






ORIGINAL

## Preparation of a thematic map of agroecological crops using Google Earth

### Elaboración de un mapa temático de los cultivos agroecológicos mediante el uso de Google Earth

Pedro Vélez Duque<sup>1</sup>  , Paulo Centanaro Quiroz<sup>1</sup>  , Juan Javier Martillo<sup>1</sup>  , Arturo Alvarado Barzallo<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Universidad Agraria del Ecuador, Facultad Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador.

**Citar como:** Vélez Duque P, Centanaro Quiroz P, Martillo JJ, Alvarado Barzallo A. Preparation of a thematic map of agroecological crops using Google Earth. Salud, Ciencia y Tecnología. 2024; 4:1018. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20241018>

Enviado: 19-01-2024

Revisado: 29-03-2024

Aceptado: 04-05-2024

Publicado: 05-05-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

#### ABSTRACT

In a context where agroecology has become an increasingly relevant alternative to promote sustainable and environmentally friendly agricultural practices, this project seeks to provide an efficient tool for mapping and visualizing agroecological crops in a specific geographic area, allowing farmers, researchers, and planners to evaluate and promote sustainable agricultural practices. This project will describe the methodology used for creating the thematic map, which will include data collection on agroecological crops through surveys and records, as well as the processing and analysis of this information within the Google Earth environment. The accuracy and reliability of the mapping technology used will be evaluated, ensuring that the results are dependable and precise. The obtained results will provide a clear and accessible visual representation of the spatial distribution of agroecological crops, thereby facilitating informed decision-making for agricultural planning and the promotion of sustainable practices. The ultimate goal is to contribute to the promotion and practical application of agroecology by providing a useful and easily accessible tool for mapping agroecological crops in a specific geographic area. The hope is to foster interest in sustainable agriculture and encourage the adoption of environmentally friendly practices in the agricultural sector, thus contributing to a more sustainable and equitable future in agriculture.

**Keywords:** Agroecology; Sustainable Agricultural Practices; Environment; Thematic Map; Agroecological Crops; Google Earth; Geographical Area; Sustainable Agriculture.

#### RESUMEN

En un contexto donde la agroecología se ha convertido en una alternativa cada vez más relevante para promover prácticas agrícolas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, esta publicación busca proporcionar una herramienta eficiente para mapear y visualizar los cultivos agroecológicos en un área geográfica específica, permitiendo a agricultores, investigadores y planificadores evaluar y promover prácticas agrícolas sostenibles. Este trabajo describirá la metodología utilizada para la elaboración del mapa temático, que incluirá la recolección de datos sobre cultivos agroecológicos mediante encuestas y registros, así como el procesamiento y análisis de esta información en el entorno de Google Earth. Se evaluará la precisión y fiabilidad de la tecnología de mapeo utilizada, asegurando que los resultados sean confiables y precisos. Los resultados obtenidos proporcionarán una representación visual clara y accesible de la distribución espacial de los cultivos agroecológicos, facilitando así la toma de decisiones informadas para la planificación agrícola y la promoción de prácticas sostenibles. Se tiene como finalidad contribuir a la promoción de la agroecología y su aplicación práctica, al proporcionar una herramienta útil y de fácil acceso para mapear los cultivos agroecológicos en un área geográfica determinada. Se espera fomentar el interés en la agricultura sostenible y fomentar la adopción de prácticas respetuosas con el medio ambiente en el sector agrícola, contribuyendo así a un futuro más sostenible y equitativo en el ámbito agrícola.

**Palabras claves:** Agroecología; Prácticas Agrícolas Sostenibles; Medio Ambiente; Mapa Temático; Cultivos Agroecológicos; Google Earth; Área Geográfica; Agricultura Sostenible.

## INTRODUCCIÓN

La agricultura sostenible ha ganado una creciente importancia en los últimos años, impulsando la necesidad de promover prácticas agrícolas que sean respetuosas con el medio ambiente y que fomenten el bienestar de las comunidades rurales. En este contexto, se plantea el presente trabajo, el objetivo de elaborar un mapa temático utilizando Google Earth que muestre la distribución y ubicación de los cultivos agroecológicos en la zona 5 de Ecuador.

La motivación detrás de esta investigación radica en la necesidad de generar conciencia sobre la importancia de la agricultura sostenible y proporcionar información relevante para agricultores, investigadores y la comunidad en general. A través de la utilización de Google Earth, se busca ofrecer una herramienta visual que permita identificar y comprender la diversidad de cultivos agroecológicos presentes en esta región.

Es importante destacar que este trabajo se centra específicamente en la zona 5 de Ecuador, lo cual limita la extrapolación de los resultados y conclusiones a otras regiones. Además, la disponibilidad de fuentes de información específicas sobre la distribución de los cultivos agroecológicos en esta área geográfica puede presentar limitaciones bibliográficas.

La metodología empleada en esta publicación implica una exhaustiva investigación que abarca la recopilación de datos sobre los cultivos agroecológicos en la zona 5 de Ecuador, así como el estudio de las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la agricultura. Google Earth Engine (GEE) se utilizará como la principal herramienta tecnológica para la creación del mapa temático.

Este trabajo tiene como objetivo elaborar un mapa temático utilizando Google Earth para mostrar la distribución y ubicación de los cultivos agroecológicos en la zona 5 de Ecuador. A través de esta investigación, se espera contribuir al conocimiento sobre la agricultura sostenible en la región y promover su importancia en la comunidad agrícola.

### Principales aplicaciones de los SIG y el uso Google Earth en la agricultura

Los sistemas de información geográfica (SIG) en la agricultura de precisión brindan a los operadores de maquinarias agrícolas la información necesaria para operar de manera eficiente. Esta información incluye datos sobre el terreno, la fertilidad y fumigación del suelo, la humedad ambiental y del suelo, los rendimientos y la presencia de plagas y enfermedades. Esta información es vital para respaldar la toma de decisiones y maximizar la eficiencia en las actividades agrícolas. (Arreaga, 2022).

A su vez, los sistemas de información geográfica (SIG) en la agricultura de precisión proporcionan a las maquinarias agrícolas la información necesaria para funcionar de manera eficiente. Esta información abarca aspectos como el terreno, la fertilidad del suelo, la humedad, los rendimientos y la presencia de plagas y enfermedades. Disponer de esta información respalda la toma de decisiones y permite aumentar la productividad y la eficiencia en la agricultura (Andres F Jimenez-Lopez, 2017).

Desde los años 1960 y 1970, el uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la agricultura ha impulsado investigaciones enfocadas en la eficiencia, la productividad, el ahorro de recursos y las mejoras económicas. Estas herramientas han permitido a los agricultores tomar decisiones informadas y precisas, contribuyendo así a un aumento en la producción agrícola. (Costales, 2018).

Los sistemas de información geográfica (SIG) y las tecnologías aplicadas a la agricultura son herramientas esenciales para abordar los desafíos actuales, como la creciente demanda de alimentos, la inestabilidad ambiental y los altos costos de producción. Estas tecnologías ofrecen la oportunidad de aumentar de manera sostenible la producción de alimentos, mejorando la eficiencia y la productividad agrícola para satisfacer las necesidades de una población mundial en constante crecimiento (Adrian Gonzalez, 2019).

La tecnología de sistemas de información geográfica (SIG) en la agricultura combina hardware, software e información para generar mapas y datos espaciales relevantes. Estos datos se recopilan de diversas fuentes y se procesan para su análisis y visualización, proporcionando información valiosa sobre el estado de los cultivos y otros factores importantes en la agricultura (EOS Data Analytics, 2023).

El uso de la tecnología GPS es una herramienta destacada para obtener información precisa en tiempo real y registrar ubicaciones exactas de interés en los Sistemas de Información Geográfica. Esto proporciona una base sólida para el análisis espacial, la planificación y la toma de decisiones en el ámbito agrícola (Ana Andreu, 2018).

La aplicación de técnicas geomáticas como la percepción remota (PR), los sistemas de información geográfica (SIG) y el geoposicionamiento global (GPS) tiene la ventaja de integrar información procedente de disciplinas

como climatología, edafología, agronomía, fisiología vegetal, entre otras (Pablo Romanos, 2018).

Los sistemas de información geográfica (SIG) en Internet ofrecen una amplia variedad de servicios y aplicaciones que permiten acceder rápidamente a información geoespacial de manera sencilla. Estas herramientas están diseñadas para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, proporcionando acceso a información geográfica relevante y facilitando la toma de decisiones informadas a través de las tecnologías de la información (Aeroterra, 2018).

Un sistema de información geográfica (SIG) es una herramienta que permite almacenar, organizar, analizar y presentar datos espaciales con referencias geográficas. Estos datos se pueden utilizar para crear mapas y capas temáticas que ofrecen una visualización y análisis integrado de los datos originales, mejorando así la comprensión y el aprovechamiento de la información geográfica (Eluniverso, 2008).

### **Descripción de la utilidad de Google Earth**

Google Earth Engine (GEE) ha sido utilizado para generar datos geográficos, a menudo a escala global, sobre diferentes temas como el monitoreo de vegetación y bosques, el mapeo de aguas superficiales, la detección de islas de calor, de minas, de incendios, etc. La rápida transformación de la superficie terrestre a causa de las actividades antrópicas impulsa a las compañías Google Inc. y Mountain View a crear en el año 2007 una plataforma tecnológica online llamada Google Earth Engine, una versión más sofisticada, avanzada y robusta que Google Earth (Kumar L. &, 2018).

Google Earth Engine (GEE) es una plataforma tecnológica gratuita basada en tecnología “nube” para el análisis de datos ambientales (Niklas Schmid, 2018). Permite estudiar fenómenos ocurridos en la superficie de la Tierra a escala planetaria y cuenta con una amplia cobertura de datos actuales e históricos multidisciplinarios. Su objetivo principal es la preservación de los recursos naturales. Adicionalmente, reúne más de 40 años de imágenes satelitales mundiales y proporciona desde las herramientas hasta la potencia computacional necesaria para analizar y explotar dicho vasto almacén de datos (ANDRADE, 2018).

Principalmente, Google Earth Engine (GEE) se enfoca en el desarrollo de algoritmos interactivos a escala global, lo que representa un sustancial avance en el manejo hábil de datos con alto impacto en la ciencia de la teledetección, así como en la identificación de los desafíos globales que involucran grandes conjuntos de datos geoespaciales (Anaya, 2018).

Esta aplicación difiere de Google Earth Engine (GEE) principalmente porque brinda al desarrollador la posibilidad de procesar, analizar y gestionar los datos espaciales requiriendo únicamente una conexión a internet estable. Además, permite dar seguimiento al entorno de forma remota poniendo a disposición un modelo digital y dinámico del planeta que se actualiza diariamente (Massey, 2018).

De este modo Google Earth Engine (GEE) es una muestra clara del potencial obtenido al combinar la creación de visores con la incorporación de imágenes satelitales y datos vectoriales, así como, diferentes tipos de algoritmos que permiten el procesado de información espacial para una rápida y eficiente toma de decisiones (Kumar L. &, 2018).

### **Herramientas que utiliza Google Earth (GEE)**

El objetivo de los mapas es comunicar conceptos geográficos, siendo tarea de los cartógrafos la simbolización de datos y fenómenos geográficos como la orientación o la inclusión de escalas de medida. Por otro lado, se ha comprobado que las personas según los diferentes niveles de instrucción y edad asimilan los documentos cartográficos con diferentes niveles de complejidad. Esta evidencia, añadida al hecho de que ahora disponemos de una distribución multimedia de la cartografía en la televisión, en la Red, y en dispositivos portátiles, ha sido una llamada de atención sobre la importancia que tienen en la Enseñanza Secundaria Obligatoria. Su inclusión en el currículo responde a las necesidades reales del alumnado, a sus intereses y habilidades para interpretar la información transmitida por diversos medios (Smichowski, 2022).

Los conceptos tradicionales de situación, orientación, escala, toponimia y volumen de información temática asociada continúan siendo centrales en la producción de mapas, incluso tras la llegada de herramientas tipo Google. Uno se cuestiona si con herramientas cartográficas online debería ponerse más empeño en el hecho de que pueden proporcionar información completa y exacta, aunque algunas veces a expensas de los buenos principios cartográficos en el diseño de los mapas. Este cuestionamiento solo podría ser válido en el caso en que las áreas a cartografiar están localizadas en zonas donde el acceso a mapas actualizados es prácticamente nulo (Revuelto, 2021).

(Revuelto, 2021) nos dice en qué medida Google Earth resuelve los elementos básicos que sustentan los documentos cartográficos:

- Localización de un punto: Se determina igual que en los mapas convencionales, mediante su posición relativa en un sistema de coordenadas cartesianas. Las coordenadas geográficas (latitud y longitud) están descritas en: grados, minutos y segundos (DMS); grados decimales (DDD); grados y minutos con segundos decimales (DMM); y en coordenadas UTM. Cuando está desplegada una imagen en Google Earth la

información de la coordenada central aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla. Si se desplaza el puntero sobre algún punto específico de la escena la coordenada se actualiza. Dicha coordenada posee dos componentes, y se expresa en la forma de grados, minutos y segundos, seguida de la latitud (Norte o Sur), para el primer componente, y de la longitud, para el segundo (Este y Oeste). Google Earth permite cambiar fácilmente la orientación respecto al norte magnético. Esto es especialmente relevante, porque permite modificar el punto de vista del observador y analizar fenómenos naturales o hechos humanos como el poblamiento o el hábitat, en los que una determinada orientación explica su emplazamiento o desarrollo posterior.

- La escala: se ha resuelto de forma excepcional pues el programa permite aumentar o disminuir el nivel de resolución de la información desplegada, con lo cual es posible alternar entre diferentes escalas cartográficas. Pero además esta propiedad es dinámica, ya que se actualiza sincrónicamente con cualquier desplazamiento. La escala dinámica, por su naturaleza variable y su representación en pantallas de diverso tamaño, se asocia a una escala gráfica (que aparece en la parte inferior izquierda de la pantalla) en la que se consigna el dato de la distancia correspondiente en metros. Esta escala permite establecer rápidamente equivalencias entre los elementos morfológicos y el tamaño real en el terreno. La escala debe estar determinada por el fenómeno objeto de estudio. Es recomendable utilizar varias escalas para visualizar los elementos que interesan y para apreciar diferentes matices de su expresión y configuración territorial. La resolución propuesta para cada escala no es homogénea, de tal manera que la aplicación de una misma escala en diferentes lugares no garantiza necesariamente que se tenga la misma resolución de ellos. En todo caso, conviene advertir que a veces la fecha de las imágenes de satélite que se encuentran en Google Earth es distinta a diferentes alturas.

- Google Earth Engine (GEE): admite diversos tipos de mirada sobre el paisaje, sus posibilidades de visualización superan la vista ortogonal con la que está realizada la cartografía convencional, permitiendo además de ésta, otras que varían en su grado de inclinación hasta llegar a una visión horizontal del paisaje. Cada una de ellas permite observar aspectos distintos de la realidad terrestre. La visión vertical ubica al sujeto que mira fuera del espacio en cuestión, en un punto privilegiado de la observación. Las perspectivas oblicuas ofrecen la posibilidad de percibir las deformaciones del relieve, ya que el programa incorpora un modelo de geoide del planeta, el cual posee los rasgos generales de las alturas del terreno. En el extremo opuesto de la mirada vertical tenemos la visión desde abajo, el ojo horizontal sitúa al que mira cerca de lo que observa, proponiendo la producción de paisajes. Se puede concluir que las informaciones son complementarias. Entendemos más de la realidad cuándo vemos su conjunto y su complejidad a distintas escalas. Las imágenes son percibidas por un observador que las carga de significados. Para percibir un paisaje es preciso construirlo a partir de la visión subjetiva. Así lo ponen de manifiesto los estudios sobre percepción del medio y comportamiento geográfico.

- Tecnología Nube o “Cloud Computing”: La nube informática no es un producto, es un modo de transmisión y almacenaje de datos. Es un paradigma que permite un acceso universal y práctico a la demanda de una red compartida y a un conjunto de fuentes informáticas configurables como Google Earth Engine, que pueden estar aprovisionados y liberados con un mínimo de administración (NIST, 2018).

- Big Data / Escala Petabyte: En español el concepto de Big Data se traduce a grandes volúmenes de datos. Es un término evolutivo que describe una cantidad voluminosa de datos estructurados y estandarizados con el potencial de ser extraídos para obtener información en base a su análisis (Ramírez Navia, 2018).

- Computation Engine: Se traduce al español como Motor de Cómputo. Computation Engine es el poder computacional obtenido por un grupo o conglomerado de ordenadores unidos entre sí usualmente por una red de fibra a nivel mundial que se comportan como si fuesen una única computadora permitiendo realizar análisis de varios conjuntos de datos en el menor tiempo posible. Su velocidad y potencia radican en los súper computadores de Google, mismas que distribuyen entre sí las operaciones y los algoritmos de cálculo (Díaz Hormazábal, 2018).

- Lenguaje de programación JavaScript: El JavaScript es un lenguaje sencillo de programación. Proviene del Java y se utiliza principalmente para la creación de páginas web, sin embargo, también ha sido ampliamente utilizado en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y en distintas tecnologías de la información con el objetivo de crear algoritmos y comandos que ejecuten análisis geoespaciales específicos. Está conformado por Scripts o Comandos que pueden ser ejecutados ya sea dentro de navegadores web o dentro de aplicaciones como Google Earth Engine (Kumar L. &., 2018); este último utiliza el lenguaje de JavaScript para desarrollar cálculos, análisis y visualizaciones; pese que GEE soporta también lenguaje de programación Python, está mejor adaptado a JavaScript por lo tanto es más amigable con el usuario.

### **Mapeo de alta resolución de las superficies de aguas globales y sus cambios a largo plazo**

El Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, conocido por sus siglas en inglés como JRC (Joint Research Centre), ha usado Google Earth Engine (GEE) para crear mapas de alta resolución de las superficies de aguas en el mundo, lo que permite evidenciar sus cambios, estacionalidad, recurrencia y transiciones. Para ello se utilizaron más de tres millones de imágenes Landsat tomadas durante un periodo de 30 años con resolución de 30 metros. Estas fueron procesadas y clasificadas para detectar cuerpos de agua permanentes o estacionales y observar los cambios temporales en dichos cuerpos. Se calcula que una computadora individual habría demorado 1212 años para llevar a cabo este procesamiento, mientras que, con la capacidad de procesamiento paralelo de Google Earth Engine (GEE), se logró en apenas 45 días (Perilla G. A., 2020).

Para alcanzar el objetivo, se utilizaron 64254 muestras de entrenamiento obtenidas con interpretación visual y repartidas en 9149 imágenes en todo el mundo y para todas las fechas. Estos datos se usaron para entrenar un sistema experto, basado en la información espectral, y variables auxiliares como altimetría para clasificar la totalidad de las imágenes del mundo. Para evaluar el mapa obtenido, se usaron 40 124 puntos de validación repartidos en los 30 años y en todo el mundo, los cuales fueron evaluados visualmente con imágenes de alta resolución. El resultado final arrojó un error de omisión menor a 5 % y de comisión menor al 1 % (Vasconcelos, 2019).

Estos mapas son de enorme ayuda para poder identificar cuerpos de agua de forma rápida y eficiente y, a su vez, poder entender los cambios de estos en el marco del cambio climático global y diseñar políticas para la seguridad hídrica.

### **Global Forest Change**

Otra importante base de datos obtenida con GEE es el Global Forest Change, que consiste en una serie de mapas digitales globales, con resolución de 30 m, que para el periodo 2000- 2012 indican las áreas forestales, la proporción de cobertura arbolada y las áreas que presentaron procesos de reforestación (ganancia forestal) y deforestación (pérdida). Recientemente, el periodo de análisis se extendió hasta 2018 para algunos temas (deforestación). Para elaborar la cartografía se analizaron 654 178 imágenes Landsat 7, las cuales fueron remuestreadas, corregidas radiométricamente y filtradas (presencia de nubes) para generar diferentes métricas de series de tiempo, que sirvieron para clasificar las imágenes con un algoritmo de árbol de decisión. De acuerdo con la evaluación realizada por los autores, la base de datos es confiable. Por ejemplo, la clase “pérdida forestal” presenta errores de omisión y comisión de orden de 13% (Perilla G. A., 2020).

### **Mapbiomas**

A nivel nacional otra iniciativa interesante, basada en GEE, es el proyecto brasileño Mapbiomas que consiste en elaborar cartografía anual de las cubiertas del suelo de los biomas de Brasil para el periodo 1985-2018. La elaboración de los mapas se basa en la clasificación de imágenes Landsat con el algoritmo de árboles de decisión Random Forest. Estas series de tiempo cartográficas permite entender los procesos de cambio a través del análisis de las trayectorias de uso/cubiertas observadas a lo largo del periodo de más de 30 años (Rocha, 2019).

### **Mapeo de la agricultura protegida (Perilla & Mas, 2019)**

Recientemente, (Perilla G. & Mas, 2019) presentaron un mapa de alta resolución de la agricultura protegida en México que emplee plásticos (túneles e invernaderos). Este mapa se obtuvo a través del procesamiento de imágenes de Sentinel-2 y puede usarse para un sistema de monitoreo de la agricultura protegida.

Hay una larga historia en el uso de los datos satelitales de Google Earth para el monitoreo agrícola tales como:

- Condiciones de cultivos y estimación de sus rendimientos.
- Comprensión de los impactos de los eventos extremos en la agricultura.
- Apoyo a decisiones en mercados y seguridad alimentaria.

Pero, tenemos vacíos en varios lugares - incluyendo a las Américas:

- AMA (Agricultural Monitoring in the Americas) está enfocando en abordar las prioridades y los retos de sus participantes en las Américas.
- Necesitamos entender mejor como usar los datos satelitales en estos paisajes.

### **Lista estructurada de los usos y aplicaciones de Google Earth en la agricultura, topografía, edafología y ciencias afines**

- Agricultura de precisión: Google Earth proporciona imágenes satelitales y vistas aéreas de alta resolución que permiten a los agricultores monitorear y gestionar sus cultivos de manera más eficiente. Algunas aplicaciones específicas incluyen:

- a) Detección de estrés de cultivos: Las imágenes de Google Earth se pueden utilizar para identificar áreas de cultivo con estrés hídrico, deficiencias nutricionales u otras condiciones

adversas.

b) Delimitación de parcelas: Los agricultores pueden utilizar Google Earth para delimitar y mapear sus parcelas de cultivo, lo que facilita la planificación y el seguimiento de las actividades agrícolas.

c) Gestión de riego: Al combinar los datos de Google Earth con información sobre el suelo y las necesidades hídricas de los cultivos, los agricultores pueden optimizar el riego y reducir el consumo de agua.

- Planificación y diseño del paisaje: Los profesionales de la topografía y el diseño del paisaje pueden utilizar Google Earth para obtener datos geoespaciales y visualizar terrenos en 3D. Esto les permite realizar análisis de pendientes, mediciones de distancias y alturas, y crear representaciones visuales realistas.

- Estudio de suelos: Google Earth proporciona información detallada sobre la superficie terrestre y las características del suelo. Los expertos en edafología pueden utilizar esta plataforma para identificar diferentes tipos de suelos, evaluar su calidad y distribución, y planificar estrategias de manejo de suelos.

- Cartografía y análisis de cobertura terrestre: Los científicos y expertos en ciencias ambientales pueden utilizar Google Earth para cartografiar y analizar la cobertura terrestre. Esto incluye la identificación de áreas forestales, mapeo de humedales, seguimiento de cambios en el uso del suelo y evaluación de impactos ambientales.

- Monitoreo de recursos naturales: Google Earth facilita el monitoreo de recursos naturales como la deforestación, la erosión del suelo, la calidad del agua y la urbanización. Los datos proporcionados por la plataforma pueden ayudar a los investigadores y planificadores a comprender los cambios en los ecosistemas y tomar medidas adecuadas para su conservación.

- Educación y divulgación científica: Google Earth es una herramienta poderosa para la educación y divulgación científica. Los educadores pueden utilizar esta plataforma para enseñar conceptos geográficos, estudiar fenómenos naturales y mostrar ejemplos prácticos de aplicaciones científicas en la agricultura, topografía, edafología y ciencias afines.

Es importante tener en cuenta que la lista anterior no es exhaustiva y que las aplicaciones de Google Earth en estos campos son continuamente exploradas y desarrolladas por profesionales e investigadores. La tecnología geoespacial, como Google Earth, ofrece una amplia gama de posibilidades para mejorar la comprensión y la gestión de nuestro entorno natural (Perilla G. &.-F., 2019).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Tipo de investigación

Se realizará de modo bibliográfico con objetivos que se responderán a base de información mediante el análisis de datos.

Se utilizarán los siguientes tipos de investigación:

- Investigación descriptiva: Se realizará un análisis detallado de las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la agricultura, para establecer los fundamentos y objetivos de la investigación.

- Investigación aplicada: Este trabajo proporcionará conocimientos sobre el uso de Google Earth en la agricultura, con el objetivo de resolver problemas prácticos en la vida cotidiana de los agricultores de cultivos agroecológicos.

- Investigación documental: Se recopilará, analizará y presentará información a partir de diversas fuentes bibliográficas para respaldar el desarrollo de la publicación.

Los tipos de métodos a utilizar son:

- El método deductivo: La presente publicación se llevará a cabo por la necesidad de obtener conclusiones lógicas y válidas a partir de un conjunto dado de premisas o proposiciones.

- El método inductivo: Se empleará para recopilar observaciones y registros de información relevantes que respalden la identificación de los principales cultivos agroecológicos de Ecuador.

### Recursos Bibliográficos

Los recursos que se utilizaron en la investigación fueron:

- Biblioteca de la Universidad Agraria del Ecuador.
- Artículos científicos
- Tesis de grados.
- Páginas Web.

## Recursos Humanos

Los recursos humanos que se utilizaron fueron:

- Autor/Docente de la Universidad Agraria del Ecuador

## Técnicas

La técnica de investigación aplicada en este trabajo fue la aplicación de normas y formato para presentar publicaciones científicas donde se dio a conocer cómo se agregan las citas, donde buscar información confiable, el uso de sinónimos y la ortografía correcta, el citar en normas APA, todas estas herramientas permitieron la realización de esta investigación y así obtener más conocimiento sobre el tema que se trabajó. Esta propuesta se realizó mediante la investigación científica descriptiva, práctica e investigativa.

## RESULTADOS

La elaboración del mapa temático de los cultivos Agroecológicos en el Campo Experimental “El Misionero” en Google Earth para delimitar los perímetros de cultivo y dividirlo en parcelas es un proceso sencillo si se sigue una metodología adecuada. Se deben seguir los siguientes pasos:

- **Recolección de datos:** Lo primero que se realizó fue obtener la información necesaria sobre los cultivos agroecológicos del campo experimental “El Misionero” y sus ubicaciones. Puedes obtener estos datos de diferentes fuentes, como mapas en papel, imágenes satelitales, registros de parcelas, etc. Si tienes acceso a imágenes satelitales actualizadas, será la mejor opción para obtener información precisa.
- **Localiza los límites de los cultivos:** Utilizamos la herramienta búsqueda en Google Earth para localizar el área en la que se encuentra el campo experimental “El Misionero” y los cultivos que delimitamos.
- **Añadir capa de superposición:** En Google Earth, agregamos una superposición de imagen para tener una referencia de los límites de los cultivos agroecológicos. Haciendo clic en “Añadir” en el menú lateral izquierdo y seleccionando “Imagen superpuesta”.
- **Ajusta la imagen superpuesta:** Alineamos la imagen superpuesta con la ubicación de los cultivos agroecológicos. Se debe ajustar la transparencia para ver tanto la imagen superpuesta como el mapa de Google Earth.
- **Dibuja los perímetros:** Utilizando la herramienta de “Polígono” en Google Earth dibujamos el perímetro de cada cultivo agroecológico. Seleccionando la opción “Agregar polígono” en el menú superior y, a continuación, damos clic en los puntos que marcarán el contorno del cultivo. Puedes ajustar la forma del polígono haciendo clic en los puntos y arrastrándolos para obtener una delimitación precisa de esta manera delimitamos las 9 parcelas de cultivos agroecológicos.
- **Etiqueta y documenta:** Luego etiquetamos los polígonos que delimitan las nueve parcelas con información relevante, como el tipo de cultivo y su área correspondiente. Para hacerlo, seleccionamos el polígono y damos clic con el botón derecho del mouse. Luego, seleccionamos “Propiedades” y agregamos la información en el cuadro de diálogo que aparece.
- **Guarda y comparte:** Una vez ya que ya delimitamos las nueve parcelas de cultivos agroecológicos y añadido la información necesaria, guardamos el mapa para futuras referencias. Lo hacemos seleccionando “Archivo” en la parte superior izquierda y luego “Guardar”. Puedes guardar el mapa como un archivo KML o KMZ.
- **Actualización y revisión:** Ten en cuenta que los cultivos pueden cambiar con el tiempo, por lo que es recomendable revisar y actualizar el mapa periódicamente.

En la siguiente tabla 1 se describen diversas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el ámbito agrónomo. A través de estas herramientas geoespaciales, se logra una representación gráfica y precisa de la información geográfica relacionada con los cultivos, facilitando así la planificación y gestión en el sector agrícola.

Tabla 1. Principales usos de Google Earth en la agricultura

Aplicaciones	Descripción	Ejemplo
Localización en punto	Es una ubicación específica identificada por coordenadas geográficas (latitud y longitud), es útil para la navegación y cartografía gracias al GPS y otras tecnologías.	Grados, minutos, segundos
La escala	El programa permite ajustar la resolución de la información con una escala dinámica actualizada. La escala gráfica muestra la distancia en metros para establecer equivalencias en el terreno.	Escalas cartográficas, Escalas dinámicas
Google Earth Engine (GEE)	El programa ofrece diversas perspectivas del paisaje que complementan la visión convencional, enriqueciendo la comprensión del entorno geográfico por parte del observador.	Visualización geográfica

Tecnología Nube	La nube informática es un paradigma que facilita el acceso a datos y recursos compartidos, como Google Earth Engine, sin requerir una administración complicada.	Almacenamiento escalable
Big Data	Termino evolutivo que se refiere a una gran cantidad de datos estructurados y estandarizados que pueden ser analizados para obtener información significativa	Análisis predictivo
Computation Engine	El Computation Engine es un poder computacional global de Google, que une múltiples ordenadores para realizar análisis de datos en tiempo récord.	Procesamiento masivo
Lenguaje de programación JavaScript	JavaScript es un lenguaje de programación sencillo usado en páginas web y para análisis geospaciales en tecnologías de la información, como Google Earth Engine.	Interactividad web

Fuente: (Velez, 2023)

### Análisis de las ventajas que se tienen al usar los SIG con Google Earth en la agronomía

La tabla de análisis a continuación destaca las ventajas y beneficios del uso de tecnologías geospaciales en el ámbito agrícola. Estas herramientas permiten la integración de datos geográficos y agronómicos, optimizando las prácticas agrícolas y facilitando la detección temprana de problemas.

A través de esta tabla, se podrá apreciar de manera concisa cómo los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y tecnologías similares se han convertido en aliados fundamentales para una agricultura más eficiente, sostenible e innovadora.

Tabla 2. Ventajas que se tienen al usar el SIG con Google Earth en la agricultura

Ventajas	Descripción
Integración de Datos Geospaciales y Agronómicos	Combina información geográfica y datos agronómicos para facilitar el análisis y la toma de decisiones en el manejo de cultivos.
Optimización de Prácticas Agrícolas	Utiliza el análisis geoespacial para identificar zonas de mayor potencial productivo y mejorar las prácticas agrícolas mediante intervenciones específicas.
Detección Temprana de Problemas Agrícolas	Emplea SIG y Google Earth para detectar rápidamente plagas, enfermedades o estrés hídrico en los cultivos y tomar medidas preventivas.
Comunicación y Colaboración en el Ámbito Agrícola	Facilita la comunicación y el intercambio de conocimientos entre agricultores, investigadores y autoridades agrícolas mediante plataformas como Google Earth.
Seguimiento y Evaluación de Prácticas Agrícolas	Permite un seguimiento global de la distribución de cultivos y evaluar prácticas agrícolas a lo largo del tiempo para una agricultura más sostenible.

Fuente: (Velez, 2023)

El objetivo General de este trabajo fue Elaborar un mapa temático de los cultivos Agroecológicos en el Campo experimental "El Misionero" situado en Milagro vía Naranjito, y de esta forma poder demostrar lo útiles que son los SIG (Sistemas de información geográfica) en la agricultura.

Este mapa fue elaborado con el sistema de información Geográfica (SIG) Google Earth, es una aplicación gratuita que puede servir de mucha utilidad en la agricultura para poder tener un manejo más controlado de la distribución de una hacienda teniendo una perspectiva aérea del lugar por eso en este trabajo demostramos una de sus utilidades elaborando un mapa temático de los cultivos agroecológicos situados en el Campo Experimental "El Misionero" donde pudimos delimitar el área total del lugar que en total tiene una extensión de 4,26 hectáreas en las cuales encontramos 9 parcelas de cultivos Agroecológicos entre los cuales tenemos dos parcelas de Maíz una con una extensión de 0,41 hectáreas y otra parcela de 0,42 hectáreas una parcela de Pimiento de 0,26 hectáreas, una parcela de tomate de 0,27 hectáreas, una parcela de zucchini de 0,21 hectáreas una parcela de zanahoria de 0,22 hectáreas, una parcela de coco de 0,27 hectáreas, una parcela de banano de 0,61 hectáreas y una parcela de mango de 0,37 hectáreas, dándonos como resultado un área cultivada total de 3,04 hectáreas. (figura 1) (Velez, 2023)

De esta manera con este trabajo experimental demostramos uno de los múltiples usos de los SIG en la agricultura y dar a conocer que pueden llegar a ser muy útiles para llevar a cabo una agricultura de precisión estas herramientas pueden ser utilizadas para varias fases de un cultivo como es la planificación de un proyecto agrícola dividiendo las parcelas y áreas asignadas a ciertas actividades, y de esta manera tener una perspectiva más clara de cómo se va llevar a cabo dicho proyecto ya que vamos a poder ver varios factores como que parcelas de una hacienda están cultivadas o no, áreas donde el cultivo se encuentre en una fase más avanzada



que en otras, también podemos clasificar según los tipos de suelos que se encuentren ya que si es una extensión grande de terreno podemos llegar a encontrar varios tipos de suelo así que este también es un punto que podemos llegar a clasificar, esos son ejemplos de las utilidades que tienen los SIG en la agricultura cabe aclarar que existen muchas utilidades más.

Este trabajo demostró cómo los Sistemas de Información Geográfica (SIG), en este caso representado por Google Earth, pueden ser herramientas valiosas para mejorar la gestión y planificación de actividades agrícolas, ofreciendo una visión detallada del terreno, los cultivos y otros factores relevantes para lograr una agricultura eficiente y sostenible. (figura 1)



Figura 1. Mapa de los cultivos agroecológicos del campus El Misionero  
Fuente: (Vélez, 2023)

## CONCLUSIONES

Los Sistemas de información geográfica (SIG) como lo es Google Earth, son unas herramientas tecnológicas poderosas que brinda acceso a datos geográficos a escala global, permitiendo análisis ambientales y facilitando la preservación de recursos naturales. Su amplia cobertura de imágenes satelitales y el uso de algoritmos interactivos hacen que sea una herramienta valiosa para tomar decisiones informadas en diversos campos.

La integración de datos geospaciales en la agronomía, ofrece un enfoque innovador y poderoso para la gestión agrícola. Mediante el uso de tecnologías como Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Google Earth, se pueden optimizar las prácticas agrícolas, detectar problemas tempranamente y promover la colaboración entre agricultores e investigadores.

En conclusión, el uso de Google Earth en la identificación de cultivos agroecológicos en el Campus Experimental El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador ha demostrado ser una herramienta poderosa y efectiva. La integración de esta tecnología en el manejo agronómico ha permitido delimitar con precisión el perímetro de cada cultivo, facilitando el monitoreo y análisis de datos geospaciales.

## REFERENCIAS

1. Adrian Gonzalez, G. A. (12 de Noviembre de 2019). Drones aplicados a la agricultura de precision. Obtenido de Obtenido de Drones aplicados a la agricultura de precision: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e->

2. Adrian, B. R. (21 de 12 de 2019). repositorio.utmachala.edu.ec. Obtenido de repositorio.utmachala.edu.ec: [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2008/1/CD773\\_.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2008/1/CD773_.pdf)

3. Aeroterra. (20 de Noviembre de 2018). Agricultura gestionada de forma inteligente. Obtenido de Agricultura gestionada de forma inteligente: <https://www.aeroterra.com/es-ar/industrias/recursos-naturales/segmentos/agricultura/descripcion-general>
4. Agila, S. B.-C. (2018). Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur del Ecuador. Obtenido de Bosques Latitud Cero, 8(2).: <http://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/490>
5. Agrocalidad. (2021). Boletín informativo producción orgánica 2020-2021. Guayaquil: Agencia de Regulación y control Fito y zoonosanitario.
6. Agüera Vega, J. &. (27 de 12 de 2018). Agüera Vega, J., & Pérez Ruiz. Obtenido de Agüera Vega, J., & Pérez Ruiz: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/43431/agriprecision.pdf>
7. Altohía, C. (18 de Noviembre de 2018). [www.clubensayos.com](http://www.clubensayos.com). Obtenido de [www.clubensayos.com](http://www.clubensayos.com): <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Produccion-De-Tamarindo-En-El-Ecuador/1267509.html>
8. Álvarez, T. B. (2018). Solución para tomate. Obtenido de Agro Bayer Ecuador: <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/tomate.html#:~:text=En%20el%20país%20hay%203,de%20Azuay%2C%20Imbabura%20y%20Carchi>
9. Ana Andreu, E. C.-D. (1 de Enero de 2018). Teledetección para agricultura. Obtenido de Teledetección para agricultura: <https://savannahwatch.cc/wp->
10. Anaya, J. A. (2018). Identificación de áreas quemadas mediante el análisis de series de tiempo en el ámbito de computación en la nube. Revista de la Asociación Española de Teledetección, 61-73.
11. ANDRADE, A. P. (2018). ANÁLISIS DE LA DINÁMICA TEMPORAL DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI) PARA LOS AÑOS 1986, 2001 Y 2017 EN LA RESERVA ECOLÓGICA COTACACHI CAYAPAS, IMBABURA, MEDIANTE EL USO DE GOOGLE EARTH ENGINE. Quito: PUCE.
12. Andres F Jimenez-Lopez, F. R.-L. (14 de Abril de 2017). Software para el estudio de coberturas vegetales con conceptos de agricultura de precisión. Obtenido de Software para el estudio de coberturas vegetales con conceptos de agricultura de precisión: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/ingeniomagno/article/view/1034/9>
13. Arreaga, P. R. (10 de Octubre de 2022). Evaluación del riesgo químico en fumigaciones agrícolas con dron y mejoramiento del ambiente de trabajo. Obtenido de Evaluación del riesgo químico en fumigaciones agrícolas con dron y mejoramiento del ambiente de trabajo: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52479/3/T->
14. Camacho, B. I. (2022). El cultivo del ciruelo japonés: situación, variedades y perspectivas. DOSIER. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10532/6160>
15. Carriel Carrasco, I. Y. (21 de 4 de 2019). Rendimiento de tres variedades de Zucchini. Obtenido de Soberanía alimentaria y acceso a semillas hortícolas en el Ecuador. LA GRANJA: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3146>
16. Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. (2018). Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación. Obtenido de ¿Cuál es el propósito de la Investigación Aplicada?: <http://www.duoc.cl/biblioteca/crai/definicion-y-proposito-de-la-investigacion-aplicada>
17. Cevallos Suarez, M. U. (09 de 2019). Dialnet. Obtenido de Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio.: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7026742.pdf>
18. CIAO. (2020). Ecuador: 3 Jornadas Virtuales para promover el consumo de alimentos orgánicos. Machala: Comisión Interamericana de Agricultura Orgánica.
19. Costa, J. (2018). Cultivo de pimiento para pimentón. Obtenido de Cultivo de pimiento para pimentón.

Edición de Horticultura, 85, 91.: <http://www.horticom.com/tematicas/pimientos/pdf/capitulo11.pdf>

20. Costales, G. A. (30 de Octubre de 2018). Tesis\_GCostales.pdf. Obtenido de Tesis\_GCostales.pdf: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19825/1/CD-9229.pdf>

21. Cruz, O. (2018). El cultivo del maíz. Obtenido de El cultivo del maíz. Manual para el cultivo del maíz en Honduras.: <https://dicta.gob.hn/files/2017-El-cultivo-del-maiz,-g.pdf>

22. Díaz Hormazábal, I. &. (2018). Geomática en la nube, oportunidades y desafíos para el monitoreo de ecosistemas en el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE). Conservación, gestión y manejo de áreas silvestres protegidas.

23. El Universo. (18 de Febrero de 2022). Ecuador registra más de 9.000 productores orgánicos, según Agrocalidad. El universo, págs. 13-14.

24. Elena, P. d. (17 de julio de 2017). repositorio.upse.edu.ec. Obtenido de repositorio.upse.edu.ec: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4053/1/UPSE-TET-2017-0005.pdf>

25. Eluniverso. (28 de Junio de 2008). Diario el Universo. Obtenido de agropecuarios: [agropecuarios@eluniverso.com](http://agropecuarios@eluniverso.com)

26. EOS Data Analytics. (13 de Febrero de 2023). SIG En La Agricultura: Mejores Prácticas En El Sector. Obtenido de SIG En La Agricultura: Mejores Prácticas En El Sector: <https://eos.com/es/blog/sig-en-la-agricultura/>

27. FIGUEROA, L. D. (2022). PROPAGACIÓN EX SITU DEL HOBO *Spondias mombin* L (Plantas: Anacardiaceae), ESPECIE AMENAZADA DE LA ORINOQUIA COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN. UNIVERSIDAD SANTO TOMAS.

28. Galan, J. S. (2019). MAG. Obtenido de [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1970\\_19-20.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1970_19-20.pdf)

29. Gonzabay, R. (2017). ultivo del banano en el Ecuador. Obtenido de Revista Afese: <http://www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317/314>

30. Guerrero, G. (2018). La producción del mango ecuatoriano. Obtenido de perspectiva.ide: [https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp.content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018\\_1-P.pdf](https://perspectiva.ide.edu.ec/investiga/wp.content/uploads/2018/06/Perspectiva-Junio-2018_1-P.pdf)

31. Kumar, L. &. (2018). Google Earth Engine applications since inception Usage, trends, and potential. Remote Sensing, 1-15.

32. Kumar, O. M. (11 de 5 de 2019). MDPI. Obtenido de Google Earth Engine Application's: <https://www.mdpi.com/2072-4292/11/5/591/htm>

33. Massey, R. S. (2018). Integrating cloud-based workflows in continental-scale cropland extent classification. Remote Sensing of Environment, 162-179.

34. NIST, N. (12 de 12 de 2018). csrc.nist.gov. Obtenido de csrc.nist.gov: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-145/final>

35. Ortega, C. (17 de Febrero de 2019). [www.vidasanaecuador.com](http://www.vidasanaecuador.com). Obtenido de [www.vidasanaecuador.com](http://www.vidasanaecuador.com): <https://www.vidasanaecuador.com/2014/10/el-tamarindo-caracteristicas-y.html#:~:text=El%20fruto%20del%20tamarindo%2C%20%20C3%A1rbol,c%20C3%A1lculos%20renales%20e%20infecciones%20urinarias>.

36. Pablo Romanos, M. L. (6 de Septiembre de 2018). Criterios y recomendaciones para la seleccion de software aplicativos para drones. Obtenido de Criterios y recomendaciones para la seleccion de software aplicativos para dornes: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70985/Documento\\_complet](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70985/Documento_complet)

37. Perilla, G. &.-F. (2019). High-resolution mapping of protected agriculture in Mexico, through remote sensing data cloud geoprocessing. Madrid: European Journal of Remote Sensing.

38. Perilla, G. A. (2020). Google Earth Engine (GEE): una poderosa herramienta que vincula el potencial de los datos masivos y la eficacia del procesamiento en la nube. Mexico: Investigaciones Geográficas.
39. Ramírez Navia, F. (11 de 12 de 2018). fireosoft.com. Obtenido de fireosoft.com: <https://fireosoft.com/co/blogs/que-es-big-data/>
40. Ramírez-Ramírez, F. C.-R.-M.-P. (2017). Evaluación técnica, ambiental y económica de tres tipos de tratamiento para el cultivo de lechuga en huertas caseras de Guácimo. Obtenido de scielo: [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0379-39822016000900014](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822016000900014)
41. Revuelto, R. M. (2021). EL USO DE LA CARTOGRAFÍA Y LA IMAGEN DIGITAL COMO RECURSO DIDÁCTICO EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA. ALGUNAS PRECISIONES EN TORNO A GOOGLE EARTH. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 183-210.
42. Rocha, F. (2019). Characterization Support Team. MCST.
43. Smichowski, H. C. (2022). Seguimiento de la extensión areal de los humedales subtropicales del noreste de Argentina mediante la aplicación de Google Earth Engine. Investigaciones Geográficas, 131-152.
44. Tello, J. J. (2018). Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. Lima: Comunidadandina.org.
45. Tiffis, G. (2021). Una mirada a la Agroecología en Ecuador. Catálisis, 12-13.
46. Trabichet, F. (2019). Conicet. Obtenido de Sistemas de Información Geográfica y formación de grado en la carrera de Ingeniería Agronómica: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/175593/CONICET\\_Digital\\_Nro.aece9d40-8838-4fba-897b-816472316e9e\\_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/175593/CONICET_Digital_Nro.aece9d40-8838-4fba-897b-816472316e9e_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
47. Universidad Agraria del Ecuador. (2016). GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO INTEGRADOR DE SABERES.
48. Universidad Agraria del Ecuador. (2017). GUÍA DE TRABAJOS DE TITULACIÓN. Guayaquil. doi: <http://www.uagraria.edu.ec/pregrado.html>
49. Vanegas, M. d. (Abril de 2019). Guia tecnica para el cultivo de jacote. DateAgro.
50. Vasconcelos, N. d. (2019). Analysis of High Temporal Resolution Land Use/Land Cover Trajectories. Land.
51. Vásquez, C. (2019). Primer reporte de Eotetranychus lewisi en la región andina del Ecuador en Arracacia xanthorrhiza (zanahoria blanca) y Tropaeolum tuberosum (mashua). Obtenido de Revista mexicana de biodiversidad: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532017000400992&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-34532017000400992&script=sci_arttext)
52. Velez, P. (2023). Obtenido de <https://www.google.com/maps/d/u/0/pdf?mid=17YxHYISDNkl9TPEzfcVrogCFDMmiS8Q&pagew=1001&pageh=709&llsw=-2.146468%2C-79.574431&llne=-2.144728%2C-79.570686&cid=mp&cv=l57UtOQdnT8.es>.

#### FINANCIACIÓN

Ninguna.

#### CONFLICTO DE INTERESES

Ninguna.

#### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

*Conceptualización:* Pedro Vélez Duque.

*Curación de datos:* Pedro Vélez Duque.

*Análisis formal:* Paulo Centanaro Quiroz.

*Investigación:* Pedro Vélez Duque, Paulo Centanaro Quiroz, Juan Javier Martillo, Arturo Alvarado Barzallo.

*Metodología:* Pedro Vélez Duque.

*Administración del proyecto:* Paulo Centanaro Quiroz.

*Software:* Juan Javier Martillo.

*Supervisión:* Paulo Centanaro Quiroz.

*Validación:* Arturo Alvarado Barzallo.

*Visualización:* Arturo Alvarado Barzallo.

*Redacción - borrador original:* Pedro Vélez Duque.

*Redacción - revisión y edición:* Pedro Vélez Duque.