

Cartografía Colaborativa para el Manejo Integrado de Plagas: revisión y análisis.

Collaborative Cartography for the Integral Pests Management: revision and analysis.

Rider Raúl Espinosa Pérez^{1*}

Neili Machado García²

Universidad Agraria De La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”.
Carretera Tapaste km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque. Cuba

Autores para correspondencia: rider@unah.edu.cu

Resumen

La Información Geográfica Voluntaria (IGV) ha revolucionado la manera en la que las personas comparten información por la web, incursionando en los campos de la ciencia ciudadana, los Sistemas de Información Geográfica con enfoques Participativos, y en el tan mencionado crowdsourcing. En este trabajo, se hace una revisión bibliográfica sobre los conceptos básicos que involucran la IGV con un nuevo campo de aplicación muy poco investigado en el ámbito de la Geoweb: el Manejo Integral de Plagas (MIP). Para ello, este trabajo se presenta en cuatro partes, en las cuales, primeramente, se describe algunos aspectos relevantes sobre la IGV y de sus aplicaciones. Una segunda parte describe la composición de los sistemas cartográficos colaborativos. En la tercera parte, se realiza un breve recorrido sobre el Manejo Integrado de Plagas y de cómo su enfoque participativo puede ser guiado y mejorado mediante la IGV. Además, se lleva a cabo un análisis de algunos proyectos en dicha temática tomando en cuenta sus objetivos, los participantes que intervienen y la infraestructura técnica del sistema.

Palabras clave: sistemas de información geográfica, información geográfica voluntaria, sistemas de IGV.

Abstract

Volunteered Geographic Information (VGI) has revolutionized the way people share information on the web, venturing into the fields of citizen science, Geographic Information Systems with Participatory approaches, and the much-mentioned crowdsourcing. In this work, a bibliographic review is made on the basic concepts that involve the IGV with a new field of application that has been little investigated in the field of the Geoweb: The Integrated Pest Management (IPM). For this, this work is presented in three parts, in which, first, some relevant aspects of the IGV and its applications are described. A second part describes the composition of collaborative cartographic systems. In the third part, a brief overview of Integrated Pest Management is made and how its participatory approach can be guided and improved through VGI. In addition, an analysis of some projects on this

subject is carried out, taking into account their objectives, the participants involved and the technical infrastructure of the system.

Keywords: geographic information systems, volunteered geographical information, VGI systems.

Recibido: 10 de septiembre de 2022

Aprobado: 2 de octubre de 2022

Introducción

La convergencia de las nuevas tecnologías interactivas basadas en la Web 2.0, con las crecientes prácticas de contenidos generados por los usuarios ya sean expertos o aficionados, y la difusión en el Internet, está generando una nueva y notable forma de información geográfica. En la actualidad, ciudadanos de cualquier parte del mundo están utilizando dispositivos portátiles para reunir información geográfica y contribuir a los conjuntos de datos de origen colectivo, utilizando interfaces cartográficas en la web para marcar y anotar características geográficas, o adjuntando la ubicación geográfica a fotografías, textos y otros medios compartidos en línea.

La inclusión de los ciudadanos en tales tareas es descrita por numerosos términos (See et al., 2016) como crowdsourcing¹(Howe, 2006), Información Geográfica Voluntaria (IGV) (Goodchild, 2007a) (concepto surgido a través del fenómeno del crowdsourcing (Cetl et al., 2019)) y/o ciencia ciudadana, revolucionando la adquisición de información geográfica actualizada. Aunque el término más popularizado entre los usuarios del mundo ha sido IGV o Cartografía Colaborativa (Losada, 2019).

Entre sus variadas aplicaciones, la incursión de la IGV en el sector alimentario ha traído novedosas investigaciones, tal como el trabajo de Fast y Rinner(2018) que aplica el método de sistemas de IGV, diseñado para crear IGV Participativa o Activa, tomando en cuenta la producción de información geográfica basada en

Introduction

The convergence of new interactive technologies based on Web 2.0, with the increasing practices of user-generated content, whether expert or amateur, and the spread on the Internet, is generating a remarkable new form of geographic information. Today, citizens around the world are using handheld devices to gather geographic information and contribute to crowdsourced datasets, using web mapping interfaces to mark and annotate geographic features, or attaching geographic location to photographs, texts and other media shared online.

The inclusion of citizens in such tasks is described by numerous terms (See et al., 2016) such as crowdsourcing (Howe, 2006), Voluntary Geographic Information (IGV) (Goodchild, 2007a) (a concept that emerged through the phenomenon of crowdsourcing (Cetl et al., 2019)) and/or citizen science, revolutionizing the acquisition of updated geographic information. Although the most popularized term among users in the world has been IGV or Collaborative Cartography (Losada, 2019).

Among its various applications, the incursion of the IGV in the food sector has brought new research, such as the work of Fast and Rinner (2018) that applies the method of IGV systems, designed to create Participatory or Active IGV, taking into account the

¹ Colaboración abierta distribuida o externalización abierta de tareas.

comunidades, y sobre todo, referenciando a los métodos participativos de los Sistemas Geográficos Participativos, con el fin de guiar el proceso de recolección de datos mediante la colaboración abierta distribuida de los recursos alimentarios presentes en la región de Durham, en Ontario, Canadá. Siguiendo la línea de la agricultura, algunas investigaciones se han adentrado en el análisis de la IGV para la supervisión de la biodiversidad en las tierras agrícolas (Bimonte et al., 2018a) y otras han irrumpido en el mundo de la detección remota (remote sensing, comúnmente conocido en inglés) para fortalecer la seguridad alimentaria, la cual es una amplia materia y requiere de la supervisión de numerosos indicadores, tales como el crecimiento, rendimiento, irrigación y las extensiones de enfermedades de/en los cultivos (Karthikeyana et al., 2020).

Aunque la detección remota resulta muy útil para la localización automática de plagas y enfermedades en los cultivos, constituye un gran desafío diagnosticarlas por esta vía a tempranas etapas de infestación debido a que la mayoría de ellas se originan desde la base de la planta (Karthikeyana et al., 2020), además de problemas como la detección de una plaga o enfermedad específica bajo condiciones realistas del campo en donde puede influir simultáneamente otros factores de estrés del cultivo (Zhang et al., 2019).

Es claro que la agricultura siempre ha sido un tema de vital importancia en el mundo y la aparición constante de enemigos biológicos en este sector ha conllevado a la implementación de medidas para la mitigación de sus efectos dañinos sobre los cultivos y las propias áreas forestales, tal es el caso de la implementación del conocido Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP) como antecesor de una 'Agricultura Integrada' desde hace ya algunos años, el cual inició una fase de reorientación a la protección vegetal (Peteira, 2020). Este enfoque ha sido proyectado mediante la recolección de IGV para la realización de proyectos que permiten las interacciones entre los ciudadanos y los investigadores, más allá de los límites geográficos, tomando en cuenta las

production of community-based geographic information, and above all, referencing the participatory methods of Participatory Geographic Systems, in order to guide the data collection process through distributed open collaboration of food resources present in the Durham region, in Ontario, Canada. Following the line of agriculture, some investigations have delved into the analysis of the IGV for the supervision of biodiversity in agricultural lands (Bimonte et al., 2018a) and others have broken into the world of remote sensing (remote sensing), commonly known in English) to strengthen food security, which is a broad subject and requires the monitoring of numerous indicators, such as growth, yield, irrigation and disease spreads of/in crops (Karthikeyana et al., 2020).

Although remote detection is very useful for the automatic location of pests and diseases in crops, it is a great challenge to diagnose them by this means at early stages of infestation, since most of them originate from the base of the plant (Karthikeyana et al., 2020), in addition to problems such as the detection of a specific pest or disease under realistic field conditions where other crop stress factors can simultaneously influence (Zhang et al., 2019).

It is clear that agriculture has always been a subject of vital importance in the world and the constant appearance of biological enemies in this sector has led to the implementation of measures to mitigate their harmful effects on crops and the forest areas themselves, such as the implementation of the well-known Integrated Pest and Disease Management (IPM) as a predecessor of 'Integrated Agriculture' for some years now, which began a phase of reorientation to plant protection (Peteira, 2020). This approach has been projected through the collection of IGV to carry out projects that allow interactions between citizens and researchers, beyond geographical limits, taking into account daily

observaciones diarias, percepciones y objetivos. Según este mismo autor, a pesar del enorme potencial del MIP basado en IGV, pocos estudios se han adentrado en esta rama de la información geográfica (Yan et al., 2017).

Ante la posibilidad de dirigir al Manejo Integrado de Plagas Participativo por el camino de la IGV, y aplicar este enfoque en Cuba, este trabajo tiene como objetivo presentar los referentes teóricos que vinculan y avalan dicha temática.

Desarrollo Del Tema

Para la realización de este trabajo, se ha tomado en cuenta determinadas referencias bibliográficas enmarcadas mayormente en el período de 1997 hasta la actualidad. Las fuentes citadas provienen de diferentes partes del mundo, como Uganda, Canadá, Reino Unido, entre otros países, y la mayoría están redactadas en inglés. Para la selección de la bibliografía, se tomaron criterios de selección relacionados con elementos de la IGV, así como definiciones sobre los sistemas y plataformas que fomentan dicha actividad, algunas tecnologías claves para el MIP, y la agricultura en general, además de ejemplos más relevantes en el Manejo Integral de Plagas basado en la IGV alrededor del mundo.

Para dicha selección, se realizó una profunda búsqueda en la base de datos biográfica "Google Académico". Durante la búsqueda, no solo se tomaron en cuenta el criterio de artículos académicos sino también a los artículos de conferencias, libros, tesis doctorales, y ensayos publicados al respecto. Los principales términos (en inglés) que se utilizaron para llevar a cabo la investigación fueron "citizen science", "crowdsourcing", "VGI", "GIS", "pest", "crop", "agriculture", "disease", "monitoring", "IPM" y "Participative IPM" tanto en el título como el resumen de los elementos encontrados. Se usó operadores lógicos como el "OR" y el "AND".

1. La Información Geográfica

observations, perceptions and objectives. According to this same author, despite the enormous potential of IGV-based MIP, few studies have delved into this branch of geographic information (Yan et al., 2017).

Given the possibility of directing the Participatory Integrated Pest Management along the path of the IGV, and applying this approach in Cuba, this work aims to present the theoretical references that link and endorse this theme.

Development of the topic

To carry out this work, certain bibliographical references framed mainly in the period from 1997 to the present have been taken into account. The cited sources come from different parts of the world, such as Uganda, Canada, the United Kingdom, among other countries, and most are written in English. For the selection of the bibliography, selection criteria related to elements of the IGV were taken, as well as definitions of the systems and platforms that promote said activity, some key technologies for IPM, and agriculture in general, as well as more relevant examples in IGV-based Integrated Pest Management around the world.

For this selection, a deep search was carried out in the biographical database "Google Scholar". During the search, not only the criteria of academic articles were taken into account, but also conference articles, books, doctoral theses, and essays published in this regard. The main terms (in English) used to carry out the research were "citizen science", "crowdsourcing", "VGI", "GIS", "pest", "crop", "agriculture", "disease", "monitoring", "IPM" and "Participative IPM" both in the title and the summary of the elements found. Logical operators such as "OR" and "AND" were used.

Voluntaria.

Empoderados por las tecnologías geoespaciales, numerosos ciudadanos ordinarios (sin preparación alguna) actúan como sensores humanos, contribuyendo voluntariamente observaciones geo-referenciadas de acuerdo a una amplia colección de fenómenos sociales y naturales. Tales datos contribuidos por los ciudadanos voluntarios son colectivamente referidos como Información Geográfica Voluntaria (Goodchild, 2007b ; Zhang, 2020).

Partiendo de la idea planteada por (Goodchild, 2007a) en su artículo *Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0*, los autores (Antoniou et al., 2018) expresaron que el término IGV fue elaborado en un esfuerzo de describir al compromiso extendido de un gran número de ciudadanos privados en la creación de información geográfica, tomando en cuenta que algunos de los mismos tenían poco conocimiento técnico sobre las calificaciones formales.

Esta actividad ha involucrado a muchos colaboradores para diversos propósitos con motivaciones diversas (Craglia et al., 2012;Cinnamon y Schuurman, 2013;Basiouka y Potsiou, 2014). Las plataformas de IGV fomentan el intercambio de datos, las referencias cruzadas y la comunicación en el ciberespacio; la difusión gratuita de información en cierta medida puede motivar y sostener la participación de los usuarios (Goodchild 2007b; Basiouka y Potsiou, 2014).

Por esta razón, dichas plataformas de la Geoweb² han sido testigos de cómo han revolucionado la manera en la que es creada, mantenida y usada la información geoespacial (Yan, 2016), y por consiguiente ha creado un nuevo tipo de usuario-web (Neogeógrafo) que, aunque generalmente carece de una preparación formal para la geografía y para el uso de las tecnologías geoespaciales, se acopla a la Geoweb para propósitos de productividad y

1. Voluntary Geographic Information.

Empowered by geospatial technologies, numerous ordinary citizens (without any training) act as human sensors, voluntarily contributing geo-referenced observations according to a wide collection of social and natural phenomena. Such data contributed by voluntary citizens is collectively referred to as Voluntary Geographic Information (Goodchild, 2007b ; Zhang, 2020).

Based on the idea raised by (Goodchild, 2007a) in his article *Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0*, the authors (Antoniou et al., 2018) stated that the term IGV was created in an effort to describe the widespread engagement of a large number of private citizens in the creation of geographic information, taking into account that some of them had little technical knowledge about formal qualifications.

This activity has involved many collaborators for various purposes with diverse motivations (Craglia et al., 2012;Cinnamon and Schuurman, 2013;Basiouka and Potsiou, 2014). IGV platforms encourage data sharing, cross referencing and communication in cyberspace; free dissemination of information to some extent can motivate and sustain user participation (Goodchild 2007b; Basiouka and Potsiou 2014).

For this reason, these Geoweb platforms have witnessed how they have revolutionized the way in which geospatial information is created, maintained and used (Yan, 2016), and consequently have created a new type of web-user (Neogeographer) who, although

²El término se refiere a las aplicaciones geoespaciales, servicios y datos que son operados o habilitados a través de la "World Wide Web (www)"(Lake and Farley, 2007).

entretenimiento (Turner, 2006 ; Cinnamon y Schuurman, 2013).

1.1 Formas de creación

Tomando en cuenta el criterio de (Goodchild, 2007a), la creación voluntaria de información geográfica por ciudadanos, (sin tomar en cuenta la preparación necesaria y a menudo con el enfoque del crowdsourcing) es la que se conoce como IGV. Estas formas de creación están vinculadas con los tipos de contribuciones realizados para la recolección de los datos generados mediante las múltiples plataformas de internet.

Yan (2016), a través de sus investigaciones sobre el tema, identificó tres formas de creación de IGV, las cuales pueden ser tomadas en consideración para futuras indagaciones científicas:

- 1) Creación de la **IGV Activa**: Para la creación de este tipo de IGV, los participantes deben contribuir conocimientos personales u observaciones locales (Goodchild, 2007a) a través de los diferentes llamados a la participación o al registro para el completamiento de micro-tareas con propósitos específicos, con total conciencia del objetivo de la contribución (See et al., 2017). Estas contribuciones no son ni indemnizable ni forzadas. Yan (2016) citando los trabajos de (Keßler et al., 2009) y (Coleman et al., 2009), expresa que mayormente son anónimas, abriendo paso a dos grandes problemas en el uso la IGV activa: la dudosa especialización de los creadores de la IGV y el vandalismo digital, que entorpecen y nublan el proceso de recolección de datos geográficos fidedignos y confiables mediante falsas informaciones, correos basuras, entre otros medios. Algunas plataformas como Open Street Map, Wikimapia y Flickr se encuentran en esta categoría de IGV.
- 2) Creación de la **IGV Pasiva**: Según (Craglia et al., 2012), en el proceso de creación de

generally lacking formal preparation for geography and for the use of geospatial technologies, engages in the Geoweb for productivity and entertainment purposes (Turner, 2006; Cinnamon and Schuurman, 2013).

1.1 Forms of creation

Taking into account the criterion of (Goodchild, 2007a), the voluntary creation of geographic information by citizens, (without taking into account the necessary preparation and often with the crowdsourcing approach) is what is known as IGV. These forms of creation are linked to the types of contributions made for the collection of data generated through the multiple internet platforms.

Yan (2016), through his research on the subject, identified three forms of IGV creation, which can be taken into consideration for future scientific investigations:

- 1) Creation of the Active IGV: For the creation of this type of IGV, the participants must contribute personal knowledge or local observations (Goodchild, 2007a)

The term refers to geospatial applications, services and data that are operated or enabled through the "World Wide Web (www)" (Lake and Farley, 2007).

through the different calls for participation or registration for the completion of micro-tasks, with specific purposes, with full awareness of the objective of the contribution (See et al., 2017). These contributions are neither compensable nor forced. Yan (2016), citing the works of (Keßler et al., 2009) and (Coleman et al., 2009), states that they are mostly anonymous, opening the way to two major problems in the use of active IGV: the dubious specialization of the creators of the IGV and digital vandalism, which hinder and

IGV Pasiva, los datos son contribuidos de manera implícita, esto quiere decir que hacer contribuciones no es la primera intención del creador de los datos, y a menudo, no son ni conscientes de que la información que están compartiendo puede ser usada para otros propósitos. Yan (2016) señala que dos ejemplos de este caso son las plataformas sociales Facebook y Twitter, en las cuales los usuarios se comunican entre sí mediante la publicación de artículos, fotos y por blogs. De acuerdo con (Cetl et al., 2019), en la colección de datos pasivos, se encuentra la necesidad de considerar cuales sensores pueden registrar la información necesitada, las áreas que serán cubiertas y el tipo de participantes más adecuado para registrar la información; por ejemplo, los usuarios de dispositivos de navegación personal (navegación satelital) pueden unirse a un programa mediante el cual los usuarios comparten la información registrada por su GPS.

- 3) Creación de la **IGV Facilitada**: En base a este tema, (Cinnamon y Schuurman, 2013) y (Seeger, 2008) plantearon que este tipo de IGV es creada mediante un modelo asistido de contribución de datos en el cual a un grupo selecto de participantes (con las habilidades necesarias) se les encomienda contribuir datos geoespaciales de acuerdo a criterios o preguntas predefinidas para alcanzar un objetivo enmarcado en una extensión geográfica establecida. En un modelo asistido de contribución de datos con participantes conocedores de los procedimientos, los mismos pueden ser "facilitados", motivados o incluso entrenados para proveer información precisa para el logro de los objetivos propuestos (Yan, 2016).

Si bien es sabido que la IGV facilitada (Cinnamon y Schuurman, 2013), comparada con la Activa y la Pasiva, puede presentar claras limitaciones en la inclusión de toda la comunidad debido a sus restricciones características sobre la libertad de contribución de datos, la calidad y la veracidad

cloud the process of collecting reliable and reliable geographic data through false information, junk mail, among other means. Some platforms like Open Street Map, Wikimapia and Flickr are in this IGV category.

- 2) Creation of the Passive IGV: According to (Craglia et al., 2012), in the process of creating the Passive IGV, the data is implicitly contributed, this means that making contributions is not the first intention of the creator of the data. data, and often, they are not even aware that the information they are sharing may be used for other purposes. Yan (2016) points out that two examples of this case are the social platforms Facebook and Twitter, in which users communicate with each other through the publication of articles, photos and blogs. According to (Cetl et al., 2019), in the collection of passive data, there is a need to consider which sensors can record the information needed, the areas that will be covered and the most appropriate type of participants to record the information; For example, users of personal navigation (satellite navigation) devices may join a program whereby users share the information recorded by their GPS.

- 3) Creation of the Facilitated IGV: Based on this topic, (Cinnamon and Schuurman, 2013) and (Seeger, 2008) stated that this type of IGV is created through an assisted model of data contribution in which a select group of participants (with the necessary skills) are commissioned to contribute geospatial data according to pre-defined criteria or questions to achieve an objective framed in an established geographic extension. In an assisted data contribution model with participants who are knowledgeable about the procedures, they can be "facilitated", motivated or even trained to provide accurate information to achieve the proposed

de la información mediante este tipo de creación pueden ser aseguradas y menos agraviadas por el vandalismo digital y la falta de experiencia de los contribuyentes.

1.2 Campos de aplicación de la IGV.

Investigaciones y análisis como las de los autores (Yan et al., 2020) sobre la IGV en la última década, han obtenido resultados concluyentes en los principales campos de aplicación de este tipo de dato, tales como: las ciencias sociales, los servicios basados en localización, el tema del Uso de Tierra / Cobertura de Tierra, y en la supervisión medioambiental, entre otras esferas. Este tipo de información, además, se ha podido utilizar en diferentes esferas que tienen que ver con la prevención o la gestión de desastres, crisis, entre otros, gracias a que investigadores y practicantes han explorado las plataformas de la Geoweb 2.0 para proveer soluciones basadas en IGV ante tales situaciones (Tully et al., 2015). Esto resulta sumamente útil y complementa estudios en los que se analiza el Uso y Cobertura de Tierra y la supervisión medioambiental de determinadas especies (por ejemplos insectos, aves, roedores, etc.), y que influyen en el sector de la agricultura.

Tales resultados han comprobado que la IGV posee un carácter muy ambiguo, propiciando que su aplicabilidad vaya más allá del motivo por el cual fue contribuida principalmente (Verplanke et al., 2016).

1.1 Una Perspectiva en el sector de la agricultura.

Sobre este tema en particular, la IGV se ha destacado y ha alcanzado numerosos resultados. Y es que, al no poseer un carácter privatizado y centralista, muchas comunidades, sectores y personas individuales han aportado sus contribuciones utilizando las diferentes

objectives (Yan, 2016).

Although it is known that the facilitated IGV (Cinnamon and Schuurman, 2013), compared to the Active and Passive, can present clear limitations in the inclusion of the entire community due to its characteristic restrictions on the freedom of data contribution, the quality and the veracity of the information through this type of creation can be ensured and less harmed by digital vandalism and the taxpayers' lack of experience.

1.2 Fields of application of the IGV.

Research and analysis such as those of the authors (Yan et al., 2020) on the IGV in the last decade, have obtained conclusive results in the main fields of application of this type of data, such as: social sciences, services based on in location, the issue of Land Use / Land Cover, and in environmental supervision, among other spheres. This type of information has also been used in different spheres that have to do with the prevention or management of disasters, crises, among others, thanks to the fact that researchers and practitioners have explored the Geoweb 2.0 platforms to provide solutions based on in IGV in such situations (Tully et al., 2015). This is extremely useful and complements studies that analyze the Land Use and Cover and the environmental supervision of certain species (for example insects, birds, rodents, etc.), and that influence the agriculture sector.

These results have verified that the IGV has a very ambiguous nature, causing its applicability to go beyond the reason for which it was mainly contributed (Verplanke et al., 2016).

1.2.1 A Perspective in the

plataformas existentes. Aunque como tal, la Información Geográfica (IG) abarca un gran número de sectores que van desde la transportación, construcción, supervisión y modelamiento de ciudades, soporte humanitario hasta la gestión del agua y de la agricultura (Cetl et al., 2019).

La incursión de la IGV en el tema de las plataformas basadas en LULC (Land Use / Land Cover) ha permitido el estudio de la cobertura de la superficie biofísica de la Tierra (Land Cover), y sobre todo de las observaciones de las distintas maneras en la que la tierra es utilizada por los humanos (Land Use) (Bontemps et al., 2012). El Uso de la tierra va más allá del simple ejemplo de las áreas urbanas como pueblos, construcciones, entre otras edificaciones que pueden variar con el paso del tiempo (Olteanu-Raimond et al., 2020), pues, también las extensiones de tierras preparadas y utilizadas en sembrados y cultivos entran en esta categoría.

El sector agrícola, influenciado por los elementos de la naturaleza, ha presentado muchos desafíos en los que la Agricultura Sostenible ha jugado un papel fundamental; es por ello que fue definida por (Pérez, 2000) como "(...) aquella agricultura capaz de satisfacer las necesidades alimentarias presentes sin poner en peligro el abastecimiento de alimentos de generaciones futuras." Con el uso de las tecnologías actuales, este sector se ha incursionado en el mundo del crowdsourcing y de la IGV para el mejoramiento de su situación y la creación de nuevos paradigmas en la gestión de los recursos alimentarios (Fast and Rinner, 2018) y del llamado Manejo Integrado de Plagas (Yan et al., 2017), apoyados en los recientes tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), plataformas y proyectos de la Geoweb.

agriculture sector.

On this issue in particular, the IGV has stood out and has achieved numerous results. And it is that, by not having a privatized and centrist character, many communities, sectors and individuals have made their contributions using the different existing platforms. Although as such, Geographic Information (GI) covers a large number of sectors ranging from transportation, construction, supervision and modeling of cities, humanitarian support to water management and agriculture (Cetl et al., 2019).

The incursion of the IGV into the subject of platforms based on LULC (Land Use / Land Cover) has allowed the study of the coverage of the biophysical surface of the Earth (Land Cover), and above all the observations of the different ways in which the land is used by humans (Land Use) (Bontemps et al., 2012). The Use of the land goes beyond the simple example of urban areas such as towns, buildings, among other buildings that may vary over time (Olteanu-Raimond et al., 2020), therefore, also the extensions of land prepared and used in crops and crops fall into this category.

The agricultural sector, influenced by the elements of nature, has presented many challenges in which Sustainable Agriculture has played a fundamental role; That is why it was defined by (Pérez, 2000) as "(...) that agriculture capable of satisfying present food needs without endangering the food supply of future generations." With the use of current technologies, this sector has ventured into the world of crowdsourcing and IGV to improve their situation and create new paradigms in the management of food resources (Fast and Rinner, 2018) and the called Integrated Pest Management (Yan et al., 2017), supported by recent Geographic Information Systems (GIS)

2. Enfoques de la IGV sobre los SIG, plataformas y proyectos en la Geoweb.

Con la llegada de la nueva red y sus conexiones con los múltiples satélites artificiales, el surgimiento de los llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG) fue inminente. Nombrado originalmente en inglés Geographic Information System (GIS), es un sistema computalizado para la captura, almacenamiento, revisión y exposición de los datos relativos a la superficie de la Tierra. Al relacionar datos aparentemente “no relacionados”, estos sistemas cartográficos pueden ayudar a individuos y organizaciones en la mejor comprensión de los patrones y relaciones espaciales (GEoJSOnSociety, 2020).

Según (Mondragón, 2019), estos sistemas han traído consigo un avance tecnológico e intelectual, fundamentalmente en el ámbito geográfico, que posibilita el tratamiento de la espacialidad de los datos y el beneficio del estudio de la realidad donde el espacio y las personas se relacionan directamente, atribuyéndole una significativa importancia a las investigaciones sobre las interacciones del hombre con el ambiente que le rodea.

2.1 Sistemas de “Información Geográfica Voluntaria” S-IGV.

Existen dos temas bases en el estallido de la IGV, que, aunque se hayan desarrollado por separado, se entrelazan: 1) La Ciencia Ciudadana y la participación de las masas y 2) Los SIG, Web y la geo-referenciación (Verplanke et al., 2016).

La primera base se fundamenta en los conceptos de aquel conocimiento externo a las grandes academias, incluso de la propia información

technologies, Geoweb platforms and projects.

2. IGV approaches to GIS, platforms and projects on the Geoweb.

With the arrival of the new network and its connections with the multiple artificial satellites, the emergence of the so-called Geographic Information Systems (GIS) was imminent. Originally named in English Geographic Information System (GIS), it is a computerized system for capturing, storing, reviewing and exposing data relating to the Earth's surface. By relating seemingly “unrelated” data, these mapping systems can help individuals and organizations better understand spatial patterns and relationships (GEoJSOnSociety, 2020).

According to (Mondragón, 2019), these systems have brought with them a technological and intellectual advance, mainly in the geographical field, which enables the treatment of the spatiality of the data and the benefit of the study of reality where space and people are related. directly, attributing significant importance to research on man's interactions with the environment that surrounds him.

2.1 Systems of "Voluntary Geographic Information" S-IGV.

There are two basic themes in the outbreak of the IGV, which, although they have been developed separately, are intertwined: 1) Citizen Science and the participation of the masses and 2) GIS, the Web and geo-referencing (Verplanke et al. ., 2016).

The first base is based on the concepts of that knowledge external to the great academies, including the authoritative information itself,

autoritaria, y de las motivaciones modernas para la participación de personas en las planificaciones, diseños, políticas, entre otros temas. Por otro lado, la segunda base sugiere al rápido avance tecnológico en el manejo, la diseminación y la utilización de la información geoespacial en el campo de las ciencias y tecnología de la IG. Se refiere además, al término SIGWeb como un resumen de las más extensas implicaciones sociales y culturales sobre las tecnologías y sistemas asociados a los SIG, tales como: mash-ups³, SIG web, la cibercartografía, el geo-etiquetado, entre otros (Verplanke et al., 2016).

Bajo la influencia y las líneas fecundas de investigación de los SIG (Tomlinson(2007); Fuenzalida(2015)), los métodos participativos (Sieber, 2006), y sobre todo por el modelo del crowdsourcing (Gómez-Barrón et al., 2016), la metodología de los Sistemas IGV hace un cambio encaminado al aprendizaje exploratorio y experimental, necesitando que tanto los investigadores, como la propia comunidad, trabajen activamente unidos para alcanzar el resultado deseado (Kearns, 2005; Neumann et al., 2012). Este enfoque de los Sistemas IGV expande la visión propia de la IGV más allá de la simple consideración de la infraestructura técnica y de la colección de datos recopilados que incluye las interconexiones críticas entre las metas del proyecto y los participantes(Fast and Rinner, 2018).

Según los mismos autores, esta perspectiva imita al esquema de los SIG anidados de (Chrisman, 1997), el cual se basa en trasladar al SIG más allá de la secuencia típica “entrada-procesamiento-salida” a un proceso dirigido a las interconexiones principales con el contexto social, cultural e institucional. Señala que este enfoque interconectado es muy importante para la IGV al desarrollar sistemas basados en contribuciones de la comunidad que amplifica las existentes demandas y expectativas en el contexto humano. Por lo que, la definición

and the modern motivations for the participation of people in planning, designs, policies, among other topics. On the other hand, the second base suggests the rapid technological advance in the management, dissemination and use of geospatial information in the field of GI science and technology. It also refers to the term WebGIS as a summary of the most extensive social and cultural implications of technologies and systems associated with GIS, such as: mash-ups, web GIS, cybercartography, geotagging, among others (Verplanke et al., 2016).

Under the influence and fruitful lines of research of GIS (Tomlinson(2007); Fuenzalida(2015)), participatory methods (Sieber, 2006), and above all by the crowdsourcing model (Gómez-Barrón et al., 2016), the IGV Systems methodology makes a change towards exploratory and experimental learning, requiring both researchers and the community itself to work actively together to achieve the desired result (Kearns, 2005; Neumann et al., 2012). This approach to IGV Systems expands the vision of IGV beyond the simple consideration of the technical infrastructure and the collection of data collected that includes the critical interconnections between project goals and participants (Fast and Rinner, 2018).

According to the same authors, this perspective imitates the nested GIS scheme of (Chrisman, 1997), which is based on moving the GIS beyond the typical sequence "input-processing-output" to a process directed at the main interconnections. with the social, cultural and institutional context. He points out that this interconnected approach is very important for the IGV in developing systems based on community contributions that amplify existing demands and expectations in the human context. Therefore, the definition

³ Aplicación mixta que reúne diferentes tipos de servicios.

elaborada por Chrisman (de los subsistemas que forman los SIG) influencia el entendimiento de los Sistemas de IGV, según (Fast and Rinner, 2014)

2.2 Componentes en un Sistema de IGV.

Tomando en cuenta lo expresado por (Fast y Rinner, 2014), los Sistemas de IGV son considerados como un ambiente para la producción de IGV. Al imitar los anillos anidados de Chrisman (1997), estos sistemas están conformados por componentes interdependientes con interacciones dirigidas a consideraciones técnicas, contextuales y organizacionales. Además, estas consideraciones dentro de cada componente, tienen un impacto sustancial en el Sistema de IGV por completo y, por consiguiente, en la IGV producida. Por lo que, dichos componentes están dispuestos de tal forma que involucra al proyecto con sus creadores, los participantes (los voluntarios) y la infraestructura técnica. Esto se puede observar en la Figura 1.

- **Componente Proyecto:** Los Sistemas de IGV son a menudo iniciados para dar solución a un problema o un propósito, y son ejecutados a través de un proyecto. Estos proyectos pueden ser causados por un evento, tal como una crisis política o un desastre natural. A pesar de las motivaciones iniciales, el objetivo y la estrategia de este tipo de sistema necesitan ser claramente definidos al principio del proyecto, sino podrían terminar sin propósito alguno.
- **Componente Participante:** Dentro del área de aplicación, los creadores del proyecto necesitan identificar a aquellas personas que coleccionarán la IGV. Obviamente, la estrategia de participación varía sustancialmente entre los proyectos. Sobre este tema, Haklay (2013) señaló que el rol de los voluntarios podía ser “activo” o “pasivo”. Aunque, no tomó en consideración la nuevo rol estudiado por (Yan

elaborated by Chrisman (of the subsystems that make up the GIS) influences the understanding of IGV Systems, according to (Fast and Rinner, 2014)

2.2 Components in a VAT System.

Taking into account what was expressed by (Fast and Rinner, 2014), the IGV Systems are considered as an environment for the production of IGV. Mimicking Chrisman's (1997) nested rings, these systems are made up of interdependent components with interactions driven by technical, contextual, and organizational considerations. Furthermore, these considerations within each component have

Mixed application that brings together different types of services

a substantial impact on the IGV System as a whole and, consequently, on the IGV produced. Therefore, these components are arranged in such a way that it involves the project with its creators, the participants (the volunteers) and the technical infrastructure. This can be seen in Figure 1.

Project Component: IGV Systems are often initiated to solve a problem or a purpose, and are executed through a project. These projects can be caused by an event, such as a political crisis or a natural disaster. Despite the initial motivations, the objective and strategy of this type of system need to be clearly defined at the beginning of the project, otherwise it could end without purpose.

Participant Component: Within the area of application, the creators of the project need to identify those people who will collect the IGV. Obviously, the engagement strategy varies substantially between projects. On this subject, Haklay (2013) pointed out that the

(2016); (2017)) : “el facilitado”.

- **Componente Infraestructura Técnica:** Una infraestructura técnica soporta la creación de la IGV y cada sistema depende de una única selección de componente hardware y software. Esta combinación de la infraestructura desplegada depende del tipo de IGV deseada y varía según el proyecto. El hardware de los Sistemas de IGV pueden incluir computadoras servidor y cliente, dispositivos de localización, tales como las unidades GPS y teléfonos inteligentes. El componente software puede incluir programas de código-abierto y propietario.

➤ Aunque existen una gran multitud de funcionalidades dentro del espectro de los Sistemas de IGV, Fast y Rinner (2014) definieron los principales grupos funcionales (en analogía para los SIG tradicionales): entrada, gestión, análisis y presentación.

role of volunteers could be "active" or "passive". Although, it did not take into consideration the new role studied by (Yan (2016); (2017)) : “the facilitator”.

Technical Infrastructure Component: A technical infrastructure supports the creation of the IGV and each system depends on a single selection of hardware and software components. This combination of deployed infrastructure depends on the type of IGV desired and varies by project. IGV Systems hardware may include server and client computers, tracking devices such as GPS units, and smartphones. The software component may include open-source and proprietary programs.

Although there are a large multitude of functionalities within the spectrum of IGV Systems, Fast and Rinner (2014) defined the main functional groups (in analogy to traditional GIS): input, management, analysis and presentation.

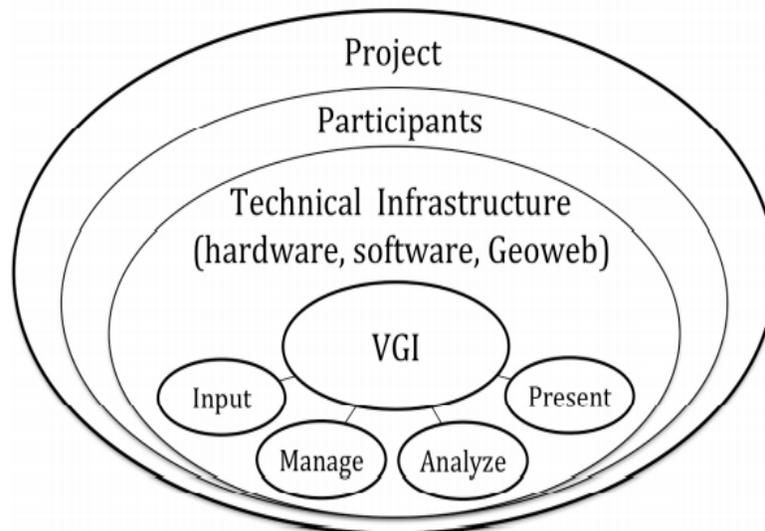


Figura 1: Componentes de los Sistemas de IGV.

Fuente: Tomado de (Fast y Rinner, 2014)

Figure 1: Components of the IGV Systems.

Source: Taken from (Fast and Rinner, 2014)

3. El Manejo Integrado de Plagas (MIP).

El Manejo Integrado de Plagas, a través de los años, ha sido definido por diferentes organizaciones y personalidades tomando en cuenta sus puntos de vistas. Este concepto fue definido por la FAO⁴ en 1967 como un sistema de manejo de plagas que, en el contexto del ambiente asociado y la dinámica de las poblaciones de las especies de plagas, utiliza todos los métodos y técnicas apropiados de forma compatible, a fin de mantener las poblaciones de plagas a niveles que no causen daños económicos (Pérez, 2000; Padhy, 2020).

3.1 Manejo Integrado de Plagas Participativo (MIPP).

En las últimas décadas, la adopción de las estrategias del MIP yacen en los agricultores; tales prácticas de manejo deben responder a sus necesidades, así como a las de la sociedad (Norton et al., 2005a). Los mismos autores señalan que este enfoque participativo fundamenta la generación satisfactoria y la difusión efectiva en costo de la MIP, reconociendo las ventajas para cada participante (agricultores, científicos del propio país o foráneos, entre otros) y la importancia del Medio Ambiente en sus variadas dimensiones (recursos naturales, social, cultural, económico e institucional

Otros autores como Yan (2017) citando a (Pretty, 1995), han definido el MIPP como un sistema abierto, no guiado por expertos y de una estrategia manejada sin investigaciones, abogando por la inclusión de los agricultores como un medio para fortalecer el MIP dejando que los propios agricultores puedan exponer sus

3. Integrated Pest Management (IPM).

Integrated Pest Management, through the years, has been defined by different organizations and personalities taking into account their points of view. This concept was defined by FAO in 1967 as a pest management system that, in the context of the associated environment and population dynamics of pest species, uses all appropriate methods and techniques in a compatible manner, in order to maintain pest populations at levels that do not cause economic damage (Pérez, 2000; Padhy, 2020).

3.1 Integrated Participatory Pest Management (MIPP).

In the last decades, the adoption of IPM strategies lies with the farmers; such management practices must respond to their needs, as well as those of society (Norton et al., 2005a). The same authors point out that this participatory approach is the basis for the satisfactory generation and cost-effective dissemination of IPM, recognizing the advantages for each participant (farmers, scientists from

¹Food and Agricultural Organization: Organización de Alimento y de la Agricultura

the country itself or foreigners, among others) and the importance of the Environment in its various forms. dimensions (natural resources, social, cultural, economic and institutional

Other authors such as Yan (2017) citing

⁴Food and Agricultural Organization: Organización de Alimento y de la Agricultura.

propias experiencias en el manejo de las plagas de sus cultivos.

Esta nueva forma del manejo de plagas toma ventaja de la complementación entre los agricultores y el conocimiento de expertos para mejorar la efectividad del sistema. Algunos ejemplos de este enfoque incluyen principalmente a la Escuela de Campo para Agricultores (Granjeros), Primer Agricultor, Rápida Estimación Rural, Estimación Rural Participativa, entre otros (Peshin y Dhawan, 2009a, 2009b).

3.2 Uso de la IGV para mejorar el proceso del MIP.

A pesar del desarrollo de algunos enfoques del MIP participativo, tales como las Escuelas de Campo para Agricultores, estas alternativas tradicionales resultan muy costosas con respecto al alcance del agricultor, debido al número limitado de los instructores sobre el tema, reduciendo así la capacidad de cobertura a solo una pequeña porción de las comunidades agrícolas (Luther et al., 2005).

Sin embargo, según (Goodchild, 2007), la IGV tiene el potencial para remediar estos problemas, puesto a que permite la colección de datos generalizados de plagas a tiempo real y a un costo efectivo por medio del público en general, y con el uso efectivo de una plataforma de IGV se podría obtener una variada e instantánea diseminación de información sobre escenarios críticos (por ejemplo: los brotes de plagas), permitiendo el intercambio de datos entre todos los interesados en el control de plagas, para lograr así el descubrimiento de conocimientos a partir de información ubicua, y la retroalimentación de los propios participantes de una manera más efectiva (Yan et al., 2017).

(Pretty, 1995), have defined the MIPP as an open system, not guided by experts and a strategy managed without research, advocating for the inclusion of farmers as a means to strengthen the IPM. leaving the farmers themselves to expose their own experiences in the management of pests of their crops.

This new way of pest management takes advantage of the complementarity between farmers and the knowledge of experts to improve the effectiveness of the system. Some examples of this approach mainly include Farmer (Farmer) Field School, First Farmer, Rapid Rural Estimation, Participatory Rural Estimation, among others (Peshin and Dhawan, 2009a, 2009b).

3.2 Use of the IGV to improve the MIP process.

Despite the development of some participatory IPM approaches, such as Farmer Field Schools, these traditional alternatives are very costly with respect to farmer outreach, due to the limited number of instructors on the subject, thus reducing coverage capacity. to only a small portion of farming communities (Luther et al., 2005).

However, according to (Goodchild, 2007), the IGV has the potential to remedy these problems, since it allows the collection of generalized pest data in real time and at a cost effective by the general public, and with effective use. From an IGV platform, a varied and instantaneous dissemination of information on critical scenarios (for example: pest outbreaks) could be obtained, allowing the exchange of data between all stakeholders in pest control, thus achieving the discovery of knowledge

Además, este enfoque puede ser de gran utilidad para complementar tareas de recopilación de datos, que constituyen grandes desafíos para los procesos automatizados como los presentes en las técnicas de Detección Remota (DR).

Según Zhang et al.(2019), algunos de esos retos están vinculados con los problemas en la detección de plagas a etapas tempranas, en la precisa detección de una plaga o enfermedad específica bajo condiciones realistas del campo en donde pueden solaparse numerosos factores de tensión sobre el cultivo, en el continuo rastreo de la dinámica de las plagas a una buena resolución y en el intercambio de datos e información. Es por ello que actualmente la DR junto con el desarrollo de otras tecnologías de información tales como los SIG y los GPS, permiten la supervisión de las plagas y enfermedades a baja escala (Mahlein, 2015), (Abd El-Ghany et al., 2020). Estas tecnologías mejoran la resolución espacial y temporal en comparación con los métodos tradicionales de supervisión de plagas, tales como las trampas de feromonas sexuales para el monitoreo de especies individuales, entre otros (Prasad and Prabhakar, 2012).

3.3 Análisis de proyectos cartográficos colaborativos para MIP.

En un estudio realizado por (Ebitu et al., 2021), se definieron los principales conceptos de un "Agricultura Sostenible", y de cómo la ciencia ciudadana ha servido de influencia para impulsar proyectos con la intención de mejorar las técnicas actuales en la Agricultura, valiéndose de la participación ciudadana. Parte de esta participación fue fomentada mediante el crowdsourcing para la recolección de IGV referente a las plagas. La siguiente tabla

from ubiquitous information, and feedback from the participants themselves in a more effective way (Yan et al., 2017).

In addition, this approach can be very useful to complement data collection tasks, which constitute great challenges for automated processes such as those present in Remote Sensing (DR) techniques.

According to Zhang et al. (2019), some of these challenges are linked to problems in detecting pests at early stages, in accurately detecting a specific pest or disease under realistic field conditions where numerous stress factors may overlap on cultivation, in the continuous monitoring of pest dynamics at a good resolution and in the exchange of data and information. That is why currently the DR, together with the development of other information technologies such as GIS and GPS, allow the monitoring of pests and diseases on a small scale (Mahlein, 2015), (Abd El-Ghany et al., 2020). These technologies improve spatial and temporal resolution compared to traditional pest monitoring methods, such as sex pheromone traps for monitoring individual species, among others (Prasad and Prabhakar, 2012).

3.3 Analysis of collaborative cartographic projects for MIP.

In a study carried out by (Ebitu et al., 2021), the main concepts of a "Sustainable Agriculture" were defined, and how citizen science has served as an influence to promote projects with the intention of improving current techniques in Agriculture. , using citizen participation. Part of this participation was fostered through crowdsourcing for the collection of

muestra una recopilación de artículos con el enfoque MIP Participativo basado en IGV.

IGV related to pests. The following table shows a collection of articles with the IGV-based Participatory IPM approach.

Proyecto (Artículo)	Objetivo del proyecto	Participantes (Sociedad)	Tipo de contribución de IGV	Lugar	Organismos involucrados
(Osawa et al., 2017)	Observación e identificación, y generación de datos a partir de eventos de variados temas.	Administradores locales, Ciudadanos interesados en el tema	Activa, Facilitada	Por todo Japón (desde Hokkaido hasta las islas del Sur)	Cualquier plaga tipo insecto
(Morii and Nakano, 2017)	Observación y monitorización	Ciudadanos interesados en el tema	Activa	Hokkaido, Japón	InsectoPlaga (Limaxmaximus)
(Yan et al., 2017)	Observación y generación de datos sobre la ocurrencia de los sucesos.	Granjeros, agricultores	Facilitada	Shuibian, en la provincia de Jiangxi de China	InsectoPlaga (striped rice stem borers)
(Malek et al., 2018)	Observación, monitorización y predicción de las poblaciones de la plaga.	Agricultores, técnicos familiarizados con el tema	Facilitada, Activa	Trentino, Italia	InsectoPlaga (brown marmorated stink bug)
(Mutembesa et al., 2018)	Búsqueda del mejor escenario para generación de datos de crowdsourcing, los incentivos necesarios para mantener el proyecto.	Granjeros, investigadores, inspectores u oficiales estatales y no estatales	Facilitada	En 4 de las 6 sub-regiones agrícolas de Uganda	Cualquier tipo de Plagas que afecte al cultivo de la yuca.
(Mutembesa et al., 2019)	Mejorar el proyecto anterior. Observación e intercambio de entre los agricultores y los expertos.	Granjeros (Agricultores)	Facilitada	En 5 de las 6 sub-regiones agrícolas de Uganda	Cualquier tipo de Plagas que afecte al cultivo de la yuca.

Tabla 1: Artículos referentes al MIP Participativo basado en IGV.

Fuente: (Ebitu et al., 2021).

Project (Article)	Objective of the project	Participants (Company)	Type of contribution IVG	Place	organizations involved
(Osawa et al.,	Observation	local	Active,	Throughout	Any insect type

2017)	and identification, and generation of data from events of various topics	administrators, Citizens interested in the issue	Facilitated	Japan (from Hokkaido to the southern islands)	pest
(Morii and Nakano, 2017)	Observation and monitoring	Citizens interested in the issue	active	Hokkaido, Japón	Insect Pest (Limax maximus)
(Yan et al., 2017)	Observation and generation of data on the occurrence of events.	farmers	Facilitated	Shuibian, in Jiangxi province of China	Insect Pest (striped rice stem borers)
(Malek et al., 2018)	Observation, monitoring and prediction of pest populations.	Farmers, Technicians familiar with the subject	Facilitated, active	Trentino, Italy	Insect Pest (brown marmorated stink bug)
(Mutembesa et al., 2018)	Search for the best scenario for crowdsourcing data generation, the necessary incentives to maintain the project.	State and non-state farmers, researchers, inspectors or officials	Facilitated	In 4 of the 6 agricultural sub-regions of Uganda	Any type of pest that affects the cassava crop.
(Mutembesa et al. 2019)	Mejorar el proyecto anterior. Observación e interacción entre agricultores y expertos	Granjeros (Agricultores)	Facilitated	En 5 de las 6 subregiones agrícolas de Uganda	Cualquier tipo de Plagas que afectan al cultivo de la yuca.

Tabla 1: Artículos referentes al MIP Participativo basado en IGV.

Fuente: (Ebitu et al., 2021).+

3.3.1 Proyecto de (Osawa et al., 2017).

En (Osawa et al., 2017), se expone la ejecución de un proyecto entre 2011 y 2016 llamado “NIAES mobile photo Project” . Este proyecto abarcó numerosos objetivos y temas como una herramienta de recolección de datos para la ciencia ciudadana, una de estas metas y actividades estuvo encaminada a la observación de insectos (plagas) y plantas en todo el territorio de Japón, para la identificación de nuevos especímenes y la catalogación de los existentes. Para llevar a cabo este objetivo, se contó, en primera instancia con la participación de los nombrados “administradores locales”, estas personas de diferentes regiones del país fueron entrenadas para el uso del sistema, y sirvieron como “organizadores principales” para realizar las actividades de observaciones (por medio de cualquier tema) y de reclutar a personas que estuvieran interesadas en la zona. Para llevar a cabo dicha interacción en cada una de las zonas, el sistema constó de diferentes subsistemas dirigidos por un “administrador local”, cuya información se mostraba en los diferentes sitios web del proyecto.

Usando esta herramienta, los participantes enviaban una foto del objetivo de observación por vía e-mail al sistema usando sus dispositivos portátiles. Tal sistema automáticamente detecta cuando y donde la observación era hecha por medio de la información (EXIF⁵) embebida en la imagen (gracias al GPS de los dispositivos portátiles), y al final esos datos se guardan en el servidor de datos. En total, fueron

3.3.1 Proyecto de (Osawa et al., 2017).

En (Osawa et al., 2017), se expone la ejecución de un proyecto entre 2011 y 2016 llamado “NIAES mobile photo Project” . Este proyecto abarcó numerosos objetivos y temas como una herramienta de recolección de datos para la ciencia ciudadana, una de estas metas y actividades estuvo encaminada a la observación de insectos (plagas) y plantas en todo el territorio de Japón, para la identificación de nuevos especímenes y la catalogación de los existentes. Para llevar a cabo este objetivo, se contó, en primera instancia con la participación de los nombrados “administradores locales”, estas personas de diferentes regiones del país fueron entrenadas para el uso del sistema, y sirvieron como “organizadores principales” para realizar las actividades de observaciones (por medio de cualquier tema) y de reclutar a personas que estuvieran interesadas en la zona. Para llevar a cabo dicha interacción en cada una de las zonas, el sistema constó de diferentes subsistemas dirigidos por un “administrador local”, cuya información se mostraba en los diferentes sitios web del proyecto.

Usando esta herramienta, los participantes enviaban una foto del objetivo de observación por vía e-mail al sistema usando sus dispositivos portátiles. Tal sistema automáticamente detecta cuando y donde la observación era hecha por medio de la información (EXIF⁹) embebida en la imagen (gracias al GPS de los dispositivos portátiles), y al final esos datos se guardan en el servidor de datos. En total, fueron catalogados 154 especies de plagas en 843

⁵Exchangeable Image File Format (Formato Intercambiable de archivos de imagen)

⁹Exchangeable Image File Format (Formato Intercambiable de archivos de imagen)

catalogados 154 especies de plagas en 843 registros de datos.

3.3.2 Proyecto de (Morii and Nakano, 2017)

En otra investigación dirigida en Japón (en la localidad de Hokkaido), (Morii and Nakano, 2017) utilizó la IGV a pequeña escala para investigar las ocurrencias de *L. maximus* en el 2016, dicha plaga ha constituido una gran amenaza para los cultivos agrícolas y hortícolas en ese país. La investigación no contó un sistema para la recolección, ni de estándares específicos para la entrada de los datos que aseguraran la calidad y fidelidad de los mismos. A partir de anuncios por el periódico y de la televisora local, fueron convocados los interesados en el tema para realizar reportes vía email sobre los avistamientos locales de la plaga.

En total, se obtuvieron 38 reportes, 29 de los cuales estaban constituidos por una imagen, la localización exacta y la fecha de observación. Aunque, la infraestructura y el modo de convocación a la tarea de crowdsourcing no fueron los más adecuados para llevar un proyecto que tuviera un mayor alcance, un mejor control de calidad de datos y de un gran número de registros, los resultados de esta investigación fueron prometedores permitiendo identificar 16 poblaciones naturalizadas de dicha plaga, 14 de las cuales no había sido encontradas previamente, además de hallar un potencial depredador para su control biológico.

3.3.3 Proyecto de (Yan et al., 2017)

registros de datos.

3.3.6 Proyecto de (Morii and Nakano, 2017)

En otra investigación dirigida en Japón (en la localidad de Hokkaido), (Morii and Nakano, 2017) utilizó la IGV a pequeña escala para investigar las ocurrencias de *L. maximus* en el 2016, dicha plaga ha constituido una gran amenaza para los cultivos agrícolas y hortícolas en ese país. La investigación no contó un sistema para la recolección, ni de estándares específicos para la entrada de los datos que aseguraran la calidad y fidelidad de los mismos. A partir de anuncios por el periódico y de la televisora local, fueron convocados los interesados en el tema para realizar reportes vía email sobre los avistamientos locales de la plaga.

En total, se obtuvieron 38 reportes, 29 de los cuales estaban constituidos por una imagen, la localización exacta y la fecha de observación. Aunque, la infraestructura y el modo de convocación a la tarea de crowdsourcing no fueron los más adecuados para llevar un proyecto que tuviera un mayor alcance, un mejor control de calidad de datos y de un gran número de registros, los resultados de esta investigación fueron prometedores permitiendo identificar 16 poblaciones naturalizadas de dicha plaga, 14 de las cuales no había sido encontradas previamente, además de hallar un potencial depredador para su control biológico.

3.3.7 Proyecto de (Yan et al., 2017)

Un estudio realizado por (Yan et al.,

Un estudio realizado por (Yan et al., 2017), fue llevado a cabo describir el Proyecto de Village Tree en 2015, en el pueblo de Shuibian, en la provincia Jiangxi de China, para monitorizar los brotes invernales de los gorgojos rayados en los cultivos de arroz. Para ello, se reclutó a un determinado grupo de agricultores en el área que tenían experiencia en el reconocimiento de dicha plaga y un gran interés sobre el tema. Dichos participantes mediante un simple modelo de contribución de datos, enviaban los reportes de las ocurrencias de los brotes a través de un SMS⁶ o por medio de una pequeña aplicación móvil basada en la tecnología de ArcGIS⁷ en línea. La mayoría de los participantes utilizaron el método del SMS por cuestiones de baja de calidad de la conexión a internet en estas áreas, lo cual también justifica que no se haya utilizado reportes basados en imágenes.

Tales mensajes estaban simplemente estructurados por un identificador para el campo (a los cuales se les asignaron un código previamente) y por el nombre del observador. Una vez, asociado un código a cada cultivo del observador, se les otorgó la localización geográfica de cada uno que ya se encontraban pre-coleccionadas usando un dispositivo GPS portátil de Trimble®GeoXT. A pesar que estos autores presentaron un marco de trabajo para la definición sólida de la MIP basado en la IGV, se concordó con (Ebitu et al., 2021) en la identificación de problemas como la carencia de un fuerte backend y de un protocolo de validación especializada basada en el criterio humano. No obstante,

2017), fue llevado a cabo describir el Proyecto de Village Tree en 2015, en el pueblo de Shuibian, en la provincia Jiangxi de China, para monitorizar los brotes invernales de los gorgojos rayados en los cultivos de arroz. Para ello, se reclutó a un determinado grupo de agricultores en el área que tenían experiencia en el reconocimiento de dicha plaga y un gran interés sobre el tema. Dichos participantes mediante un simple modelo de contribución de datos, enviaban los reportes de las ocurrencias de los brotes a través de un SMS¹⁰ o por medio de una pequeña aplicación móvil basada en la tecnología de ArcGIS¹¹ en línea. La mayoría de los participantes utilizaron el método del SMS por cuestiones de baja de calidad de la conexión a internet en estas áreas, lo cual también justifica que no se haya utilizado reportes basados en imágenes.

Tales mensajes estaban simplemente estructurados por un identificador para el campo (a los cuales se les asignaron un código previamente) y por el nombre del observador. Una vez, asociado un código a cada cultivo del observador, se les otorgó la localización geográfica de cada uno que ya se encontraban pre-coleccionadas usando un dispositivo GPS portátil de Trimble®GeoXT. A pesar que estos autores presentaron un marco de trabajo para la definición sólida de la MIP basado en la IGV, se concordó con (Ebitu et al., 2021) en la identificación de problemas como la carencia de un fuerte backend y de un protocolo de validación especializada basada en el criterio humano. No obstante, mediante el análisis realizado sobre los

⁶Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos/Simples)

⁷ Sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (Plataforma ArcGIS, 2021)

¹⁰Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos/Simples)

¹¹ Sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (Plataforma ArcGIS, 2021)

mediante el análisis realizado sobre los datos recopilados, se obtuvieron los principales patrones de distribución espacio-temporales de la plaga, que fueron diseminados a los agricultores involucrados en el proyecto, y que pudieran ser de gran utilidad por autoridades oficiales para control de plagas en esepaís.

3.3.4 Proyecto de (Malek et al., 2018)

De acuerdo con (Ebitu et al., 2021), otro proyecto basado en la supervisión mediante imágenes fue empleado por (Malek et al., 2018) para el mapeo, el registro, la monitorización y la predicción del comportamiento de la plaga de chinches marrón marmolada.

Para este estudio, se utilizó una aplicación móvil llamada “BugMap”, la cual además de ofrecer una guía para el reconocimiento de las distintas etapas del ciclo de vida de la plaga, permitía recolectar la información reportada por los participantes referente a la ubicación geográfica (manual o automática) y la fecha del avistamiento. Otros datos necesarios en el reporte eran el número de especímenes, la etapa fenológica (adulto, ninfa, ambos o desconocido), el tipo de avistamiento (por medio de trampas, entre otros), la locación (dentro o fuera de edificios, zonas agrícolas, áreas urbanas, entre otras), y sobre todo la imagen del insecto.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizaron tertulias sobre el tema de supervisión con esta aplicación en Universidades, conferencias, programas de TV y en plataformas de la web (Instagram y Facebook) para diseminar e incentivar interés al público en general. Como

datos recopilados, se obtuvieron los principales patrones de distribución espacio-temporales de la plaga, que fueron diseminados a los agricultores involucrados en el proyecto, y que pudieran ser de gran utilidad por autoridades oficiales para control de plagas en esepaís.

3.3.8 Proyecto de (Malek et al., 2018)

De acuerdo con (Ebitu et al., 2021), otro proyecto basado en la supervisión mediante imágenes fue empleado por (Malek et al., 2018) para el mapeo, el registro, la monitorización y la predicción del comportamiento de la plaga de chinches marrón marmolada.

Para este estudio, se utilizó una aplicación móvil llamada “BugMap”, la cual además de ofrecer una guía para el reconocimiento de las distintas etapas del ciclo de vida de la plaga, permitía recolectar la información reportada por los participantes referente a la ubicación geográfica (manual o automática) y la fecha del avistamiento. Otros datos necesarios en el reporte eran el número de especímenes, la etapa fenológica (adulto, ninfa, ambos o desconocido), el tipo de avistamiento (por medio de trampas, entre otros), la locación (dentro o fuera de edificios, zonas agrícolas, áreas urbanas, entre otras), y sobre todo la imagen del insecto.

Para llevar a cabo este proyecto, se realizaron tertulias sobre el tema de supervisión con esta aplicación en Universidades, conferencias, programas de TV y en plataformas de la web (Instagram y Facebook) para diseminar e incentivar interés al público en general. Como resultado, un grupo de usuarios se registraron mediante el portal de Facebook

resultado, un grupo de usuarios se registraron mediante el portal de Facebook y otro directamente en la Edmund Mach Foundation, teniendo este último un entrenamiento formal de cómo identificar y usar la aplicación con más profundidad. Para la evaluación de la calidad de los reportes, cinco expertos fueron escogidos, lo cuales les enviaban mensajes por medio de la aplicación “BugMap” para agradecer la contribución o simplemente para indicar el error cometido durante la captación de datos.

A pesar del uso de diferentes herramientas para determinar la distribución de la plaga tomando en cuenta aspectos medioambientales, tal como el software *MaxEnt*⁸, el proyecto no tuvo en cuenta una infraestructura sólida para la presentación de los datos recopilados y validados.

3.3.5 Proyecto de (Mutembesa et al., 2018, 2019)

Otro trabajo como el de (Mutembesa et al., 2018), se llevó a cabo bajo el principio de una vigilancia en tiempo real de las plagas y enfermedades en el cultivo de la yuca en el país de Uganda (en 4 de sus 6 regiones agrícolas). Para lograr dicho objetivo, se contó con un grupo determinado de personas de distintas especializaciones o perfiles: agricultores, expertos de cultivos y trabajadores de Servicios de Extensión Estatal y no Estatal; todos los participantes (pertenecientes a determinadas regiones de Uganda) fueron entrenados en la primera semana del proyecto para llevar a cabo las tareas de crowdsourcing. El sistema contó

y otro directamente en la Edmund Mach Foundation, teniendo este último un entrenamiento formal de cómo identificar y usar la aplicación con más profundidad. Para la evaluación de la calidad de los reportes, cinco expertos fueron escogidos, lo cuales les enviaban mensajes por medio de la aplicación “BugMap” para agradecer la contribución o simplemente para indicar el error cometido durante la captación de datos.

A pesar del uso de diferentes herramientas para determinar la distribución de la plaga tomando en cuenta aspectos medioambientales, tal como el software *MaxEnt*¹², el proyecto no tuvo en cuenta una infraestructura sólida para la presentación de los datos recopilados y validados.

3.3.9 Proyecto de (Mutembesa et al., 2018, 2019)

Otro trabajo como el de (Mutembesa et al., 2018), se llevó a cabo bajo el principio de una vigilancia en tiempo real de las plagas y enfermedades en el cultivo de la yuca en el país de Uganda (en 4 de sus 6 regiones agrícolas). Para lograr dicho objetivo, se contó con un grupo determinado de personas de distintas especializaciones o perfiles: agricultores, expertos de cultivos y trabajadores de Servicios de Extensión Estatal y no Estatal; todos los participantes (pertenecientes a determinadas regiones de Uganda) fueron entrenados en la primera semana del proyecto para llevar a cabo las tareas de crowdsourcing. El sistema contó con tres componentes principales que

⁸ Software usado como un algoritmo de aprendizaje de máquina que aplica el principio de la entropía para predecir la potencial distribución de especies a partir de los datos “solo presenciales” y de variables medioambientales.

¹² Software usado como un algoritmo de aprendizaje de máquina que aplica el principio de la entropía para predecir la potencial distribución de especies a partir de los datos “solo presenciales” y de variables medioambientales.

con tres componentes principales que aseguraron su robusta funcionalidad:

- **La aplicación Android AdSurv:** Esta aplicación fue usada por los 29 participantes involucrados en el proyecto para realizar la actividad de recolección de datos. La forma de colección fue estructurada por la imagen de la planta, una etiqueta para clasificar el tipo de imagen y las coordenadas GPS del lugar en donde fue tomada la foto. Dichos datos fueron enviados a un servidor central y mapeados automáticamente en tiempo real.
- **El Servidor back-end AdSurv:** En el back-end, el Sistema usó un servidor de base de datos personalizada que recibe los datos de la aplicación Android, y lleva a cabo algunos resúmenes estadísticos a partir de esos datos para un mejor entendimiento del número de envíos por agricultor, las tendencias de los reportes, entre otros.
- **La interfaz Web:** Esta interfaz está constituida por una aplicación cartográfica que utiliza Google Maps para mostrar las ubicaciones de los registros subidos por la aplicación móvil en un mapa a tiempo real. Además, la interfaz contó con un dashboard para presentar los resúmenes estadísticos de características de los reportes, los datos coleccionados, así como sus tendencias.

Aunque, el objetivo del proyecto fue logrado, se determinaron algunos errores que surgieron a raíz de su ejecución, tales como el control de la calidad de las imágenes subidas al sistema y de la realización de un buen incentivo para los diferentes tipos de participantes.

Posteriormente, tomando como base los problemas y necesidades del proyecto anterior, en(Mutembesa et al., 2019) la app AdSurv fue mejorada significativamente

aseguraron su robusta funcionalidad:

- **La aplicación Android AdSurv:** Esta aplicación fue usada por los 29 participantes involucrados en el proyecto para realizar la actividad de recolección de datos. La forma de colección fue estructurada por la imagen de la planta, una etiqueta para clasificar el tipo de imagen y las coordenadas GPS del lugar en donde fue tomada la foto. Dichos datos fueron enviados a un servidor central y mapeados automáticamente en tiempo real.
- **El Servidor back-end AdSurv:** En el back-end, el Sistema usó un servidor de base de datos personalizada que recibe los datos de la aplicación Android, y lleva a cabo algunos resúmenes estadísticos a partir de esos datos para un mejor entendimiento del número de envíos por agricultor, las tendencias de los reportes, entre otros.
- **La interfaz Web:** Esta interfaz está constituida por una aplicación cartográfica que utiliza Google Maps para mostrar las ubicaciones de los registros subidos por la aplicación móvil en un mapa a tiempo real. Además, la interfaz contó con un dashboard para presentar los resúmenes estadísticos de características de los reportes, los datos coleccionados, así como sus tendencias.

Aunque, el objetivo del proyecto fue logrado, se determinaron algunos errores que surgieron a raíz de su ejecución, tales como el control de la calidad de las imágenes subidas al sistema y de la realización de un buen incentivo para los diferentes tipos de participantes.

Posteriormente, tomando como base los problemas y necesidades del proyecto anterior, en(Mutembesa et al., 2019) la app AdSurv fue mejorada significativamente agregándole nuevas secciones o módulos, para reformar los mecanismos de

agregándole nuevas secciones o módulos, para reformar los mecanismos de retroalimentación de cara al agricultor. En total contó con 4 secciones:

- **Módulo de Colección de datos:** Fue implementado con el mismo método de recolección que en (Mutembesa et al., 2018), mejorando la resolución de la imagen geo etiquetada.
- **Módulo de Diagnóstico:** Esta sección se ejecuta sobre un modelo entrenado de Máquina de Aprendizaje que corre una optimizada red neuronal para identificar las cuatro enfermedades más importantes en el cultivo de la yuca. Los agricultores solo deben tomar una imagen de la hoja afectada y la enfermedad es diagnosticada en pocos segundos.
- **Módulo para el canal de noticias:** Provee contenido relacionado con temas de la agricultura en línea, facilitando su acceso a agricultores de lugares con poca señal. Algunos de estos temas incluyen artículos de control de plagas, síntomas de enfermedades, manejo de cosechas, las mejores prácticas agronómicas, entre otras.
- **Módulo para Chat y “Preguntas y Respuestas”:** Este módulo permite que los agricultores y los expertos tengan una comunicación directa para el intercambio de opiniones y conocimientos sobre el cultivo de la yuca y de asuntos generales de la agricultura.

Conclusiones

La Información Geográfica Voluntaria ha demostrado ser de gran valor dentro de la Infraestructura de Datos Espaciales, brindando la posibilidad de contribución de información por cualquier ciudadano interesado en los diferentes temas tanto de origen político, social y natural. A pesar de sus diferentes clasificaciones, este tipo de

retroalimentación de cara al agricultor. En total contó con 4 secciones:

- **Módulo de Colección de datos:** Fue implementado con el mismo método de recolección que en (Mutembesa et al., 2018), mejorando la resolución de la imagen geo etiquetada.
- **Módulo de Diagnóstico:** Esta sección se ejecuta sobre un modelo entrenado de Máquina de Aprendizaje que corre una optimizada red neuronal para identificar las cuatro enfermedades más importantes en el cultivo de la yuca. Los agricultores solo deben tomar una imagen de la hoja afectada y la enfermedad es diagnosticada en pocos segundos.
- **Módulo para el canal de noticias:** Provee contenido relacionado con temas de la agricultura en línea, facilitando su acceso a agricultores de lugares con poca señal. Algunos de estos temas incluyen artículos de control de plagas, síntomas de enfermedades, manejo de cosechas, las mejores prácticas agronómicas, entre otras.
- **Módulo para Chat y “Preguntas y Respuestas”:** Este módulo permite que los agricultores y los expertos tengan una comunicación directa para el intercambio de opiniones y conocimientos sobre el cultivo de la yuca y de asuntos generales de la agricultura.

Conclusiones

La Información Geográfica Voluntaria ha demostrado ser de gran valor dentro de la Infraestructura de Datos Espaciales, brindando la posibilidad de contribución de información por cualquier ciudadano interesado en los diferentes temas tanto de origen político, social y natural. A pesar de sus diferentes clasificaciones, este tipo de información ha sido utilizada, intercambiamente, para la solución de

información ha sido utilizada, intercambiamente, para la solución de problemas en el área de la agricultura. Concretamente, ha servido de apoyo en el Manejo Integral de Plagas para la supervisión de todo lo que es comprendido como plaga, y de esta manera minimizar los efectos nocivos en los cultivos de una forma más rápida.

Además, se determinó que el uso de imágenes de la plaga durante la captación de datos puede ser de gran valor en el momento de su identificación no solo por parte de los especialistas o expertos en el tema, sino también para los propios ciudadanos comunes como una vía de aprendizaje visual sobre el insecto o la patología invasora. Por otra parte, es necesario señalar que la mayoría de los proyectos de IGV basado en MIP tuvieron como fuente información geográfica *facilitada*.

Si bien Cuba ha tenido mucha experiencia en el tradicional Manejo Integrado de Plagas, aún sigue siendo pionera en el uso de la infraestructura de datos espaciales nacional o foránea para el control de las plagas, aunque se destaque en proyectos cartográficos que van desde el manejo antieriesgos de desastres Rodríguez y otros (2018), (2020) hasta en la supervisión del uso de tierra para la agricultura (García, 2020). El MIP basado en IGV, actualmente, constituye un valioso enfoque a tomar en cuenta por el gobierno e instituciones científicas cubanas para ampliar los horizontes de los nuevos proyectos cartográficos.

problemas en el área de la agricultura. Concretamente, ha servido de apoyo en el Manejo Integral de Plagas para la supervisión de todo lo que es comprendido como plaga, y de esta manera minimizar los efectos nocivos en los cultivos de una forma más rápida.

Además, se determinó que el uso de imágenes de la plaga durante la captación de datos puede ser de gran valor en el momento de su identificación no solo por parte de los especialistas o expertos en el tema, sino también para los propios ciudadanos comunes como una vía de aprendizaje visual sobre el insecto o la patología invasora. Por otra parte, es necesario señalar que la mayoría de los proyectos de IGV basado en MIP tuvieron como fuente información geográfica *facilitada*.

Si bien Cuba ha tenido mucha experiencia en el tradicional Manejo Integrado de Plagas, aún sigue siendo pionera en el uso de la infraestructura de datos espaciales nacional o foránea para el control de las plagas, aunque se destaque en proyectos cartográficos que van desde el manejo antieriesgos de desastres Rodríguez y otros (2018), (2020) hasta en la supervisión del uso de tierra para la agricultura (García, 2020). El MIP basado en IGV, actualmente, constituye un valioso enfoque a tomar en cuenta por el gobierno e instituciones científicas cubanas para ampliar los horizontes de los nuevos proyectos cartográficos.

Bibliografía / References

- Abd El-Ghany, N.M., Abd El-Aziz, S.E., Marei, S.S., 2020. A review: application of remote sensing as a promising strategy for insect pests and diseases management, *Environmental Science and Pollution Research*, 1–13. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09517-2>
- Antoniou, V., Capineri, C., Haklay, M., 2018. VGI and Beyond: From Data to Mapping, in: Kent, A.J., Vujakovic, P. (Eds.), *The Routledge Handbook of Mapping and Cartography*. Abingdon: Routledge, pp. 475–488.
- Basiouka, S., Potsiou, C., 2014. The volunteered geographic information in cadastre: perspectives and citizens' motivations over potential participation in mapping. *GeoJournal* 9, 343–355. <https://doi.org/DOI.10.1007/s10708-013-9497-7>
- Bimonte, S., Besnard, A., Edoh-Alove, E., Hassan, A., Prince, C., Sakka, A., Zaraté, P., 2018a. VGI users & data centered methods for the analysis of farmland biodiversity indicators open issues. Presented at the 21th AGILE International Conference on Geographic Information Science, Suecia, p. 7.
- Bimonte, S., Besnard, A., Edoh-Alove, E., Hassan, A., Prince, C., Sakka, A., Zaraté, P., 2018b. VGI users & data centered methods for the analysis of farmland biodiversity indicators open issues. Presented at the 21th AGILE International Conference on Geographic Information Science (AGILE 2018), OATAO, Lund, Suecia, p. 5.
- Bontemps, S., Herold, M., Kooistra, L., van Groenestijn, A., Hartley, A., Arino, O., Moreau, I., Defourny, P., 2012. Revisiting land cover observation to address the needs of the climate modeling community. *Biogeosciences* 9, 2145–2157. <http://dx.doi.org/10.5194/bg-9-2145-2012>
- Cetl, V., Ioannidi, C., Dalyot, S., Doytsher, Y., Felus, Y., Haklay, M., Mueller, H., Potsiou, C., Rispoli, E., Siriba, D., 2019. The land surveyors role in the Era of crowdsourcing and VGI: new trends in geospatial information : current state and practices within the land surveying, mapping and geo-science communities. The International Federation of Surveyors (FIG), Frederiksberg.
- Chrisman, N., 1997. *Exploring geographic information systems*. John Wiley & Sons, New York.
- Cinnamon, J., Schuurman, N., 2013. Confronting the data-divide in a time of spatial turns and volunteered geographic information. *GeoJournal* 78, 657–674. <https://doi.org/DOI.10.1007/s10708-012-9458-6>
- Coleman, D.J., Georgiadou, Y., Labonte, J., 2009. Volunteered Geographic Information: The Nature and Motivation of Producers. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 4, 332–358.
- Craglia, M., Ostermann, F., Ostermann, L., 2012. Digital Earth from vision to practice: making sense of citizen-generated content. *International Journal of Digital Earth* 5, 398–416.
- Craglia, M., Ostermann, F., Spinsanti, L., 2012. Digital Earth from vision to practice: making sense of citizen-generated content. *International Journal of Digital Earth* 5, 398–416. <https://doi.org/10.1080/17538947.2012.712273>
- Ding, X., Fan, H., 2019. Exploring the Distribution Patterns of Flickr Photos. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 8, 418. <https://doi.org/10.3390/ijgi8090418>
- Ebitu, L., Avery, H., Mourad, K.A., Enyetu, J., 2021. Citizen science for sustainable agriculture – A systematic literature review. *Land Use Policy* 103, 105326. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105326>
- Entz, M.H., Kirk, A.P., Vaisman, I., Fox, S.L., Fetch, J.M., Hobson, D., Jensen, H.R., Rabinowicz, J., 2015. Farmer Participation in Plant Breeding for Canadian Organic Crop Production: Implications for Adaptation to Climate Uncertainty. *Procedia Environmental Sciences* 29, 238–239.
- Fand, B.B., Choudhary, J.S., Kumar, M., Bal, S.K., 2014. Phenology Modelling and GIS Applications in Pest Management: A Tool for Studying and Understanding Insect-Pest Dynamics in the Context of Global Climate Change, in: Gaur, R.K., Sharma, P. (Eds.), *Approaches to Plant Stress and Their Management*. Springer, India.

- Fast, V., Rinner, C., 2018. Toward a participatory VGI methodology: crowdsourcing information on regional food assets. *International Journal of Geographical Information Science* 32, 2209–2224. <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1480784>
- Fast, V., Rinner, C., 2014. A Systems Perspective on Volunteered Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 3, 1278–1292. <https://doi.org/10.3390/ijgi3041278>
- Fuenzalida, M., 2015. La perspectiva del análisis espacial en los Sistemas de Información Geográfica, in: Miraglia, M., Caloni, N., Buzai, G.D. (Eds.), *Sistemas de Información Geográfica En La Investigación Científica Actual*. UNGS, Buenos Aires, Argentina.
- García, E.B., 2020. Sistema de Información Geográfica para el control de cultivos.
- Gómez-Barrón, J., Manso Callejo, M.Á., Alcarria, R., Iturrioz, T., 2016. Volunteered Geographic Information System Design: Project and Participation Guidelines. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 5, 108. <https://doi.org/10.3390/ijgi5070108>
- Goodchild, Michael F., 2007a. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 2, 24–32. <https://doi.org/10.2902/>
- Goodchild, Michael F., 2007b. Citizens as sensors: The world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221. <https://doi.org/DOI.10.1007/s10708-007-9111-y>
- Goodchild, Michael F., 2007c. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research* 2, 24–32. <https://doi.org/10.2902/>
- Goodchild, Michael F., 2007. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal* 69, 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10708-007-9111-y>
- Haklay, M., Sui, D.Z., Elwood, S., Goodchild, M.F., 2013. Citizen science and volunteered geographic information: Overview and typology of participation., in: *Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice*. The Netherlands, Springer: Dordrecht, pp. 105–122.
- Howe, J., 2006. The rise of crowdsourcing. *Wired Mag.* 14, 1–4.
- Karthikeyana, L., Chawlac, I., Mishra, A.K., 2020. A review of remote sensing applications in agriculture for food security: Crop growth and yield, irrigation, and crop losses. *Journal of Hydrology* 586. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124905>
- Kearns, R., 2005. Knowing seeing? Undertaking observational research, in: *Qualitative Research Methods in Human Geography*. Oxford University Press, New York, pp. 192–206.
- Keßler, C., Janowicz, K., Bishr, M., 2009. An Agenda for the Next Generation Gazetteer: Geographic Information Contribution and Retrieval. Presented at the Proceedings of the 17th ACM SIGSPATIAL International Conference on Advances in Geographic Information Systems, Seattle, Washington, USA, pp. 91–100.
- Lake, R., Farley, J., 2007. Infrastructure for the geospatial Web., in: Scharl, A., Tochtermann, K. (Eds.), *The Geospatial Web: How Geobrowsers, Social Software, and the Web 2.0 Are Shaping the Network Society*. Londres, Springer.
- Losada, N., 2019. La Cartografía Colaborativa o Información Geográfica Voluntaria. *Geoinnova*. URL <https://geoinnova.org/blog-territorio/cartografia-colaborativa/> (accessed 12.9.20).
- Luther, G.C., Rajotte, E.G., Harris, C., Sherwood, S., Gallagher, K., Mangan, J., Gamby, K.T., 2005. Developments and innovations in farmer field schools and the training of trainers, in: Norton, G.W. (Ed.), *Globalizing Integrated PestManagement- A Participatory Research Process*. Blackwell Publishing Ltd, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Mahlein, A.K., 2015. Plant disease detection by imaging sensors – parallels and specific demands for precision agriculture and plant phenotyping. *Plant Dis* 100, 241–251.
- Malek, R., Tattoni, C., Ciolli, C., Corradini, S., Andreis, D., Ibrahim, A., Mazzoni, V., Eriksson, A., Anfora, G., 2018. Coupling Traditional Monitoring and Citizen Scienceto Disentangle the Invasion of *Halyomorpha halys*. *ISPRS Int. J. Geo-Inf* 7. <https://doi.org/doi:10.3390/ijgi7050171>

- Martínez, M., Moreno, I., Ortiz, R., Acosta, R., Cárdenas, R.M., Ríos, H., 2018. Mejoramiento de los cultivos y las semillas con participación de los agricultores a nivel local. Experiencias en Cuba.
- Miranda, I., 2019. Pronóstico de la distribución de las principales plagas de *Solanum tuberosum* L. en correspondencia con el desarrollo del cultivo en escenarios climáticos futuros (Proyecto). Cuba.
- Mondragón, R.M.B., 2019. La Aplicación De Los Sistemas De Información Geográfica En Estudios De Evaluación De Impacto Social Para El Sector De Hidrocarburos (Maestría). Iztapalapa, México, Ciudad de México.
- Morii, Y., Nakano, T., 2017. Citizen science reveals the present range and a potential native predator of the invasive slug *Limax maximus* Linnæus, 1758 in Hokkaido, Japan. *BioInvasions Records* 6, 181–186. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.3391/bir.2017.6.3.01](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.3391/bir.2017.6.3.01)
- Mutembesa, D., Omongo, C., Mwebaze, E., 2018. Crowdsourcing Real-Time Viral Disease and Pest Information: A Case of Nation-Wide Cassava Disease Surveillance in a Developing Country. *HCOMP* 6.
- Mutembesa, D., Omongo, C., Mwebaze, E., Nsumba, S., Mutaasa, H., 2019. Mobile community sensing with smallholder farmers in a developing nation. A scaled pilot for crop health monitoring. *HCOMP* 6.
- Neumann, W.P., Dixon, S.M., Ekman, M., 2012. Ergonomics action research I: shifting from hypothesis testing to experiential learning. *Ergonomics* 55, 1127–1139. <https://doi.org/doi:10.1080/00140139.2012.700327>
- Norton, G.W., Rajotte, E.G., Heinrichs, E.A., Irwin, M.E., De Datta, S.K., 2005a. The Need for Cost-Effective Design and Diffusion of IPM, in: *Globalizing Integrated PestManagement- A Participatory Research Process*. Blackwell Publishing Ltd, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Norton, G.W., Rajotte, E.G., Luther, G.C., 2005b. Participatory Integrated Pest Management (PIPM) Process, in: Heinrichs, E.A., Irwin, M.E. (Eds.), *Globalizing Integrated PestManagement- A Participatory Research Process*. Blackwell Publishing Ltd, 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014, USA.
- Olteanu-Raimond, A.-M., See, L., Schultz, M., Foody, G., Riffler, M., Gasber, T., Jolivet, L., Bris, A. le, Meneroux, Y., Liu, L., Poupée, M., M. Gombert, 2020. Use of Automated Change Detection and VGI Sources for Identifying and Validating Urban Land Use Change. *Remote Sensing* 12, 1186. <https://doi.org/10.3390/rs12071186>
- Osawa, T., Yamanaka, T., Nakatani, Y., Nishihiro, J., Mahoro, S., Sasaki, S., 2017. A crowdsourcing approach to collecting photo based insect and plant observation records. *Biodiversity Data Journal* 5, 21–27. [https://doi.org/doi: 10.3897/BDJ.5.e21271](https://doi.org/doi:10.3897/BDJ.5.e21271)
- Padhy, D., 2020. *Principles of Integrated Pest and Disease Management*.
- Pérez, I., 2000. Fundamentos teóricos del manejo integrado de plagas. *Boletín de la SEA* 127–133.
- Perez-Garcia, C.A., Pérez-Atray, J.J., Hernández-Santana, L., Gustabello-Cogle, R., Armas, E.B., 2019. Sistema de Información Geográfica para la agricultura cañera en la provincia de Villa Clara. *Rev. Cuba. Cienc. Inform.* 13, 30–46.
- PESHIN, R., DHAWAN, A.K., 2009a. *Integrated Pest Management: Dissemination and Impact*. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- PESHIN, R., DHAWAN, A.K., 2009b. *Integrated Pest Management: Innovation-Development Process*. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- Peteira, B., 2020. La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal* 35, 12.
- Peteira Delgado-Oramas, B., 2020. La resistencia inducida como alternativa para el manejo de plagas en las plantas de cultivo. *Revista de Protección Vegetal* 35, 12.
- Prasad, Y.G., Prabhakar, M., 2012. Pest monitoring and forecasting, in: Abrol, D.B., Shankar, U. (Eds.), *Integrated Pest Management*. CAB International, Wallingford.
- Pretty, J.N., 1995. Participatory learning for sustainable agriculture. *World Dev* 23, 1247–1263.
- Rodríguez, S.V., Correa, R.E., Tur, S., González, J.R., Crespo, V., 2020. Servicio de datos geoespaciales para la gestión de riesgos de desastres en el Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil. *Revista Cubana de Transformación Digital* 1, 96–110.

- Rodríguez, S.V., Correa, R.E., Tur, S., González, J.R., Delgado, T., 2018. Bases tecnológicas para el desarrollo de geoservicios para la gestión de riesgos de desastres en Cuba. Presented at the X Congreso Internacional sobre Desastres, Palacio de las Convenciones, Cuba, p. 10.
- See, L., Estima, J., Pödör, A., Arsanjani, J.J., Laso, J.C., Vatséva, R., 2017. Categorisation of VGI Sources for Mapping, in: Foody, G., Fritz, S., Mooney, P., Olteanu-Raimond, A.-M., Costa Fonte, C., Antoniou, V. (Eds.), Mapping and the Citizen Sensor. Ubiquity Press Ltd., Londres, Reino Unido, pp. 13–36.
- See, L., Mooney, P., Foody, G., Bastin, L., Comber, A., Estima, J., Fritz, S., Kerle, N., Jiang, B., Laakso, M., 2016. Crowdsourcing, citizen science or Volunteered Geographic Information? The current state of crowdsourced geographic information. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 5.
- Seeger, C.J., 2008. The Role of Facilitated Volunteered Geographic Information in the Landscape Planning and Site Design Process. *Geojournal* 72, 199–213.
- Sieber, R., 2006. Public participation geographic information systems: a literature review and framework. *Annals of the Association of American Geographers* 96, 491-507. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1467-8306.2006.00702.x>
- Sun, T., Xia, H., Li, L., Shen, H., Liu, Y., 2019. A Semantic Expansion Model for VGI Retrieval. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 8, 589. <https://doi.org/10.3390/ijgi8120589>
- Sun, Z., Wang, D., Zhong, G., 2018. Extraction of Farmland Geographic Information Using OpenStreetMap Data, in: 2018 7th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics). Presented at the 2018 7th International Conference on Agro-geoinformatics (Agro-geoinformatics), pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/Agro-Geoinformatics.2018.8476088>
- Tomlinson, R., 2007. Thinking about GIS: geographic information system planning for managers. ESRI Press., Redlands.
- Tully, D., Tully, D., Tully, D., Tully, D., Tully, D., Tully, D., 2015. Hybrid 3D rendering of large map data for crisis management. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 4, 1033. <https://doi.org/0.3390/ijgi4031033>
- Turner, A., 2006. Introduction to Neogeography [WWW Document]. URL <http://oreilly.com/catalog/9780596529956/cover.html>
- Van den Berg, H., Senerath, H., Amarasinghe, L., 2002. Participatory IPM in Sri Lanka: A broad-Scale and In-Depth Impact Analysis. Presented at the ; FAO Programme for Community IPM in Asia, Wageningen, The Netherland.
- Vázquez, L.L., 2017. EL CONTROL BIOLÓGICO INTEGRADO AL MANEJO TERRITORIAL DE PLAGAS DE INSECTOS EN CUBA. *agroecologia* 12, 39–46.
- Vázquez, L.L., 2006. La lucha contra las plagas agrícolas en Cuba. De las aplicaciones de plaguicidas químicos por calendario al manejo agroecológico de plagas. *FITOSANIDAD* 10, 221–242.
- Verplanke, J., McCall, M.K., Uberhuaga, C., Rambaldi, G., Haklay, M., 2016. A Shared Perspective for PGIS and VGI. *The Cartographic Journal* 53, 308–317. <https://doi.org/10.1080/00087041.2016.1227552>
- Yan, Y., 2016. Exploring Volunteered Geographic Information with data quality control for integrated pest management.
- Yan, Y., Feng, C.-C., Chang, K.T.-T., 2017. Towards enhancing integrated pest management based on volunteered geographic information. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 6, 224. <https://doi.org/doi:10.3390/ijgi6070224>
- Yan, Y., Feng, C.-C., Huang, W., Fan, H., Wang, Y.-C., Zipf, A., 2020. Volunteered geographic information research in the first decade: a narrative review of selected journal articles in GIScience. *International Journal of Geographical Information Science*. <https://doi.org/10.1080/13658816.2020.1730848>
- Zhang, G., 2020. Spatial and Temporal Patterns in Volunteer Data Contribution Activities: A Case Study of eBird. *ISPRS Int. J. Geo-Inf* 9, 597. <https://doi.org/doi:10.3390/ijgi9100597>
- Zhang, J., Huang, Y., Pu, R., Gonzalez-Moreno, P., Yuan, L., Wu, K., Huang, W., 2019a. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. *Computers and Electronics in Agriculture* 169.

Zhang, J., Huang, Y., Pu, R., Gonzalez-Moreno, P., Yuan, L., Wu, K., Huang, W., 2019b. Monitoring plant diseases and pests through remote sensing technology: A review. Computers and Electronics in Agriculture 165. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104943>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.104943>.