

Manejo de la flora arvense en un agroecosistema mediante el uso de Cartografía Colaborativa

Management of weed flora in an agroecosystem using Collaborative Mapping

Rider Raúl Espinosa Pérez^{1,*}, Neili Machado García¹ y Heriberto Vargas Rodríguez²

¹Departamento de Informatización, Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez". Carretera Tapaste km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. C.P. 32700. ²Departamento de Suelo y Agua, Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez". Carretera Tapaste km 23 ½. San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. C.P. 32700. *Autor para correspondencia (e-mails: riderraule@gmail.com, rider@unah.edu.cu).

Palabras clave: Información Geográfica Voluntaria, malezas, manejo integrado de plagas

Keywords: Volunteered Geographic Information, weed, pest integrated management

Citación: Espinosa, R.R., Machado, N. & Vargas, H. 2025. Manejo de la flora arvense en un agroecosistema mediante el uso de Cartografía Colaborativa. *Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana* 46: 91-94.

Recibido: 30 de octubre de 2024. **Aceptado:** 27 de agosto de 2025. **Publicado en línea:** 29 de diciembre de 2025. **Editor encargado:** Luis Manuel Leyva.

La flora arvense ha tenido un gran impacto en las tareas de la agricultura y en los ecosistemas, lo cual influye de forma negativa en la productividad de los cultivos (Scavo & al. 2018, Bautista & al. 2023). Las arvenses, también denominadas como malezas y malas hierbas, constituyen la vegetación segetal asociada a los cultivos, caracterizada además por su alta competitividad en el acaparamiento de recursos como el agua, la luz del sol y los nutrientes del suelo, y por su alelopatía y parasitismo (Lima & al. 2021, Monteiro & Santos 2022), lo que impide el desarrollo normal de los cultivos, y por consiguiente la disminución del rendimiento y calidad (Scavo & al. 2018, Bautista & al. 2023). La mayoría de las malezas no solo producen sustancias nocivas, sino que suelen ser fuente y reservorio de otros tipos de plagas como insectos, ácaros, hongos, nemátodos, bacterias y virus, que pueden ser perjudiciales para el cultivo (Perniola & al. 2019, Solano & Gúzman 2020, Torres & al. 2022).

En las últimas décadas, el Manejo Integrado de Plagas (MIP) ha tomado un perfil más participativo para su identificación y control; ya que complementa el conocimiento de los agricultores y de los expertos para mejorar la comunicación de los problemas que pueden ocasionar las malezas y la mejor forma de combatirlos. Algunos ejemplos de este enfoque incluyen principalmente a la Escuela de Campo para Agricultores, Seminarios estructurados y Congresos de Agricultores, entre otros (Yan & al. 2017, Padhy 2020, Matowo & al. 2022, Samal & al. 2022).

Debido a la resistencia y las formas de dispersión de las arvenses, algunas investigaciones en el ámbito de la Cartografía Colaborativa (Losada 2019) se han centrado en su identificación y caracterización en los agroecosistemas. Esta ardua tarea se ha realizado por diferentes vías, ya sea a través de modelos de contribución de datos para lugares con poca conexión a internet (Gallo & Waitt 2011), así como

mediante el uso de dispositivos móviles (Rahman & al. 2015), lo cual ha permitido lograr un seguimiento del comportamiento de la flora arvense.

Dicho fenómeno no solo ha sido mencionado en la literatura como Información Geográfica Voluntaria (IGV) (Goodchild 2007, Zhang 2020), sino que también se le ha asociado con otros términos del ámbito público y digital debido a su origen, tales como Cartografía Colaborativa (Losada 2019), *crowdsourcing* (conocido como "Colaboración abierta distribuida" en español) (Howe 2006, Cetl & al. 2019), y/o Ciencia Ciudadana (See & al. 2019). Esta forma de creación de contenido por usuarios no expertos ha revolucionado la adquisición de información geográfica para la actualización de mapas gubernamentales y de acceso restringido (Goodchild 2007).

En conjunto con los Sistemas de Información Geográficas (SIG), la Cartografía Colaborativa constituye una vía útil para el desarrollo de una agricultura sostenible y precisa. Gracias a ello, el productor obtiene un conocimiento detallado de toda la información asociada a cada área o campo para un mejor uso y manejo de los recursos que dispone, así como la aplicación de técnicas precisas para el MIP (Yan & al. 2017, 2020). Sin embargo, pocas investigaciones han llevado a la práctica el control y la supervisión de la flora arvense en la agricultura mediante el uso de los SIG y la IGV como sistemas de apoyo en la toma oportuna de decisiones.

En Cuba, la sanidad vegetal ha sido desarrollada con una tendencia agroecológica, principalmente al tomar en cuenta las demandas del sector agrario con variadas contribuciones (Vázquez 2006). La agroecología cubana posee una amplia experiencia en el MIP en general y de la flora arvense en particular, así como el trabajo desarrollado desde hace varios años en la informatización de la sociedad, tales como

los proyectos realizados por Plana & al. (2004), Sánchez & al. (2009) y Balmaseda & Romero (2012). No obstante, aunque se han demostrado resultados positivos en proyectos sociales y medioambientales realizados en escuelas primarias y en el sector de la salud que involucra a la Cartografía Colaborativa (Rojas Martínez 2016, Rojas Martínez & al. 2018), aún es incipiente en su uso para el control de las plantas arvenses.

En esta investigación se propone **GeoArvense**, una herramienta geoespacial para la identificación, la caracterización y documentación de la flora arvense en tiempo real, mediante el uso de las bases de la Cartografía Colaborativa. A partir de este enfoque participativo, se identificó la Información Geográfica Voluntaria Facilitada, propuesta por Yan (2016), como la forma de obtención de información geográfica más adecuada, así como el método de porcentaje de cobertura propuesto por Pérez & al. (2008) para evaluar las arvenses en una escala de cuatro grados de enmalezamientos. De forma jerárquica, pueden participar aquellos agricultores con un determinado conocimiento empírico sobre el tema, y determinados expertos de la zona.

La Granja Universitaria "El Guayabal" de la Universidad Agraria de La Habana fue tomada como área de estudio. La misma se encuentra ubicada en el municipio San José de Las Lajas de la provincia Mayabeque. Para el desarrollo de sus actividades, la granja cuenta con un área global de 665,7 ha, de las cuales se han destinado 72,2 ha a la producción agropecuaria, con 150 trabajadores.

Se empleó la información de las Áreas de la Granja Universitaria registrada por los especialistas de la Facultad de Agronomía de la Universidad Agraria de La Habana y de los datos geoespaciales de sus áreas productivas auxiliados por la aplicación móvil *Fields Area Measure Pro* para la medición de los terrenos. Además, se emplearon mapas base, ofrecidos por servicios gratuitos en línea pertenecientes a *Google Maps*, *Open Street Map*, *Memo Maps* y *Open Topo Maps*.

La presente investigación está basada en el diseño metodológico propuesto por Gómez-Barrón & al. (2016) y de las pautas establecidas por Fast & Rinner (2014, 2018). Esta metodología toma en consideración el desarrollo y el despliegue del sistema en función del objetivo identificado, por medio de un desarrollo iterativo, que abarca los componentes de cualquier proyecto.

Para la articulación del sistema en el escenario productivo fue necesario definir los actores o participantes en el proceso de identificación del grado de enmalezamiento. Tales criterios se sustentan en lo planteado por Gallo & Waitt (2011), Malek & al. (2018) y Mutembesa & al. (2019) para proyectos que involucran la Contribución Colaborativa en el MIP, donde el empleo de un orden jerárquico a partir de roles para la delegación de tareas constituye una novedad en este tipo de investigaciones.

Por consiguiente, se determinó el alcance de cada rol de participante o usuario basado en los criterios anteriores y en las características particulares del escenario productivo:

Usuario (facilitador): Individuo que se encarga de entrar datos de la ocurrencia de la infestación y solicitar las distintas salidas del sistema. Este rol comprende a campesinos, trabajadores y directivos del área que realizan las contribuciones en tiempo real.

Especialista: Individuo que tiene acceso a las funciones del usuario, y permite validar las observaciones introducidas por los distintos usuarios. Este rol corresponde a determinadas personas con conocimientos profundos sobre la flora arvense y de las áreas pertenecientes al agroecosistema.

Administrador: Individuo encargado de gestionar completamente el sistema, así como crear las cuentas de usuarios correspondientes. Este rol corresponde a aquellas personas que lideran el proyecto, con el objetivo de controlar el acceso al sistema de los demás participantes voluntarios. A partir de los reportes realizados por los diferentes participantes del proceso de identificación, la plataforma puede proveer un portal web para la visualización de un catálogo de la flora arvense perenne en la zona. De igual forma, puede ser utilizada como herramienta para el seguimiento de los puntos de infestación a través de las variables espaciales y temporales, caracterizados por el nivel de enmalezamiento.

A continuación, se muestra un esquema de las principales funciones del sistema **GeoArvense**, que forman parte del flujo de trabajo interno (Figura 1).

La validación de las observaciones de arvenses realizadas por los especialistas constituye una de las principales novedades de esta investigación, a diferencia de los sistemas aplicados por Yan (2016) y Yan & al. (2017) donde los reportes estaban relacionados solamente con una plaga de tipo insecto. A pesar de que existen metodologías para medir con exactitud el grado de confiabilidad de los datos, se diseñó y se implementó un mecanismo de validación con una menor complejidad, puesto a que el carácter facilitado de la información geográfica también es utilizado para asegurar la calidad de la información. Además, con el uso apropiado de este mecanismo, se podría producir un intercambio de información y de experiencias entre el observador y el especialista, lo que garantizaría la retroalimentación de conocimientos sobre el manejo de arvenses.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Yaisys Blanco Valdés y a René Florido Bacallao (del Departamento de Manejo de Agroecosistemas Sostenibles y de la Dirección de Desarrollo, respectivamente, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas) por su ayuda en el seguimiento del tema de investigación. Además, al trabajo del Comité Editorial de la Revista del Jardín Botánico Nacional y a los revisores anónimos, cuyos comentarios ayudaron a mejorar el manuscrito.

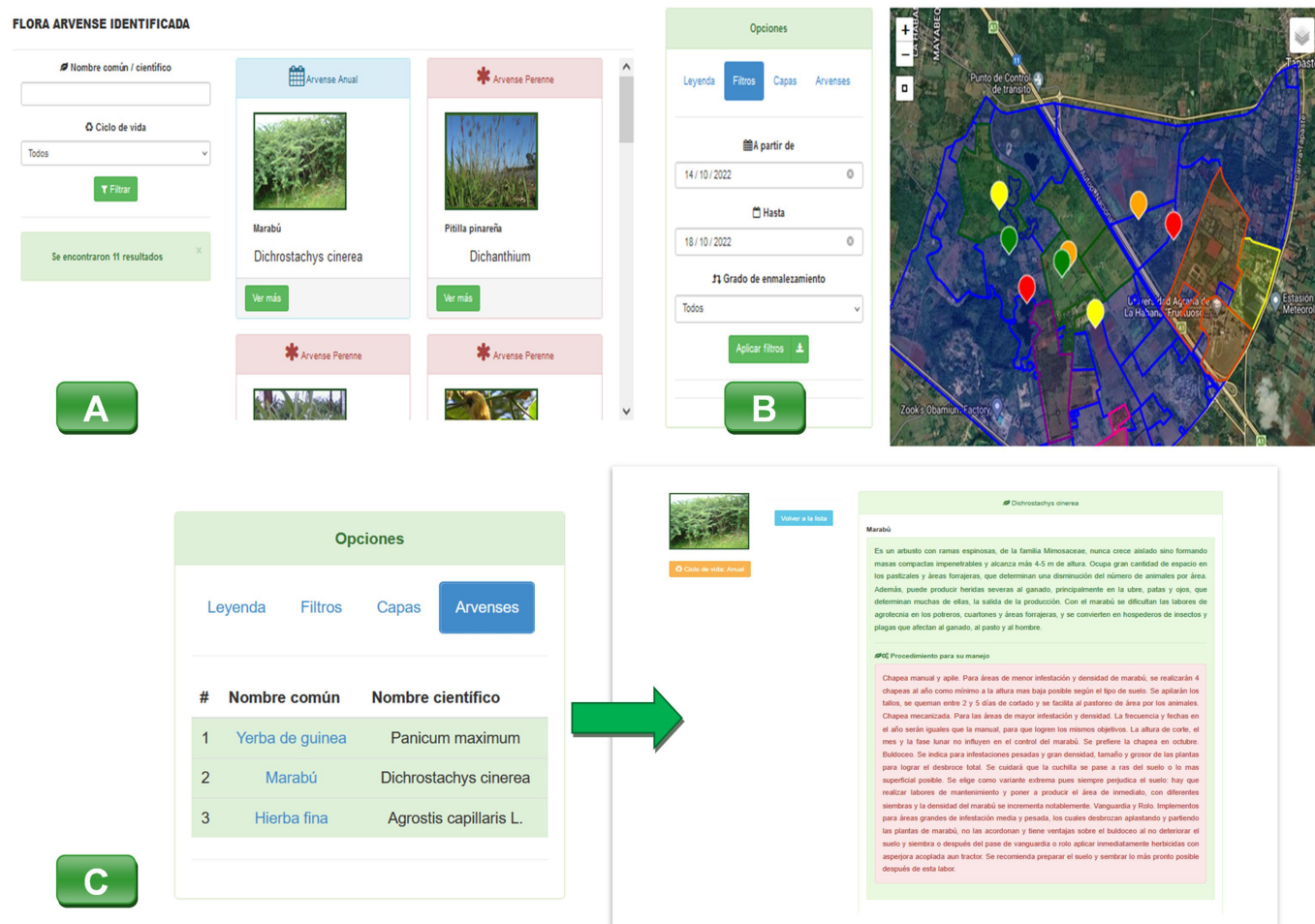


Fig. 1. Interfaces principales de la plataforma GeoArvense. **A.** Catálogo y documentación de la flora arvense. **B.** Visualización de los reportes de infestación sobre el área en un período determinado con cierto grado de infestación. **C.** Vinculación de las especies arvense identificadas en los reportes con el catálogo vigente de la plataforma.

Fig. 1. Main interfaces of platform GeoArvense. **A.** Catalogue and technical documentation of the weed flora. **B.** Visualization of infestation reports for the area during a specific period, showing infestation severity levels. **C.** Linking identified weeds species from reports to the active catalogue of the platform.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

H. Vargas concibió y organizó el perfil agronómico de la investigación y proporcionó los mapas vectoriales de los suelos del área. R.R. Espinosa diseñó e implementó la plataforma GeoArvense, además introdujo datos en la misma con el apoyo de los autores restantes. N. Machado y R.R. Espinosa realizaron una búsqueda detallada sobre la IGV y su vínculo con las malezas. N. Machado seleccionó el escenario de prueba para la investigación y proporcionó las capas de mapas base en Shapefile del Complejo Científico Docente. Todos los autores contribuyeron en la revisión de la información contenida en el manuscrito.

CUMPLIMIENTO DE NORMAS ÉTICAS

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Aprobación de ética: Los autores han generado de datos de forma ética.

Consentimiento para la publicación: Todos los autores dan su consentimiento para publicar este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Balmaseda, C. & Romero, M., 2012. Desarrollo de sistema de información geográfica para gestión fitosanitaria en unidades productivas de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Rev. Protección Veg.* 27(3): 206-209.

Bautista, H.I., Castellanos, L. & Montañez, G. 2023. Diversidad de la flora arvense presente en parcelas de pequeños agricultores, previstas para policultivos en cinco municipios de Boyacá. *Inge Cuc.* 19(2): 67-84. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.19.2.2023.06>

Cettl, 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). FIG Publication No. 73. Copenhagen, Dinamarca.

Fast, V. & Rinner, C. 2014. A Systems Perspective on Volunteered Geographic Information. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 3(4): 1278-1292. <https://doi.org/10.3390/ijgi3041278>

- Fast, V. & Rinner, C. 2018. Toward a participatory VGI methodology: crowdsourcing information on regional food assets. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 32(11): 2209-2224. <https://doi.org/10.1080/13658816.2018.1480784>
- Gallo, T. & Waitt, D. 2011. Creating a Successful Citizen Science Model to Detect and Report Invasive Species. *BioScience* 61(6): 459-465. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.6.8>
- Gómez-Barrón, J., Manso, M.A., Alcarria, R. & Iturrioz, T. 2016. Volunteered Geographic Information System Design: Project and Participation Guidelines. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 5: 108. <https://doi.org/10.3390/ijgi5070108>
- Goodchild, M.F. 2007. Citizens as Voluntary Sensors: Spatial Data Infrastructure in the World of Web 2.0. *Int. J. Spat. Data Infrastruct. Res.* 2(2): 24-32.
- Howe, J. 2006. The rise of crowdsourcing. *Wired Mag.* 6(14): 1-4.
- Lima, A., Freitas, M., Anizio, H., da Silva, T.M., Barros, A.P., Silva, D.V. & Mendonça, V. 2021. A new alternative to determine weed control in agricultural systems based on artificial neural networks (ANNs). *Field Crops Res.* 263: 108075. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108075>
- Losada, N. 2019 [actualización continua]. La Cartografía Colaborativa o Información Geográfica Voluntaria. *Geoinnova*. <https://geoinnova.org/blog-territorio/cartografia-colaborativa/>. 3 de mayo del 2025.
- Malek, R., Tattoni, C., Ciolli, C., Corradini, S., Andreis, D., Ibrahim, A., Mazzoni, V., Eriksson, A. & Anfora, G. 2018. Coupling Traditional Monitoring and Citizen Science to Disentangle the Invasion of *Halyomorpha halys*. *Int J Geo-Inf.* 7(5): 171. <https://doi.org/10.3390/ijgi7050171>
- Matowo, N.S., Tanner, M., Temba, B.A., Finda, M., Mlacha, Y.P., Utzinger, J. & Okumu, F.O. 2022. Participatory approaches for raising awareness among subsistence farmers in Tanzania about the spread of insecticide resistance in malaria vectors and the possible link to improper agricultural pesticide use. *Malar. J.* 21(277): 2022. <https://doi.org/10.1186/s12936-022-04289-1>
- Monteiro, A. & Santos, S. 2022. Sustainable Approach to Weed Management: The Role of Precision Weed Management. *Agronomy* 12(1): 118. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010118>
- 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. *Arxiv*. <https://arxiv.org/pdf/1908.07047v1>
- Padhy, D. (ed.) 2020. Principles of Integrated Pest and Disease Management. Odisha, India, Universidad de Centurion. <https://courseware.cutm.ac.in/wp-content/uploads/2020/06/Lecture-Notes-IPDM.pdf>
- Pérez, E., Paredes, E., Almaguel, L., Vázquez, L., Veitía, M.M., Botta, E. & González, M., 2008. Metodologías de pruebas biológicas para la determinación de organismos nocivos y residuos fitotóxicos en suelo, sustrato y materia orgánica. *Boletín Fitosanitario* 14(1): 1-54.
- Perniola, O.S., Chorzempa, S.E., Staltari, S. & Molina, M. C. 2019. Biofumigación con *Brassica juncea*: efecto sobre la flora arvense. *Rev Fac Agron.* 118(1): 25-35. <https://doi.org/10.24215/16699513e003>
- Plana, L., Sánchez, O.E., Buergo, J.A., Padrón, J. & Fernández, M. 2004. Fitovigía (Versión 1.0): Sistema Computarizado para el Perfeccionamiento de la Vigilancia Fitosanitaria por Cuadrantes Cartográficos. *Fitosanidad* 8(2): 21-25. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209117836005>
- Rahman, M., Blackwell, B., Banerjee, N. & Saraswat, D. 2015. Smartphone-based hierarchical crowdsourcing for weed identification. *Comput. Electron. Agric.* 113: 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.12.012>
- Rojas Martínez, J., 2016. Cartografía participativa y Sistemas de Información Geográficos. Algunas experiencias desde las ciencias sociales cubanas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* 4(4, Número Extraordinario): 158-175. <https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/6009/5061>
- Rojas Martínez, J., Polo, V., Armas Pedraza, G., 2018. El uso de la cartografía participativa y los Sistemas de Información Geográficas en la educación ambiental en niños(as) de enseñanza primaria. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina* 6(3): 156-166. <https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/5685/4762>
- Samal, I., Mohapatra, S. & Panda, S. 2022. Farmers Field School - A Way towards Participatory Pest Control Approach. *Just Agric.* 2(11): 020. <https://justagriculture.in/files/newsletter/2022/july/20.pdf>
- Sánchez, O.E., Ravelo, J., Alemán, J., Miranda, I., Navarro, A., Pérez, A., Pérez, Y., Pérez, F., Pérez, F., García, M., Rodríguez, Y., Borrero, Y. & Machado, Y. 2009. Introducción del Software Fitovigía 3.0 en el Sistema Nacional de Vigilancia Fitosanitaria. *Rev. Protección Veg.* 24(3): 152-155. <https://revistas.censa.edu.cu/index.php/RPV/article/view/455>
- Scavo, A., Restuccia, A. & Mauromicale, G. 2018. Allelopathy: General principles and basic aspects for agroecosystem control. Pp. 47-101. En: Gaba, S., Smith, B. & Lichtfouse, E. (Eds.). *Sustainable Agriculture Reviews*. Vol. 28. Switzerland: Cham. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-90309-5_2
- See, L., Fonte, C.C., Antoniou, V. & Minghini, M. 2019. Volunteered geographic information: looking towards the next 10 years. *J. Geogr. Syst.* 21(1): 1-3. <https://doi.org/10.1007/s10109-018-00291-x>
- Solano, A.T. & Gúzman, C.A. 2020. Diversidad De Plantas Arvenses Presentes en La Granja La María de La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia y Sus Beneficios Ecológicos Tunja-Boyacá. Trabajo de Grado. Facultad de Ciencias de la Educación. Escuela de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Tunja., Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia. <https://files.core.ac.uk/download/pdf/347130781.pdf>
- Torres, Z.A., Fernández, Y & Díaz, D. 2022. Arvenses hospedantes de plagas en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L), en Las Tunas, Cuba. *Opuntia Brava* 14(2): 178-190. <https://opuntiabrava.ult.edu.cu/index.php/opuntiabrava/article/view/1575>
- 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(3): 221-242. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2154327>
- Yan, Y. 2016. Exploring Volunteered Geographic Information with data quality control for management. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Singapur. Singapur. <https://scholarbank.nus.edu.sg/handle/10635/134685>
- Yan, Y., Feng, C.C. & Chang, K.T.T. 2017. Towards enhancing integrated pest management based on volunteered geographic information. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* 6(7): 224. <https://doi.org/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. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 34(9): 1765-1791. <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(10): 597. <https://doi.org/10.3390/ijgi9100597>