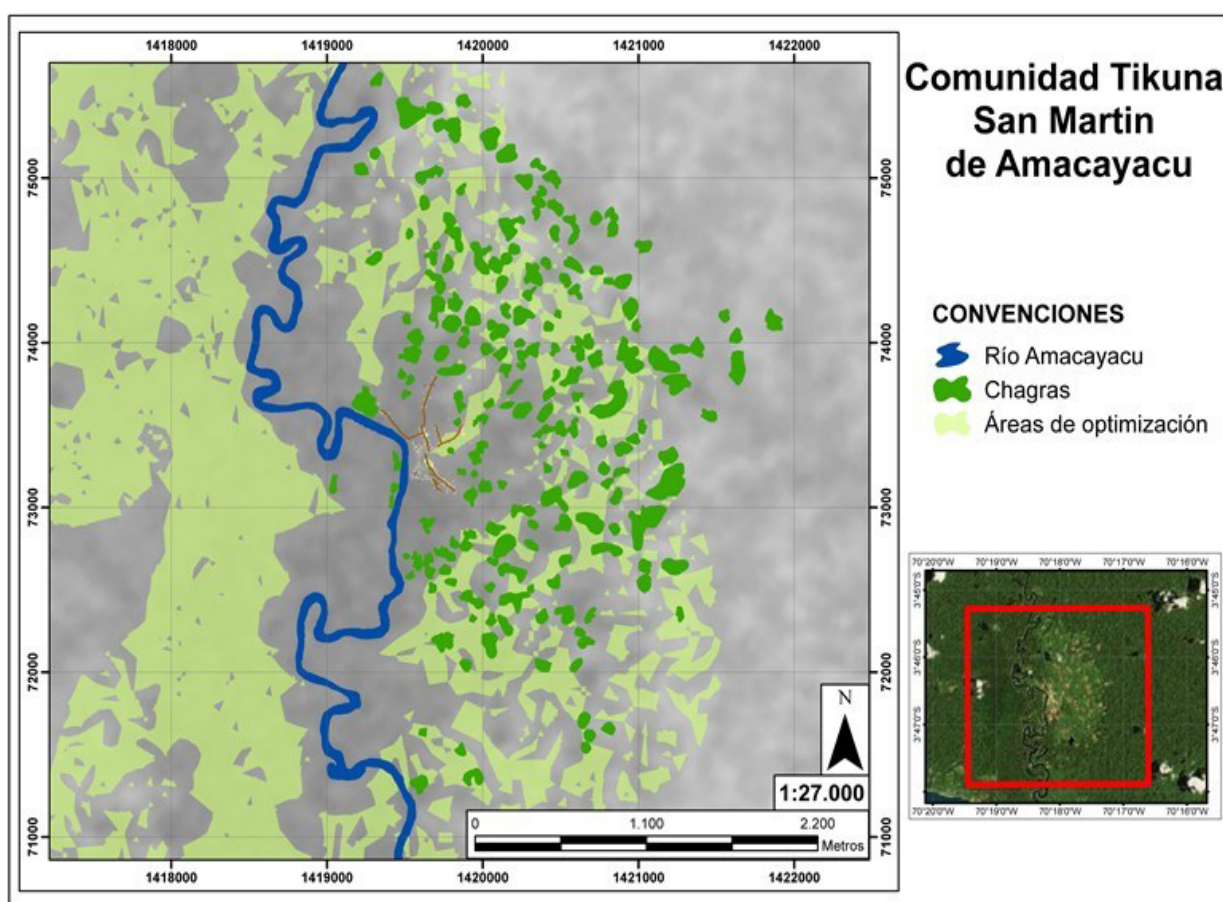


Figura 11. Zona de optimización de chagras
Fuente: elaboración de los autores.

Conclusiones

- El uso de drones permite gestionar y conocer de una manera más detallada el territorio y, en el caso específico de la comunidad Tikuna de San Martín de Amacayacu, facilitó el acercamiento desde otra perspectiva y evidenció la tendencia que se presenta en relación con el crecimiento de la comunidad, en particular en lo que hace referencia a la ubicación de las viviendas familiares.
- Con respecto a las chagras, fue posible proponer nuevas áreas de cultivo basándose en las características particulares asociadas a la producción de la yuca. Asimismo, fue posible observar el comportamiento que estas han tenido espacial y temporalmente durante un periodo de 20 años.
- Los productos cartográficos obtenidos de este ejercicio con el dron, sumados a los mapas digitales con los que cuenta la comunidad, han favorecido la creación de un canal de comunicación directo con el Estado colombiano, labor que antes se realizaba a través del Parque Nacional Natural Amacayacu, ya que este actuaba como un representante de la comunidad ante el Estado. Lo anterior ha beneficiado de forma similar el derecho hacia la autonomía y la autodeterminación indígena que promueve la Constitución colombiana.
- La adopción de las tecnologías de la información geográfica aplicadas en el proyecto ha motivado la recuperación del interés por la tierra y la generación de un interés creciente en el aprendizaje de estas técnicas, así como la recuperación de la confianza para proponer ideas a través de un lenguaje que les permite interactuar con los organismos del Estado, con organizaciones interesadas en la región y con las comunidades vecinas que reconocen el trabajo cartográfico que se ha realizado.
- Después de numerosos años de explotación de conocimientos en la comunidad de San Martín de Amacayacu, este proyecto asegura que la totalidad de la información recolectada ha sido puesta a disposición de la comunidad.
- El reto que se propone la comunidad es planificar a futuro su crecimiento teniendo en cuenta ciertas limitantes, como el acceso al agua y la ubicación de sitios importantes para ellos, como las áreas de cacería y los sitios sagrados, entre otros.
- En relación con las chagras, se propone un trabajo participativo y a largo plazo que integre los conocimientos tradicionales con las nuevas tecnologías de la información geográfica, enfocado hacia los nuevos retos que proponen el crecimiento demográfico y el interés productivo en las áreas de cultivo. Lo anterior en correspondencia con la preservación de la seguridad alimentaria de la comunidad.
- La comunidad de San Martín de Amacayacu es percibida desde la mirada estatal como una oferta turística, no se han tenido en cuenta las dinámicas sociales propias de los grupos étnicos y su apropiación del territorio como espacio de pensamiento y decisión, por lo cual se han creado proyectos y propuestas desenfocadas de la perspectiva Tikuna y esto puede generar fragmentación en la cultura. El encuentro entre la cartografía participativa y los vuelos no tripulados para la generación de herramientas que faciliten la toma de decisiones permite un primer acercamiento neutro y desinteresado que lleva a la comprensión de diferentes culturas que trabajan para un mismo objetivo.



Bibliografía

- Abbot, J., Chambers, R., Dunn, C., Harris, T., De Merode, E., Porter, G., Townsend, J. & Weiner, D. (1998). Participatory GIS: opportunity or oxymoron? *PLA Notes*, 33, 27-34. Recuperado de <http://pubs.iied.org/pdfs/G01796.pdf>.
- Acosta, L. & Mazorra, A. (2005). Enterramientos de masas de yuca del pueblo Ticuna. En: *La yuca es cosmología y ritual tikuna*. Leticia: Instituto SINCHI.
- Carrera-Hernández, J. J., Levresse, G., Lacan, P. & Aranda-Gómez, J. J. (2016). A low cost technique for development of ultra-high resolution topography : application to a dry maar's bottom. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, 33, 122-133.
- Coral, E. J. (2010). *Generación de modelos de elevación digital a partir de imágenes obtenidas desde vehículos aéreos no tripulados (UAVs)*. ISTAR-CIS1510AP03. Bogotá: Universidad Javeriana. Recuperado de http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS1510AP03/Entregables/Artículo_TG_ErickCoral.pdf.
- Domínguez, C. (1983). *Yuca: investigación, producción y utilización*. Programa de Yuca. Referencia de los cursos de capacitación sobre yuca dictados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT-PNUD. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/SB211.C4_Y85_Yuca_Investigaci%C3%B3n,_producci%C3%B3n_y_utilizaci%C3%B3n.pdf.
- Kakaes, K., Greenwood, F., Lippincott, M., Dosemagen, S., Meier, P., Wich, S. & Moores, J. (2015). *Drones and Aerial observation: New technologies for property rights, human rights, and global development. A Primer*. Nueva York: New America. Recuperado de <http://drones.newamerica.org/primer/>.
- Laborie, M. A. (2012). La era de los drones. *Atenea*, 41, 56-60. Recuperado de http://www.ieee.es/Galerias/fichero/revistas/ATENEA_EraDrones_MLI.pdf.
- Merlo, A. & Aliperta, A. (2015). *Levantamiento digital y modelación 3D*. Italia: Universita Degli Studi di Firenze. Recuperado de http://issuu.com/dida-unifi/docs/levantamiento_digital.
- Ospina, B. & Ceballos, H. (2002). *La yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54117>.
- Perilla, H. A. (2017). *Evaluación del pre procesamiento y procesamiento de imágenes adquiridas de plataformas aéreas remotamente tripuladas (ART) para la generación de insumos cartográficos en la actualización catastral, caso de estudio: municipio de Cabuyaro, departamento del Meta*. (Trabajo de grado). Facultad de Ingeniería, Ingeniería Catastral y Geodesia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11349/5436>.



- Poole, P. (1994). Geomatics: Who needs it? *Cultural Survival Quarterly Magazine*, 18-4. Recuperado de <https://www.culturalsurvival.org/publications/cultural-survival-quarterly/geomatics-who-needs-it>.
- Sáez, K. C. (2011). Impactos de las islas térmicas o islas de calor urbano en el ambiente y la salud humana. Análisis estacional comparativo: Caracas, octubre-2009, marzo-2010. *Terra Nueva Etapa*, XXVII(42), 95-122. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/721/72121706005.pdf>.
- I.A.S.S. (2008). *UAVs Beneficios & Límites*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/44631130/Dossier-UAV-Spanish-Version>.
- University of Alaska Fairbanks (UAF). (2017). *Alaska Satellite Facility*. Recuperado de <https://www.asf.alaska.edu/>.
- Vásquez, J. G. & Verschoor, G. (2011). *En defensa de lo propio. Hacia el perfeccionamiento de las relaciones entre el mundo Tikuna y el mundo occidental. San Martín de Amacayacu, Colombia*. Bogotá: XPress Editores S.A. Recuperado de www.tropenbos.org/file.php/671/finalcuerpoverschoor%20web%20002.pdf.

