



*Aseorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 400-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898473*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VIII Número: 2. Artículo no.:32 Período: 1ro de enero al 30 de abril del 2021.

TÍTULO: La gestión y transferencia de conocimiento sobre el maíz en México a través del desarrollo de ontologías de dominio: un desafío actual.

AUTORES:

1. Máster. Tania Y. Guerrero Meléndez.
2. Dra. Ana Bertha Ríos Alvarado.
3. Dr. Ramon Ventura Roque Hernández.
4. M.I. Vicente Paul Saldívar Alonso.

RESUMEN: Gestionar el conocimiento a partir de información y experiencia existente se ha convertido en una tarea apoyada en tecnologías que facilitan el ordenamiento, almacenamiento y explotación de este con la finalidad de convertirlo en recursos aprovechables. En este artículo se aborda la representación de conocimiento en el dominio del maíz en México, haciendo énfasis en las razas nativas con la idea de mostrar la necesidad de contar con una base de conocimiento que contribuya a la gestión y transferencia del conocimiento. Esta apuesta impacta directamente en los objetivos estratégicos establecidos para mitigar el hambre a través de la seguridad alimentaria y una agricultura sostenible, apoyando también a la conservación de razas específicas a partir del uso de tecnologías semánticas.

PALABRAS CLAVES: Representación, gestión y transferencia de conocimiento; ontología; agricultura; maíz.

TITLE: The management and transfer of knowledge about corn in Mexico through the development of domain ontologies: a current challenge.

AUTHORS:

1. Master. Tania Y. Guerrero Meléndez.
2. Dra. Ana Bertha Ríos Alvarado.
3. Dr. Ramon Ventura Roque Hernández.
4. Master. Vicente Paul Saldívar Alonso.

ABSTRACT: Managing knowledge based on existing information and experience has become a task supported by technologies that facilitate the ordering, storage and exploitation of it in order to turn it into usable resources. This article addresses the representation of knowledge in the domain of corn in Mexico, emphasizing native races with the idea of showing the need for a knowledge base that contributes to the management and transfer of knowledge. This commitment directly impacts the strategic objectives established to mitigate hunger through food security and sustainable agriculture, also supporting the conservation of specific breeds through the use of semantic technologies.

KEY WORDS: Representation; management and transference of knowledge; ontology; agriculture; maize.

INTRODUCCIÓN.

Los desarrollos en ciencia, tecnología e innovación son los principales impulsores de cambio en el mundo actual, así como también son determinantes para el crecimiento económico de los países. En este sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) marca como objeto de interés a nivel mundial el área de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) (OCDE, 2018); esto se debe a que su uso nos puede llevar a impulsar el desarrollo de las

diferentes regiones del mundo, para lo cual es necesario orientar su aplicación hacia problemáticas fundamentales de cada región.

Preocupaciones como la seguridad alimentaria a nivel mundial y la conservación de los recursos naturales son algunos temas de interés para organizaciones mundiales (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020); por lo tanto, partiendo desde la aseveración de que la verdadera importancia de las tecnologías reside en su aplicación para solucionar problemas, en este artículo se abordan diferentes desarrollos semánticos de la agricultura y se plantea la necesidad de contar con un modelo ontológico del dominio específico de maíz nativo presente en México en idioma español, con el fin de ser utilizada como base de conocimiento para sistemas de software que apoyen la gestión e integración de datos, información y conocimiento en dicho campo.

Esta base de conocimiento generada a partir de resultados de investigación de diversos centros académicos y de investigación, en conjunción con el conocimiento tácito de productores serviría para realizar toma de decisiones basadas en conocimiento a través de sistemas y aplicaciones desarrollados para tal fin; con lo cual se genera una contribución directa a la seguridad alimentaria, hambre cero y agricultura sostenible propuestos dentro de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible establecidos dentro de la agenda 2030 de la Organización de las Naciones Unidas (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

Este artículo está organizado de la siguiente manera. Primeramente, se proporcionan los antecedentes dentro de los cuales se presentan algunos trabajos relacionados encontrados en la literatura revisada, además se define un breve marco teórico respecto a los temas de relevancia para el documento; en segundo lugar se explica la importancia del maíz nativo para el desarrollo agrícola de México; posterior a esto se plantea el uso de tecnologías como apoyo al campo mexicano y presenta un análisis de los desarrollos semánticos relacionados al cultivo de maíz nativo

de México en donde se hace mención de algunos trabajos que buscan convertirse en base de conocimiento requerida para realizar la gestión y transferencia adecuada del conocimiento existente en el dominio del maíz nativo en México; y finalmente se expresan las conclusiones del trabajo de investigación y el planteamiento de la necesidad de representar semánticamente al maíz nativo de México.

DESARROLLO.

Antecedentes.

El desarrollo de ontologías en el dominio de la agricultura es una tarea desafiante que requiere de un esfuerzo conjunto entre expertos del dominio y del área de ingeniería ontológica que proporcionen un puente entre la generación de conocimiento en dicho dominio y el acceso a este conocimiento. Durante los últimos años, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha realizado esfuerzos por desarrollar herramientas que permitan la gestión de la información y conocimiento relacionado a la agricultura, con la idea de que a través de ellas se logrará detonar el desarrollo económico de zonas agrícolas (Food and Agriculture Organization - FAO, 1980). Uno de los objetivos de esta organización es la seguridad alimentaria, para lo cual propone emplear la innovación digital con alto impacto en la alimentación y la agricultura buscando explorar la implementación de tecnologías que permitan fortalecer el desarrollo de los hogares rurales y estimular el espíritu emprendedor de los jóvenes en el campo tanto de la alimentación como de la agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2019) (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO, 2020).

Dentro de las innovaciones digitales a impulsarse en los próximos años se encuentra la extracción de conocimiento haciendo uso de la información existente. En este sentido, las ontologías juegan un papel importante debido a que a través de ellas es posible representar porciones del mundo real

mediante la identificación de elementos y el establecimiento de relaciones y propiedades que representan las características de los elementos encontrados.

Los sistemas de información agrícola requieren de ontologías de dominio de alta calidad como base para lograr una gestión eficiente del conocimiento. En la actualidad, es posible encontrar desarrollos ontológicos relacionados al área agrícola, como los presentados en (Jonquet, y otros, 2018), en donde se proporciona un resumen de algunos de los más importantes en el dominio de la agronomía. Muchas de las ontologías agrícolas actuales son modeladas en un nivel básico que, aunque proporcionan amplios vocabularios estandarizados para términos y conceptos de agricultura en general, la expresividad semántica con la que cuentan es limitada. Ejemplos de este tipo de desarrollos son el AGROVOC (Food and Agriculture Organization - FAO, 1980), que alberga términos y conceptos relacionados con los ámbitos de la alimentación, nutrición, agricultura, pesca, ganadería, medio ambiente y ciencias forestales.

Desarrollado en 29 idiomas distintos, es compatible con el esquema de datos enlazados (Linked Open Data Schema), lo que permite al AGROVOC vincularse con otros recursos como el tesoro CAT, desarrollado con información de agricultura en China (Chunpei & Sijing, 2003). Este tesoro cuenta con una clasificación de cultivos compuesta por 63,000 conceptos, lo que se traduce en un mayor alcance para el vocabulario AGROVOC (Liang & Sini, 2007). Por otro lado, se cuenta con el tesoro de la Biblioteca Nacional de Agricultura (National Agricultural Library -NAL) (U.S. Department of Agriculture, 2020), el cual está compuesto por términos relacionados a la agricultura en los idiomas español e inglés.

En la búsqueda por desarrollar la más completa ontología en el área de la agricultura, surge la Web Crop Ontology for Agricultural Data, cuyo objetivo está centrado en proporcionar un sitio en el cual se generen vocabularios estandarizados y estructurados en ontologías que propicie la integración de datos. Dentro de este proyecto se encuentran algunas ontologías que describen características de

diferentes cultivos, entre éstas se encuentra la Maize Ontology, la cual es un modelo ontológico que describe rasgos genotípicos y fenotípicos del maíz (*zea mays*) desarrollado en idioma inglés y siguiendo un estilo de convención propio (Shrestha, Dreher, & Pietragalla, 2016).

Gestión de la información y conocimiento.

Gestionar el conocimiento en general incluye diversos aspectos, uno de ellos es el establecimiento de una base de conocimiento, ya sea tácito o explícito. El conocimiento tácito, es el proporcionado por la experiencia personal de individuos, mientras que el conocimiento explícito puede ser aprendido de procedimientos, normas, especificaciones, tutoriales, expresiones gramaticales, matemáticas, etcétera. Aunque ambos tipos de conocimiento son igualmente importantes, la complejidad para gestionarlos es distinta debido a la naturaleza de los dos (Kendal & Creen, 2007). En el área de la agricultura el conocimiento puesto en práctica por la mayoría de los productores es un conocimiento tácito adquirido por los mismos productores y pasado de generación en generación, y que inclusive son tenidos por las comunidades como un legado oral de carácter colectivo (Sanchez-Olarte, Argumedo-Macias, Álvarez-Gaxiola, Méndez-Espinoza, & Ortiz-Espejel, 2015). Este conocimiento también llamado “tradicional”, forma parte de los sistemas de cultivo en México, en donde se contemplan interpretaciones y posibilidades, sean de carácter científico o no (Hessen, 1996).

El conocimiento humano, incluido el tradicional, puede ser percibido como un proceso en el cual se relacionan los elementos esenciales de cualquier proceso de conocimiento (sujeto y objeto), lo que implica que éste es derivado de información proveniente de datos duros tal como se plantea en la pirámide del conocimiento. Dicha pirámide plantea la jerarquía a través de la cual se muestra de forma gráfica cómo es posible llegar de los datos a la inteligencia, pasando por la información y el conocimiento (ver Figura 1), este modelo establece que por lo general la información es definida en términos de datos, el conocimiento en términos de información y la inteligencia en términos de

conocimiento. Esto conduce a la importancia de la gestión del conocimiento en el camino de la búsqueda de la inteligencia (Zins, 2007) (Rowley, 2007).



Figura 1 Pirámide del conocimiento.

Importancia del maíz nativo para el desarrollo agrícola de México.

El maíz nativo es resultado del cuidadoso proceso de cultivo y selección de las mejores semillas de una gramínea llamada *teocintle*. En América Latina, se han descrito 220 razas distintas de maíces nativos, 64 de las cuales han sido reportadas en México.

México es considerado centro de origen y diversidad de más de 60 razas de maíz nativo, el cual a lo largo de la historia ha fungido como base de alimentación para los pobladores (Ávila Bello, 2016). De acuerdo con la FAO, un país debe ser capaz de producir al menos el 75% de los alimentos que consume para proporcionar una seguridad alimentaria a su población (Moreno-Saenz, Gonzalez-Andrade, & Matus-Gardea, 2016) (Govaerts, y otros, 2019); sin embargo, en la actualidad, estas razas de maíz se enfrentan a la necesidad de ser protegidas frente a la presencia de maíz transgénico. En una entrevista con personal del departamento de Ecología Funcional del Instituto de Ecología de la UNAM (Muñetón Pérez, 2009), se habla sobre la importancia del maíz nativo desde el aspecto social y económico.

Manejar la semilla de maíz libremente es el capital del campesino mexicano y sustento agrícola fundamental para el país, de introducirse semillas de maíz transgénico a campo abierto se corre el riesgo de no poder aislar zonas para siembra de maíz libre de transgénicos, por lo tanto cuidar su supervivencia es un aspecto de suma importancia (Álvarez-Bulla & Piñeyro Nelson, 2009).

Contribuir al desarrollo sustentable del cultivo más importante del país solo es posible lograr si los criterios para hacerlo son conocidos por todos los productores de este grano. Sin embargo, la información y el conocimiento generado a partir de trabajos de investigación en el campo de la agricultura en México es un factor importante en la interacción entre las actividades de investigación, docencia, y producción, que difícilmente llega a los campesinos o pequeños productores, si no es de la mano de un asesor técnico. Por todo ello, se hace necesario buscar herramientas que permitan tanto la gestión como la transferencia del conocimiento relativo al maíz nativo.

Las tecnologías como apoyo al campo mexicano.

Los avances en tecnologías de la información y comunicaciones están produciendo cambios respecto a la forma en la cual percibimos y realizamos nuestra vida. Estos cambios impactan de manera transversal prácticamente todos los sectores de la economía. Los impactos de estas tecnologías, incluyendo la ciencia de datos, abordan los temas de manejo eficiente de grandes bases de datos asociadas a sistemas de información agrícola, facilidad de acceso a los datos, la interacción con otras áreas o disciplinas, entre muchas otras. Al mismo tiempo, la disponibilidad de dispositivos y conectividad en zonas rurales está permitiendo el desarrollo de estrategias de producción más sustentables a través del acceso a información por parte de los pequeños productores rurales (Trigo & Elverdin, 2019).

Para optimizar el acceso, uso y transferencia de información, es necesario contar con recursos del dominio de la agricultura que la contengan representada de forma ordenada y estandarizada, además de específica y consensuada para dominios concretos (Jonquet, y otros, 2018) (Kawtrakul, 2012).

Gestionar el conocimiento existente en el dominio del maíz nativo mexicano mediante el desarrollo de modelos ontológicos.

Generar conocimiento como resultado de trabajos de investigación es una actividad ardua que requiere de herramientas que permitan gestionar y transferir el conocimiento generado; sin embargo, el acceso a ese conocimiento es beneficio de muy pocos. Contribuir a la gestión y transferencia del conocimiento generado es el siguiente paso y para para ello se requiere de un modelo ontológico del dominio específico del maíz nativo de México en el cual se consideren las características de las razas, así como sus necesidades como tipo de terreno de siembra, clima, agua, entre otras, todo ello en la búsqueda por proporcionar la toma de decisiones correcta en cuanto a la raza de maíz nativo que puede ser elegida para siembra en determinado sitio.

Desde la dirección regional de la FAO para América Latina y el Caribe, se trabaja en la búsqueda de sistemas de apoyo a las tomas de decisiones en la agricultura para enfrentar los desafíos actuales del sector agropecuario como el generado por la crisis sanitaria, social y económica generada a partir del Covid-19 (Organizacion de las Naciones Unidad para la Alimentación y la Agricultura(FAO), 2020). En este sentido, se plantea la creación de una agenda regional de innovación que aborde las áreas agroalimentarias y agropecuarias desde una perspectiva de mayor audacia sistemas inteligentes que permitan tomar decisiones basadas en conocimiento para a partir de ellas, elegir las razas de ganado y cultivos ideales para cada región (Berdagué, 2020); así mismo, se destaca la relevancia de considerar la seguridad alimentaria como parte de la agenda de centros de investigación regionales, incluyendo las modalidades de agricultura familiar ampliamente encontradas en América Latina.

En línea con lo planteado por la FAO para enfrentar estos desafíos, en (Guerrero-Meléndez, Roque-Hernandez, Rios-Alvarado, & López, 2019), los autores muestra el desarrollo de una ontología que está enfocada en proporcionar una base de conocimiento que permita realizar la toma de decisiones respecto a la raza de maíz nativo ideal para ser sembrada en determinada región de México, para ello hace uso de la clasificación de maíces nativos mexicanos realizado por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), y el Instituto Nacional de Ecología (INE) en México, dentro del Proyecto Global de Maíces Nativos (CONABIO, 2012), y modela cada una de los requerimientos de siembra (clima, altura sobre nivel de mar, entre otros) además de las características fenotípicas de cada raza (tamaño, color, forma, dureza de grano, etcétera).

Desarrollos semánticos de dominios relacionados al cultivo de maíz.

La apuesta por la generación y transferencia de conocimientos, la investigación colaborativa y la articulación de esfuerzos y capacidades, rinde frutos, tal y como lo muestran las innovaciones desarrolladas dentro de diversos centros de investigación y organizaciones como lo encontrado en el proyecto *Crop Ontology* (Shrestha, Dreher, & Pietragalla, 2016), así como la difusión de prácticas agronómicas sustentables (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2020).

Gran parte de los recursos semánticos relacionado a la agricultura cubren todo un conjunto de subdominios que ofrecen una descripción general de los dominios representados. Por otro lado, los idiomas en los cuales están desarrollados una gran parte de los recursos encontrados son el inglés, portugués, y chino (Drury, Fernandes, Moura, & De Andrade Lopes, 2019).

Gestionar el conocimiento en el dominio de maíces nativos de México implica obtener, organizar y almacenar el conocimiento existente y dotarlo de reglas que permitan la inferencia de nuevo conocimiento a partir del existente. En este sentido el desarrollo de ontologías permite reunir el

conocimiento proveniente de diversas fuentes heterogéneas, con un ordenamiento semántico y dotada de reglas, lo que la convierte en una base de conocimiento la cual puede ser consumida por sistemas y aplicaciones de software a través de las cuales se realice la gestión y transferencia del conocimiento.

Contar con una base de conocimiento en idioma español que pueda ser consumida por sistemas y aplicaciones de software facilita continuar con la fase de diseminación del conocimiento entre los sectores interesados en la producción, estudio, y conservación del maíz nativo como son estudiantes de las carreras afines a la agronomía, investigadores, así como pequeños, medianos y grandes productores de México y otros países hispanoparlantes. Integrar las actividades de investigación, docencia y producción del campo mexicano es una tarea ardua que exige una visión de transversalidad entre tecnologías y dominios del entorno real, además de la cooperación entre organizaciones.

CONCLUSIONES.

En el mundo actual, el conocimiento se ha convertido en un recurso invaluable para las diversas organizaciones, y atendiendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los desarrollos tecnológicos deben estar orientados a contribuir en la mejora de la calidad de vida y bienestar de las personas, además de apoyar en la disminución de la brecha de desarrollo económico y social entre los diferentes sectores de un país.

Abordar los desafíos referentes a la productividad agrícola requiere del desarrollo y uso de tecnologías que faciliten la recuperación de información, así como el análisis de esta para que pueda ser transformado en conocimiento útil para la toma de decisiones en el rubro de la conservación del maíz nativo de México, así como a la producción de este. Aunado a ello, la tendencia actual se dirige a representar información con una estructura semántica, que sea entendible por sistemas y aplicaciones, y que a su vez facilite el acceso a los grandes volúmenes de información que se

generan en el dominio de la agricultura y que pueden ser de utilidad para combatir, por un lado, la pobreza alimentaria, y por otro lado, apoyar la preservación de las razas de maíz que son nativas de México frente a las variantes transgénicas.

La agricultura es un área que genera vastas cantidades de información, y construir soluciones basadas en ontologías de este dominio que proporcionen almacenamiento ordenado semánticamente, faciliten la recuperación y el análisis logrando contribuir a la gestión del conocimiento existente, tanto tácito como explícito, mediante el uso de aplicaciones y sistemas computacionales se convierte en una necesidad para lograr la transferencia del conocimiento efectiva. Acceder al conocimiento y al resultado de trabajos de investigación científica permitirá la toma de decisiones en la agricultura adecuadas para enfrentar los desafíos actuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- [1] Álvarez-Bulla, E., & Piñeyro Nelson, A. (2009). Riesgos y peligros de la dispersión del maíz transgénico en México. *Revista Ciencias*(092).
- [2] Ávila Bello, C. H. (2016). Los maíces nativos de la Sierra de Santa Marta : guía para su identificación en campo. Xlapa, Ver. México: Universidad Veracruzana, Dirección Editorial. Recuperado el 02 de Mayo de 2020
- [3] Berdagué, J. (27 de 08 de 2020). Sembrando un futuro sostenible: la innovación agraria en el Perú al 2050. Estudio prospectivo innovación agraria, Perú 2050. Lima, Perú.
- [4] Chunpei, H., & Sijing, L. (2003). Agricultural thesaurus development and prospect of agricultural ontology in China. *Journal of Library and Information Sciences in Agriculture*.
- [5] CONABIO. (2012). Razas de maíz de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Biodiversidad Mexicana. Recuperado el 15 de 01 de 2019, de <https://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/grupos/OchoH/Tabloncillo.html>

- [6] Drury, B., Fernandes, R., Moura, M., & De Andrade Lopes, A. (01 de 12 de 2019). A survey of semantic web technology for agriculture. *Information Processing in Agriculture*, 6(4), 487-501. doi:<https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.02.001>
- [7] Food and Agriculture Organization - FAO. (01 de 01 de 1980). AIMS - AGROVOC multilingual thesaurus. Recuperado el 01 de 02 de 2019, de <http://aims.fao.org/standards/agrovoc>
- [8] Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (07 de 02 de 2020). FAO hails first contribution to promoting digital agriculture through knowledge-sharing. Recuperado el 13 de 02 de 2020, de <http://www.fao.org/news/story/en/item/1260588/icode/>
- [9] Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). Innovation at FAO. En J. Ruane (Ed.), *Proceedings of the International Symposium on Agricultural Innovation for Family Farmers* (pág. 122). Rome, Italy: FAO. Recuperado el 13 de 02 de 2020, de <http://www.fao.org/innovation/en/>
- [10] Govaerts, B., Chávez, X., Fernandez, A., Vega, D., Vazquez, O., Pérez, M., . . . Rosado, L. (2019). *Maíz para México- Plan estratégico 2030*. México: Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - CIMMYT. Obtenido de <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/20219>
- [11] Guerrero-Meléndez, T., Roque-Hernandez, R., Rios-Alvarado, A., & López, S. (2019). Representación de conocimiento en la agricultura utilizando ontología. *Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2019*, 11 (9), págs. 1447-1452. Celaya.
- [12] Hessen, J. (1996). *Teoría del conocimiento*. México: Porrúa.

- [13]. Jonquet, C., Toulet, A., Arnaud, E., Aubin, S., Dzalé_Yeumo, E., Emonet, V., . . . Larmande, P. (2018). AgroPortal: A vocabulary and ontology repository for agronomy. *Computers and Electronics in Agriculture*, 144, 126-143. doi:10.1016/j.compag.2017.10.012
- [14] Kawtrakul, A. (2012). Ontology engineering and knowledge services for agriculture domain. *Journal of Integrative Agriculture*, 11(5), 741-751.
- [15] Kendal, S., & Creen, M. (2007). *An introduction to knowledge engineering*. London: Springer. doi:doi.org/10.1007/978-1-84628-667-4
- [16] Liang, A., & Sini, M. (2007). Mapping AGROVOC and the Chinese Agricultural Thesaurus: Definitions, tools, procedures. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 12(1), 51-62. doi:https://doi.org/10.1080/13614560600774396
- [17] Moreno-Saenz, L. I., Gonzalez-Andrade, S., & Matus-Gardea, J. A. (enero-febrero de 2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1). Recuperado el 30 de Abril de 2020
- [18] Muñetón Pérez, P. (10 de abril de 2009). La importancia de proteger al maíz como un bien común. *Revista Digital Universitaria*, 10(4), 1-10.
- [19] OCDE. (2018). *OCDE Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to technological and social disruption*. Paris, Francia: OCDE Publishing. doi:doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-en
- [20] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura(FAO). (2020). Un desafío colectivo en el mundo pos-pandemia: El rol de los institutos de investigación agropecuaria. Conferencias online Serie COVID-19 y Sistemas Alimentarios. Chile: FONTAGRO. Recuperado el 26 de 08 de 2020, de <https://www.fontagro.org/es/publicaciones/prensa/comunicados-de-prensa/un-desafio-colectivo-en-el-mundo-pos-pandemia-el-rol-de-los-institutos-de-investigacion-agropecuaria/>

- [21] Organización de las Naciones Unidas. (2015). Objetivos de desarrollo sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- [22] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Informe mundial sobre las crisis alimentarias 2020. Bruselas / Roma / Nueva York: UE, FAO, OCHA, UNICEF USAID, PMA.
- [23] OWL Working Group. (11 de 12 de 2012). W3C Semantic Web. Recuperado el 18 de 10 de 2019, de <https://www.w3.org/2001/sw/wiki/OWL>
- [24] Rowley, J. (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information Science*, 33(2), 163-180. doi:doi:10.1177/0165551506070706
- [25] Sanchez-Olarte, J., Argumedo-Macias, A., Álvarez-Gaxiola, J. F., Méndez-Espinoza, J. A., & Ortiz-Espejel, B. (abril/junio de 2015). Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2).
- [26] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). MasAgro una alternativa de seguridad alimentaria, incluyente y sostenible. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/masagro-una-alternativa-de-seguridad-alimentaria-incluyente-y-sostenible?idiom=es>
- [27] Shrestha, R., Dreher, K., & Pietragalla, J. (Septiembre de 2016). Crop Ontology Curation Tool. (CIMMYT and CGIAR) Recuperado el 21 de 07 de 2019, de http://www.cropontology.org/ontology/CO_322
- [28] Trigo, E. J., & Elverdin, P. (2019). Los sistemas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos escenarios de ciencia y tecnología. 2030 - Alimentación, Agricultura y Desarrollo Rural e América Latina y el

Caribe. 19. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ca5124es/ca5124es.pdf>

- [29] U.S. Department of Agriculture. (20 de 08 de 2020). National Agricultural Library. (United States government) Recuperado el 20 de 08 de 2020, de <https://nal.usda.gov/main>
- [30] World Wide Web Consortium - W3C. (26 de Marzo de 2013). SPARQL Query Language for RDF. Obtenido de <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>
- [31] Zins, C. (2007). Conceptual approaches for deleting data, information, and knowledge. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(4), 479-493. doi:10.1002/asi.20508

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] J. G. Aguilar-Barceló y F. Higuera-Cota, «Los retos en la gestión de la innovación para América Latina y el Caribe: un análisis de eficiencia,» *Revista de la CEPAL*, n° 127, pp. 7-26, 2019.
- [2] J.-E. Bergez, P. Chabrier, C. Gary, M. Jeuffroy, D. Makowski, G. Quesnel, E. Ramat, H. Raynal, N. Rousse, D. Wallach, P. Debaeke, P. Durand, J. Dury, P. Faverdin, C. Gascuel-Ordux y F. Grcia, «An open plataform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems,» *Environmental Modelling & Software*, pp. 39-49, 2013.
- [3] H. Beck, K. Morgan, Y. Jung, S. Grunwald, H.-y. Kwon y J. Wu, «Ontology-based simulation in agricultural systems modelling,» *Agricultural Systems*, vol. 103, n° 7, pp. 463-477, 2010.
- [4] J. Lacasta, J. López-Pellicer, B. Espejo-Garcia, J. Nogueras-Iso y F. J. Zaragoza-Soria, «Agricultural recommendation system for crop protection,» *Computer and Electronics in Agriculture*, vol. 152, pp. 82-89, 2018.
- [5] S. Staab y R. Studer, *Handbook on ontologies*, Segunda ed., Springer, Berlin, Heidelberg, 2009.

DATOS DE LOS AUTORES.

1. **Tania Yukary Guerrero Meléndez.** Es Maestro en Ingeniería con opción en Telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Cataluña en 2009. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, además es doctoranda del programa Doctorado en Gestión y Transferencia del Conocimiento. Correo electrónico: tyguerre@docentes.uat.edu.mx
2. **Ana Bertha Ríos Alvarado.** Es Doctora en Ciencias de la Computación por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Tamaulipas. Actualmente se desempeña como profesor investigador en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Correo electrónico: arios@docentes.uat.edu.mx
3. **Ramon Ventura Roque Hernandez.** Es Dr. Ingeniero en Telemática por la Universidad de Vigo en España y Doctor en Educación (2017) por la Universidad José Martí de Latinoamérica. Actualmente es profesor investigador en la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Correo electrónico: rvhernandez@uat.edu.mx
4. **Vicente Paul Saldivar Alonso.** Es Maestro en Ingeniería por la Universidad Politécnica de Cataluña en 2009. Actualmente se desempeña como profesor de tiempo completo en la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Correo electrónico: vpsaldiv@docentes.uat.edu.mx

RECIBIDO: 11 de septiembre del 2020.

APROBADO: 2 de octubre del 2020.