

Big Data / IoT Use in Wine Production: A Systematic Mapping Study

A. Cravero, D. Lagos, R. Espinosa

Abstract— The use of IoT and Big Data technologies have allowed a large amount of data to be handled in a short time, generating relevant and timely information for decision making. Considering the above, this work gives an overview of how these technologies can help winemakers to effectively manage and optimize the wine production process in its different subprocesses, and also allows new researchers to know the components of the architectures used and their Scope over time, among other elements. For the above, the methodology used is systematic mapping.

Keywords— Big Data; Internet of Things; IoT; wine; systematic mapping.

I. INTRODUCCIÓN

EN LOS ÚLTIMOS AÑOS, el rápido desarrollo de Internet, Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), y Big Data, han llevado al crecimiento explosivo de los datos en casi todas las áreas de la industria y los negocios [1]. Este volumen de datos proviene de distintas fuentes como: redes sociales, mercado, sistemas del negocio, y sensores. Por otro lado, miles de millones de sensores se han implementado hoy en día, y se espera que este número siga creciendo a finales de la década debido a su bajo costo [2].

IoT permite que los objetos de nuestro entorno se conviertan en participantes activos, es decir, compartan información con otros miembros de la red o con cualquier otro actor y sean capaces de reconocer eventos y cambios en su entorno y de actuar y reaccionar de manera adecuada y autónoma [3]. En este sentido, IoT ha permitido generar continuamente una cantidad de datos en bruto, por lo que será necesario desarrollar técnicas que convierten estos datos en conocimiento útil [4].

Por otro lado, Big Data se ha desarrollado rápidamente en un tema candente que genera gran atención en la academia, la industria y los gobiernos de todo el mundo debido a su posibilidad de procesar grandes volúmenes de datos a una velocidad razonable [1].

En conjunto, Big Data e IoT, han producido enormes avances en la generación de altos valores agregados en diversos ámbitos, como ciudades inteligentes, salud, energía, producción y agricultura [2]; generando una mayor productividad, eficiencia, calidad, mejorando la automatización y la toma inteligente de decisiones [5]. Específicamente en el área agrícola, es posible mencionar

aplicaciones para la producción de uvas y generación de vino [6, 7], siendo este producto relevante en la economía de algunos países como Chile, Grecia, Francia, entre otros. Por un lado IoT ha permitido desarrollar sistemas de monitoreo del clima, con el uso de gráficos y alarmas de parámetros como la temperatura, humedad y radiación en el viñedo [8]. Asimismo, Big Data ha permitido desarrollar sistemas inteligentes, que utilizan la minería de datos para generar sistemas predictivos de enfermedades de la uva y condiciones de riego óptima para mejorar la calidad y producción de vino [9].

Hasta ahora existen varios trabajos de investigación en torno a este tema, sin embargo, no se tiene información respecto a su evolución en el tiempo, una clasificación del tipo de problema que se resuelve con IoT, Big Data, o ambas, y en qué etapa del ciclo de vida de producción del vino, si es en viñedo, bodega o distribución. En este trabajo mostramos una visión general del uso de Big Data e IoT en el ciclo productivo de la uva, resolviendo estas inquietudes.

La metodología utilizada para la selección de los trabajos es el mapeo sistemático. El mapeo sistemático de estudios es una metodología utilizada frecuentemente en la investigación médica, la que ha sido adaptado para su uso en el área de TI [10].

El documento se estructura de la siguiente manera. La sección II presenta los conceptos básicos utilizados en el trabajo. La sección III describe las actividades realizadas en el mapeo sistemático realizado. La sección IV describe el análisis de los estudios con respecto a las preguntas de investigación. La sección V presenta los Trabajos Relacionados, y finalmente, la sección VI contiene las conclusiones.

II. CONCEPTOS BÁSICOS

Big Data

Una definición conocida de Big Data es la siguiente: "Una nueva generación de tecnologías y arquitecturas diseñadas para extraer económicamente el valor de volúmenes muy grandes de una amplia variedad de datos al permitir la captura de alta velocidad, el descubrimiento y/o análisis" [11].

Posteriormente Demchenko et al., explica que no existe una definición consistente de Big Data. Los autores propusieron una nueva definición que incluye las siguientes propiedades conocidas como las 5V: Volumen, Velocidad, Variedad, que constituyen las propiedades originales de Big Data; y agregan el Valor y Veracidad como resultado de la clasificación inicial y procesamiento de datos en el contexto de un proceso o modelo específico [12, 13].

A. Cravero. Depto. Cs Computación e Informática, CEIS, Universidad de la Frontera. Chile. ania.cravero@ufrontera.cl
 A. Lagos, Universidad Autónoma de Chile, Chile. dafne.lagos@uaautonoma.cl
 R. Espinosa. Depto. Cs Computación e Informática, CEIS, Universidad de la Frontera. Chile. Roberto.espinosa@ufrontera.cl

Como resultado del análisis de las prácticas existentes en las diferentes comunidades científicas y dominios tecnológicos de la industria, se ha propuesto el modelo del Big Data Lifecycle Management (BDLM) (ver Fig. 1), que es el enfoque necesario para la gestión y procesamiento de los datos grandes [12].

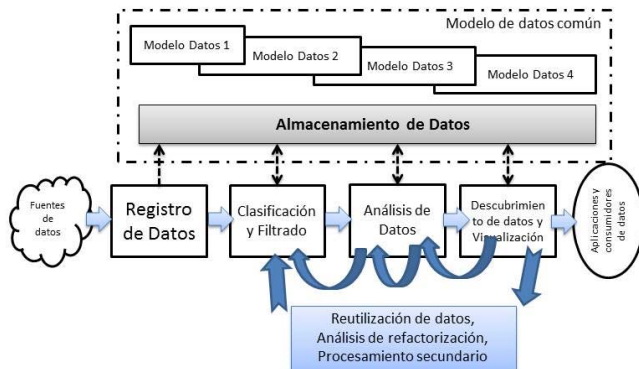


Figura 1. Ciclo de vida del Ecosistema de Big Data [12].

Internet de las Cosas (IoT)

Si bien la IoT es ampliamente utilizada, no existe una definición común o la comprensión actual de lo que abarca la IoT en realidad [14]. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU), por ejemplo, define ahora la IoT como "una infraestructura global para la sociedad de la información, lo que permite servicios avanzados mediante la interconexión de las cosas (físicas y virtuales) sobre la base de las tecnologías en evolución, de información y comunicación" [15].

Según Gubii (2013), IoT es la interconexión de dispositivos de detección que proporcionan la capacidad de compartir información a través de plataformas con un entorno de trabajo unificado. Esto se logra mediante la detección de datos en todas partes, el análisis de datos y la representación de la información a través de la nube como marco unificador [16].

Si bien no existe una definición universal de la IoT, el concepto básico es que los objetos cotidianos pueden ser equipados con capacidades de identificación, detección, de redes y de procesamiento que les permitan comunicarse entre sí y con otros dispositivos y servicios a través de Internet para lograr algún objetivo útil [17]. La Fig. 2 presenta una arquitectura básica de IoT [18].

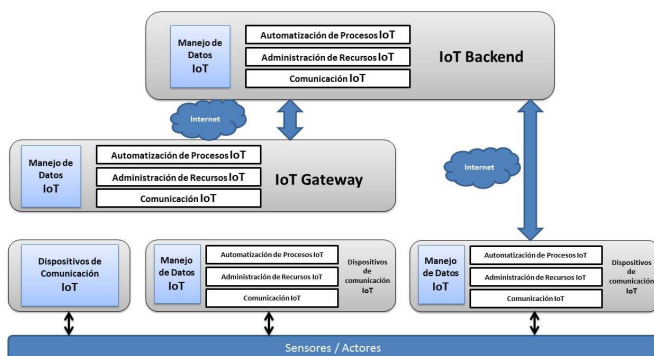


Figura 2. Arquitectura básica de IoT

Ciclo de Producción del vino

La producción de vino está directamente relacionada con el control y seguimiento de determinados parámetros críticos de viticultura, como la fermentación y el envejecimiento, que están relacionados con el crecimiento y maduración de las uvas en alguno de los subprocesos que componen el ciclo de vida completo de la producción vitivinícola. Se distinguen tres escenarios interrelacionados: (1) viñedo, que son todos los aspectos relacionados con el cultivo hasta que la uva llega a la bodega; (2) bodega, incluyendo todos los procesos de elaboración, desde el momento en que la uva entra en la bodega hasta que el vino está listo para su comercialización; (3) distribución, relacionada con la logística, la comercialización, entre otros, hasta que se consuma el vino [19].

Mapeo Sistemático de Estudios

La técnica de mapeo sistemático (conocido como systematic mapping) define un proceso y una estructura de informe que permite categorizar los resultados que han sido publicados hasta el momento en un área determinada [20].

El objetivo de un mapeo sistemático está en la clasificación, y está por tanto dirigido al análisis temático y a la identificación de los principales focos de publicación. Permite responder preguntas genéricas como ¿Qué es lo que se ha hecho hasta el momento en el campo X? Como limitación, este tipo de estudios no toma en consideración la calidad de los estudios incluidos.

El proceso de mapeo sistemático consiste en las siguientes etapas: (1) definición de las preguntas de investigación, (2) ámbito de la revisión, (3) ejecución de la búsqueda, (4) selección de estudios, (5) filtrado de estudios, (6) clasificación, (7) extracción de datos, (8) y mapa sistemático [20].

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL MAPEO SISTEMÁTICO

De acuerdo al proceso de mapeo sistemático descrito anteriormente, a continuación, se describe las actividades realizadas en cada etapa que se llevó a cabo.

Definición de las preguntas de investigación

Las siguientes Preguntas de Investigación (PI) se definieron de acuerdo a la motivación planteada en este estudio y a lo recomendado por [21].

P1 ¿Cuál es el tipo de problema asociado a la producción de vinos que se resuelven con las tecnologías de Big Data y/o IoT (producción, gestión de datos, desarrollo sostenible, prevención en post-venta)?

P2 ¿A qué subproceso de la producción corresponde la solución diseñada (viñedo, bodega, distribución)?

P3 ¿Qué tipos de tecnología utilizan para resolver el problema: Big Data, IoT, o Big Data/IoT?

P4 ¿Qué tipo de componentes tecnológicos utilizaron en el

diseño de las arquitecturas revisadas (sensores, interconexión, almacenamiento, procesamiento, análisis de datos, visualización)?

P5 ¿Cuál es el tipo de investigación utilizada (ejemplo, caso de estudio, experimento, encuesta)?

P6 ¿Cuál es el ámbito de la investigación realizada (academia, industria)?

P7 ¿Cómo ha evolucionado la aplicación de estas tecnologías en la producción de vino con respecto al tiempo?

Ámbito de la revisión

El alcance se definió de acuerdo a lo recomendado por [21], como sigue: Población: Investigadores, profesionales y empresarios que requieren mejorar el Procesamiento de datos masivos. Intervención: Cualquier estudio que contenga la descripción de una solución de Big Data o de IoT para el proceso productivo del vino. Diseño del estudio: aplicaciones en la industria o ejemplos académicos. Resultado: evolución en el tiempo del uso de las tecnologías de Big Data e IoT en el proceso de producción del vino.

Ejecución de la búsqueda

La estrategia de búsqueda consistió en expresiones booleanas formadas por las siguientes palabras claves (en inglés): "Big Data", "Internet of Things ", IoT, wine, las cuales se generaron a partir de las preguntas creadas. La cadena de búsqueda básica se construye a partir de las palabras claves mencionadas. Algunos de los términos fueron desglosados en expresiones booleanas de tipo OR y AND, formadas por los sinónimos, como por ejemplo: "Big Data" o "Big-Data", "Internet of Things" o IoT. Utilizamos una búsqueda avanzada para buscar por título y palabras claves, debido a que nos interesa mostrar los trabajos que declaran en ello haber utilizado algunas de las tecnologías de Big Data o de IoT en la producción de vino.

Por otro lado la selección de las fuentes de datos todas fueron digitales. Se seleccionaron estas fuentes, ya que incluyen motores de búsquedas y los artículos que ofrecen son de calidad, además son accesibles vía web. Las fuentes donde se aplicó la búsqueda fueron Google Scholar, IEEE Digital Library, ACM Digital Library, ScienceDirect y Springer (ver Tabla I).

TABLA I.
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA Y FILTRADO.

Motor de Búsqueda	IEEE	ACM	ScienceDirect	Springer	Schoolar Google
Resultados de la búsqueda	36	12	9	16	327
Candidatos	12	10	4	5	48
Trabajos seleccionados	4	2	2	1	14
Trabajos seleccionados con arquitectura	2	2	0	1	9

En IEEE se encontraron 4 trabajos, en ACM 2 trabajo, en ScienceDirect 2 y en Springer 1 respectivamente. Desde

Schoolar Google se encontraron 14 trabajos, de los cuales 9 ya se encontraban en la búsqueda en IEEE, ACM y Springer. En la tabla I se presenta un resumen de estos resultados (ver fila 3).

Selección de estudios

La selección de los estudios se ha formulado basada en los siguientes criterios de inclusión/exclusión.

(i) *Inclusión*: trabajos de investigación que provienen de tesis, revistas, congresos y libros, que describan el uso de Big Data o de IoT para la producción del vino, que estén escritos en español o inglés.

(ii) *Exclusión*: (1) Documentos, y trabajos técnicos que tratan sobre el uso de Big Data o de IoT en otros contextos de la agricultura, (2) trabajos que solo se centran en el estado del arte, o en descripciones de estas tecnologías, (3) y trabajos que no describen el problema a resolver.

Para seleccionar los trabajos de investigación, en primera instancia utilizamos el criterio de inclusión para hacer análisis sobre el título, resumen y palabras claves, obteniendo de esta manera el mayor número de trabajos que aportan contribuciones significativas sobre el uso de Big Data o de IoT para la producción del vino. En segunda instancia utilizamos el criterio de exclusión donde nos centramos principalmente en el resumen, introducción y conclusiones, analizando un poco más aquellos trabajos que lo requerían para asegurarnos realmente de que eran relevantes para el campo de estudio.

Filtrado de estudios

El proceso de selección consta de tres etapas realizadas secuencialmente por tres revisores (dos investigadores y un colaborador). En la primera etapa, cada revisor aplicó los criterios de inclusión y exclusión para el título, resumen y palabras clave. En la siguiente etapa, cada revisor aplicó los mismos criterios a un conjunto de artículos que se le asignó, que ahora incluye la introducción y la conclusión, obtenido un conjunto de trabajos candidatos (ver segunda fila de la Tabla I). En la tercera etapa, fueron analizados los trabajos candidatos. De esta manera se obtuvo un total de 14 trabajos pertinentes para el mapeo (ver tercera fila de la Tabla I).

La lista de artículos pertinentes son [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [6], [9], [5], [8], [19], [29], [30].

Esquema de clasificación

Una vez seleccionadas las publicaciones relevantes se definieron, en base a la motivación del estudio, seis tipos de clasificaciones:

(i) *Ámbito de aplicación*: el área donde se desarrolla la investigación, o donde apuntan los autores para aplicar su investigación, que puede ser la academia o la industria. *Academia*, esta clasificación es para aquellas publicaciones que dirigen su esfuerzo en realizar nuevas investigaciones y/o desarrollo de nuevas ideas. *Industria*, en este estudio esta clasificación corresponde a los trabajos que aplican su

investigación en alguna organización (con o sin fines de lucro).

(ii) *Tipo de Problema*: se refiere al tipo de problema a enfrentar en el proceso de producción de vino. Estas se clasificaron en: *Producción* (cuando se desea mejorar la cantidad o calidad del vino, o prevenir enfermedades), *Desarrollo Sostenible* (cuando el problema es encontrar los desafíos y oportunidades de las aplicaciones de IoT y/o Big Data en un entorno de agricultura inteligente que afecta a los pilares del triángulo de desarrollo sostenible; economía, medio ambiente y sociedad), *Prevención en Post-Venta* (cuando el problema es evitar o prevenir fraudes), y *Gestión de Datos* (cuando se requiere mejorar la gestión de los datos para ponerlos a disposición de los usuarios).

(iii) *Subproceso*: Utilizaremos la clasificación propuesta por [19]. Estas son: *Viñedo*, *Bodega* y *Distribución*. Agregamos las categorías *Viñedo/Bodega* y *Viñedo/Bodega/Distribución*, para los trabajos que incluyen más de una etapa.

(iv) *Tipo Tecnología*: Se definió tres categorías. Big Data (para los trabajos que utilizan *Big Data* para resolver problemas en la producción de vino, *IoT* (para los trabajos que utilizan IoT), y *Big Data / IoT* (para los trabajos que utilizan ambas tecnologías).

(v) *Componentes de la Arquitectura*: son todos los bloques que se han definido en los distintos niveles de la arquitectura de Big Data o de IoT. Los principales bloques que describen los estudios son: el de sensores, almacenamiento, procesamiento de datos, análisis de los datos, de visualización de la información, y el de interconexión de sistemas.

(vi) *Tipo de investigación*: se establecieron los siguientes tipos de investigación: caso de estudio, experimento, encuesta y ejemplo.

Extracción de datos y Mapeo Sistemático

Tras definir el esquema de clasificación, el último paso del mapeo sistemático consiste en la extracción de datos y el proceso de mapeo de las distintas dimensiones. El resultado completo de esta actividad se muestra en la siguiente sección. Así, la síntesis del estudio se puede observar de manera gráfica en el diagrama de burbuja de la Fig. 3 y de la Fig. 4, que ilustran un diagrama de dispersión XY con burbujas en las intersecciones de categoría, permitiendo tener en cuenta varias categorías al mismo tiempo y entregar una visión general y rápida de un campo de estudio, proporcionando un mapa visual. En esta visualización de los resultados, el tamaño de una burbuja es proporcional al número de artículos que están en el par de categorías que correspondan a las coordenadas en las que se ubica la burbuja.

En la Fig. 3 se puede observar la distribución de los trabajos por tipo de subprocesos, y por tipo de tecnología, versus el tipo de problema a resolver, mientras que en la Fig. 4 se aprecia la distribución de trabajos según el tipo de investigación y el ámbito de la investigación, versus tipo de tecnología.

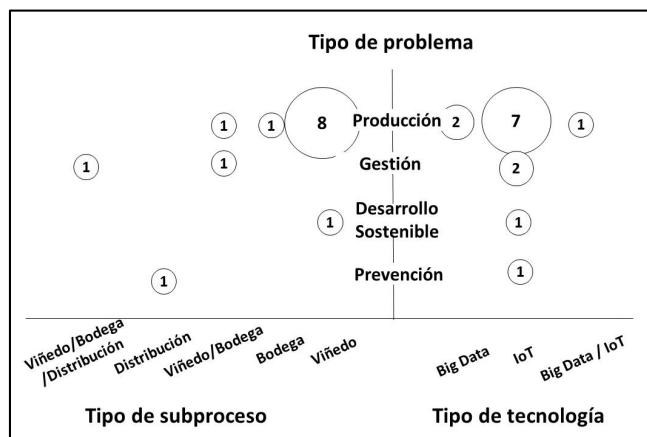


Figura 3. Diagrama de burbuja. Visualización mapeo sistemático según el tipo de subproceso y tipo de tecnología versus tipo de problema a resolver.

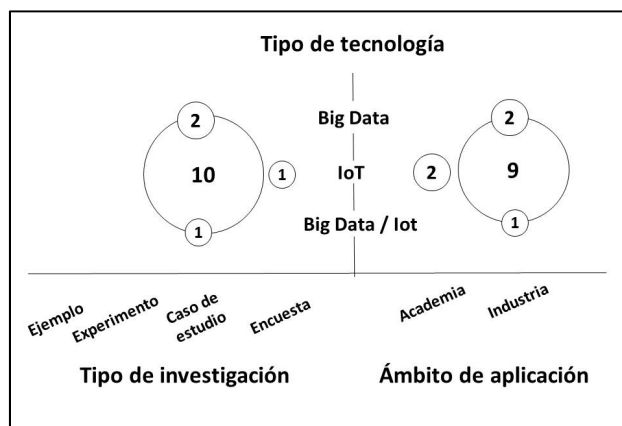


Figura 4. Diagrama de burbuja. Visualización mapeo sistemático según el tipo de investigación y el ámbito de la investigación, versus tipo de tecnología.

IV. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DISCUSIÓN

A continuación damos respuesta a las preguntas de investigación formuladas en la sección III a través de los resultados obtenidos.

PI1: ¿Cuál es el tipo de problema asociado a la producción de vinos que se resuelven con las tecnologías de Big Data y/o IoT ?

Desde la Fig. 3, y considerando que las categorías son excluyentes entre sí, se extrae la siguiente información: un 72% de los artículos apuntan a resolver problemas asociados con la producción, ya sea para mejorar la cantidad o calidad; un 14% a problemas de gestión con los datos; un 7% a problemas de prevención, debido a los fraudes; y otro 7% a problemas de desarrollo sostenible.

Para el caso del problema asociado a la Producción, destacamos el trabajo de Suciú et al. (2015), donde muestran el uso de ambas tecnologías contemporáneas, IoT y el procesamiento de los datos con Big Data, con el fin de implementar la predicción de enfermedades y la aplicación de alertas para la viticultura [6], lo que permite lograr una mejor calidad de uva, y al mismo tiempo una mayor cantidad de producción de fruta.

Otro trabajo a destacar es de los autores Smiljkovikj y Gavrilovska (2014), quienes desarrollaron SmartWine, un sistema inteligente que utiliza IoT basado en la nube para el seguimiento del proceso de producción del vino, desde el cultivo de uva hasta la producción incluyendo el almacenamiento de vino, permitiendo una supervisión desde cualquier lugar del mundo a través de una aplicación web [8].

Por otro lado Ojha et al. (2015), realizó un estudio sobre los trabajos existentes en la implementación de IoT para la producción de distintos cultivos. Para el caso de la uva, concluyen y observan sobre el estado actual de la técnica ofreciendo soluciones basadas en WSN para la gestión del riego, sobre la predicción de las enfermedades de los cultivos, y sobre la agricultura de precisión. Comentan sobre los sistemas informáticos que se requieren, aclarando que éstos deben ser simplificados, de bajo costo y escalables, específicamente para los LMICs. Estas soluciones de bajo costo deben contener como características la operación autónoma y el bajo costo para el mantenimiento. En general, concluyen que la pre-planificación futurista es necesaria para el éxito de estas aplicaciones específicamente para superar los problemas en LMICs [5].

PI2: ¿A qué subproceso de la producción corresponde la solución diseñada?

Desde la Fig. 3 se obtiene que el 65% de los artículos están orientado al estudio del trabajo en el viñedo, desde la etapa del cultivo de la uva, hasta su proceso de selección y cosecha. En un segundo nivel, con un 14%, se observa como foco de análisis el subproceso definido como Viñedo/Bodega, un 7% está orientado al subproceso de bodega, otro 7% de los documentos se focalizaron en el subproceso de distribución, y un último 7% está enfocado a Viñedo/Bodega/Distribución. Lo anterior deja en evidencia que las acciones más relevantes en la actualidad están orientadas a establecer una gestión eficiente del proceso de producción de la uva, que permita mejorar tanto la calidad como la cantidad de producto. Sin embargo, es necesario destacar las aplicaciones innovadoras que puede tener el uso de la tecnología, como es el caso del artículo de Zhao et al. (2013) quienes muestran como el uso de sensores incorporados en los sellos de las tapas de las botellas, puede garantizar la calidad del producto entregado al consumidor, evitando adulteraciones y fraudes [29].

PI3: ¿Qué tipos de tecnología utilizan para resolver el problema?

Según la Fig. 4, el 14% de las veces se utilizó la tecnología Big Data, el 79% con tecnología IoT, y solo un 7% de las trabajos combina las tecnologías de Big Data e IoT, para el proceso productivo del vino.

PI4: ¿Qué tipo de componentes tecnológicos utilizaron en el diseño de las arquitecturas revisadas?

Dentro del esquema de clasificación definido, se establecieron como componentes de las arquitecturas las

categorías de: sensores, almacenamiento, interconexión, procesamiento, análisis y visualización de datos. La combinación particular de cada uno de estos componentes, en los diferentes estudios analizados, deja como resultado la inexistencia de un patrón específico y único. Así, cada trabajo describe de forma distinta los componentes utilizados en la arquitectura creada.

Cabe destacar que sólo 9 trabajos mencionan los componentes de la arquitectura utilizada (ver última fila tabla I). La Tabla II presenta los trabajos y los componentes mencionados.

PI5: ¿Cuál es el tipo de investigación utilizada?

Al observar la Fig. 4, se tiene que un 7% de los trabajos realiza una investigación a través de encuestas, y el resto (93%) son todos casos de estudio. No se encontraron trabajos que realicen algún tipo de experimento o ejemplos.

PI6: ¿Cuál es el ámbito de la investigación realizada?

Cabe destacar que un alto porcentaje de los trabajos, utiliza un caso de estudio en la industria (86%). Esto indica que estas tecnologías efectivamente se utilizan en casos reales (ver Fig. 4).

P7: ¿Cómo ha evolucionado la aplicación de estas tecnologías en la producción de vino con respecto al tiempo?

Desde la Fig. 5 observamos que el desarrollo de sistemas con IoT ha evolucionado desde el año 2011 hasta ahora. Bo y Wang (2011) desarrollan un sistema de monitoreo de temperatura basado en IoT con etiquetas electrónicas que se instalaron a lo largo del viñedo. Los trabajadores pudieron saber el mejor momento para recoger las uvas analizando los datos recogidos y así tratar con uvas en diferentes estados de temperatura y en sus propias formas adaptables [30]. Dos años más tarde, en Zhao et al. (2013) utilizaron el uso de sensores para detectar fraudes al momento de distribuir el vino [29]. Al año siguiente, Smiljkovikj y Gavrilovska (2014) crearon el primer sistema web de monitoreo de la producción del vino en donde midieron constantemente datos de temperatura, humedad, radiación y datos del suelo, con el fin de prevenir enfermedades y mejorar la calidad [8]. En los años 2015 y 2016, se ha mejorado estos sistemas diseñando arquitecturas que contemplan distintos componentes como el de extracción de datos, procesamiento, análisis y visualización.

En este sentido Ojha et al. (2015), explica la importancia de la agricultura de precisión en los viñedos, en la que deben abordar tres cuestiones principales: el uso óptimo del agua, la predicción de las enfermedades y el uso controlado de los plaguicidas. A este respecto, los parámetros relacionados con el suelo y el medio ambiente, tales como la humedad del suelo, la temperatura ambiente, la humedad de la hoja y la humedad relativa son los parámetros más importantes para la medición [5]. Finalmente Chioteli (2016) expone la necesidad

de crear sistemas que incluyan el desarrollo sostenible, intentando analizar si el uso de IoT contribuye en ello [27].

En la Fig. 5, observamos que la tecnología de Big Data se utiliza desde el año 2015 para el proceso de producción del vino. En el trabajo de Ioannis (2015) utilizaron dos técnicas de regresión, regresión lineal multivariada y la regresión logística; mejorando los tipos de análisis para la toma de decisiones [9]. El mismo año Suci (2015) utiliza un sistema de Telemetría que incorpora las dos tecnologías analizadas en este estudio, Big Data e IoT, logrando predecir enfermedades utilizando técnicas de Minería de Datos [6]. Finalmente Fuentes y De Bei (2016), implementaron un sistema de Big Data con nuevas estrategias de modelización para evaluar los efectos del cambio climático sobre los atributos de calidad de las uvas [23].

V. TRABAJOS RELACIONADOS

No solo se ha aplicado Big Data e IoT en la producción del vino, sino que también en otros productos de agricultura. La Tabla III presenta información sobre los trabajos que utilizan Big Data y el tipo de problema a resolver de acuerdo a nuestra clasificación (ver sección III.F), y la Tabla IV presenta la información en el uso de IoT como solución.

Utilizamos una búsqueda sistemática en las mismas fuentes mencionadas en la sección III.C, utilizando como conceptos claves “Big Data” AND Agriculture, y “Internet of Things” AND Agriculture.

Observamos en ambas tablas que la mayor aplicación de estas tecnologías es para resolver problemas del tipo Producción, ya sea para mejorar la calidad del producto, prevenir enfermedades o aumentar la cantidad del producto.

TABLA II.
COMPONENTES UTILIZADOS EN LAS ARQUITECTURAS DE BIG DATA O DE IOT PARA LA PRODUCCIÓN DEL VINO.

Artículo	Sensores	Interconexión	Almacenamiento	Procesamiento	Análisis	Visualización
M2M remote telemetry and cloud IoT big data processing in viticulture	X	X	X	X	X	X
SmartFarm: Improving agriculture sustainability using modern information technology	X	X		X	X	X
Advances of the Vineyard of the Future Initiative in viticultural, sensory science and technology development				X	X	
IoT Architecture for Monitoring Wine Fermentation Process of Debina Variety Semi-Sparkling Wine	X	X	X	X		
Soil salinity and moisture measurement system for grapes field by wireless sensor network	X	X	X			X
Towards an IoT-Based Architecture for Wine Traceability	X	X	X			X
SmartWine: intelligent end-to-end cloud-based monitoring system	X	X	X			X
IoT multiplatform networking to monitor and control wineries and vineyards	X	X	X			X
Introduction of IOT Technology in a Logistic System for High-End Wine Sales	X					

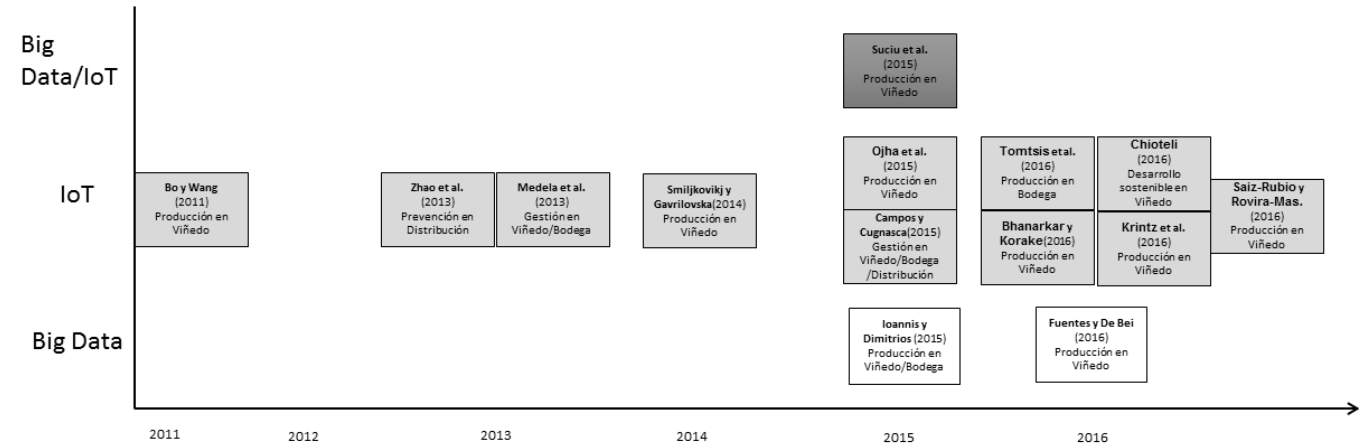


Figura 5. Evolución en el tiempo de los trabajos seleccionados.

TABLA III.
BIG DATA EN LA AGRICULTURA.

Tipo de Problema	Trabajos
Producción	[31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40]
Gestión de Datos	[41], [42], [40], [43], [44], [45], [46]
Desarrollo Sostenible	[47]
Prevención	[48], [36]

TABLA IV.
IOT EN LA AGRICULTURA.

Tipo de Problema	Trabajos
Producción	[49], [50], [51], [52], [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60], [61], [49], [62], [63], [64], [65], [66], [67], [68], [69], [70], [71], [72], [73], [74], [75], [76], [77], [78]
Gestión de Datos	[79], [80], [81], [41], [82], [83], [84], [85], [86], [87], [88], [89], [90]
Desarrollo Sostenible	[91], [92], [93], [94]
Prevención	-

Observamos en ambas tablas que la mayor aplicación de estas tecnologías es para resolver problemas del tipo Producción, ya sea para mejorar la calidad del producto, prevenir enfermedades o aumentar la cantidad del producto.

En términos más generales, destacamos el trabajo de Verdouw et al. (2016), que creó una revisión de la literatura sobre IoT en agricultura y alimentos, ofreciendo una visión general de las aplicaciones existentes, analizando los principales desafíos que se tienen por delante. Concluye que IoT se encuentra en etapa inicial en los dominios de agricultura y alimentos, indicando que las aplicaciones son a menudo fragmentarias, existiendo una falta de integración perfecta, y que sobre todo las soluciones más avanzadas se encuentran en una etapa experimental de desarrollo [95]. Por otro lado, el trabajo de Kaur et al. (2017), presenta un estudio de IoT y los requisitos operacionales que se requieren en las prácticas agrícolas, mostrando algunos ejemplos en el mundo real [96].

También destacamos el trabajo de Kumar et al. (2017) quien hace una revisión sobre las aplicaciones de Big Data en apoyo de la agricultura, identificando las herramientas utilizadas. La revisión revela que hay varias oportunidades disponibles para utilizar Big Data en la agricultura; sin embargo, todavía hay muchos problemas y desafíos que se deben abordar para lograr una mejor utilización de esta tecnología [38].

VI. CONCLUSIONES

Se ha realizado un mapeo sistemático de estudios sobre el uso de Big Data e IoT en el ámbito vitivinícola, que ayuda a gestionar y optimizar de manera eficaz el proceso productivo del vino en las etapas de viñedo, bodega y distribución, permitiendo a nuevos investigadores conocer los componentes de las arquitecturas analizadas y su ámbito de aplicación, entre otros.

Para ello, se formularon 7 preguntas que fueron respondidas utilizando distintas clasificaciones de los estudios. Los resultados muestran que un 78% pertenecen a casos

aplicados en la industria, indicando que existe una validación por parte de la empresa. Por otro lado, se observó que las tecnologías de Big Data e IoT son aplicados mayormente en los subprocesos de viñedo con un 65%, y viñedo/bodega en un 14%, indicando que el foco central de las aplicaciones está en el proceso de producción de la uva.

Además se observó que los sistemas de monitoreo han evolucionado desde simples sistemas para gestionar los datos provenientes de sensores, hasta sistemas de predicción del tiempo debido al cambio climático. En cuanto a Big Data, sólo se está utilizando a partir del año 2015, lo que hace ver que es una tecnología aún en exploración en el ámbito de la producción del vino.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado en conjunto por la Universidad Autónoma de Chile y la Universidad de La Frontera a través de los proyectos "PROYECTO UFRO-UA3 PAQUETE TECNOLÓGICO DE BIG DATA" y DIUFRO DI17-0043.

REFERENCIAS

- [1] X. Jin, B. Wah, X. Cheng, and Y. Wang, "Significance and challenges of big data research," *Big Data Research*, vol. 2, pp. 59--64, 2015.
- [2] R. Stackowiak, A. Licht, V. Mantha, and L. Nagode, "Big Data Solutions and the Internet of Things," *Big Data and the Internet of Things*, pp. 1--27, 2015.
- [3] O. Vernesan, P. Friess, G. Woysch, P. Guillemin, S. Gusmeroli, H. Sundmacker, A. Bassi, M. Eisenhauer, and K. Moessner, "Europe's IoT strategic research agenda 2012," *The Internet of Things*, pp. 22--23, 2012.
- [4] J. Stankovic, "Research directions for the internet of things," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 1, pp. 3--9, 2014.
- [5] T. Ojha, S. Misra, and N. Raghuvanshi, "Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 118, pp. 66--84, 2015.
- [6] G. Suciu, A. Vulpe, O. Fratu, and V. Suciu, "M2M remote telemetry and cloud IoT big data processing in viticulture," *2015 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, pp. 1117--1121, 2015.
- [7] M. Shah, "Big Data and the Internet of Things," *Big Data Analysis: New Algorithms for a New Society*, pp. 207--237, 2016.
- [8] K. Smiljkovic and L. Gavrilovska, "SmartWine: intelligent end-to-end cloud-based monitoring system," *Wireless Personal Communications*, vol. 78, pp. 1777--1788, 2014.
- [9] A. Ioannis and I. Dimitrios, "A Statistical Analysis of Big Web Market Data Structure Using a Big Dataset of Wines," *Procedia Economics and Finance*, vol. 33, pp. 256--268, 2015.
- [10] B. Kitchenham, T. Dyba, and M. Jorgensen, "Evidence-based software engineering," *Proceedings of the 26th international conference on software engineering*, pp. 273--281, 2004.
- [11] J. Gantz and D. Reinsel, "Extracting Value from Chaos, IDC IVIEW," <http://www.emc.com/collateral/analystreports/idc-extracting-value-from-chaos-ar.pdf>, 2011.
- [12] Y. Demchenko, P. Membrey, P. Grosso, and C. de-Laat, "Addressing Big Data Issues in Scientific Data Infrastructure," *First International Symposium on Big Data and Data Analytics in Collaboration (BDDAC 2013). Part of The 2013 Int. Conf. on Collaboration Technologies and Systems (CTS 2013). San Diego, California, USA, 2013*.
- [13] Y. Demchenko, C. De-Laat, and P. Membrey, "Defining architecture components of the Big Data Ecosystem," *Collaboration Technologies and Systems (CTS), 2014 International Conference*, pp. 104--112, 2014.
- [14] F. Wortmann and K. Fluchter, "Internet of things," *Business & Information Systems Engineering*, vol. 57, pp. 221--224, 2015.
- [15] ITU, "New ITU standards define the internet of things and provide the blueprints for its development. <http://www.itu.int/>," 2012.
- [16] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, and M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, pp. 1645--1660, 2013.

- [17] A. Whitmore, A. Agarwal, and L. Da Xu, "The Internet of Things—A survey of topics and trends," *Information Systems Frontiers*, vol. 17, pp. 261–274, 2015.
- [18] P. Desai, A. Sheth, and P. Anantharam, "Semantic gateway as a service architecture for IoT interoperability," *IEEE International Conference on Mobile Services*, pp. 313–319, 2015.
- [19] A. Medela, B. Cendón, L. Gonzalez, R. Crespo, and I. Nevares, "IoT multiplatform networking to monitor and control wineries and vineyards," *Future Network and Mobile Summit (FutureNetworkSummit)*, 2013, pp. 1–10, 2013.
- [20] K. Petersen, R. Feldt, S. Mujtaba, and M. Mattsson, "Systematic mapping studies in software engineering," *EASE'08 Proceedings of the 12th international conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. British Computer Society Swinton., pp. 68–77, 2008.
- [21] B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering," *Thechnical Report EBSE'07*, 2007.
- [22] C. Krintz, R. Wolski, N. Golubovic, B. Lampel, and V. Kulkarni, "SmartFarm: Improving agriculture sustainability using modern information technology," *KDD Workshop on Data Science for Food, Energy, and Water*, 2016.
- [23] S. Fuentes and R. De-Bei, "Advances of the Vineyard of the Future Initiative in viticultural, sensory science and technology development," *Wine and viticulture journal*, pp. 13, 2016.
- [24] D. Tomtsis, S. Kontogiannis, G. Kokkonis, and N. Zinas, "IoT Architecture for Monitoring Wine Fermentation Process of Debina Variety Semi-Sparkling Wine," *Proceedings of the SouthEast European Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference*, pp. 42–47, 2016.
- [25] M. Bhanarkar and P. Korake, "Soil salinity and moisture measurement system for grapes field by wireless sensor network," *Cogent Engineering*, vol. 3, pp. 1164021, 2016.
- [26] V. Saiz-Rubio and F. Rovira-Más, "Preliminary Approach for Real-time Mapping of Vineyards from an Autonomous Ground Robot," *ASABE Annual International Meeting*, pp. 1, 2016.
- [27] A. Chioteli, "Farming Smartification." 2016.
- [28] L. Campos and C. Cugnasca, "Towards an IoT-Based Architecture for Wine Traceability," *International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS)*, pp. 212–213, 2015.
- [29] H.-D. Zhao, G.-N. Liu, Q.-Q. Guo, S.-G. Ma, Y. Tie, and C. Li, "Introduction of IOT Technology in a Logistic System for High-End Wine Sales," *Advanced Materials Research*, vol. 605, pp. 549–552, 2013.
- [30] Y. Bo and H. Wang, "The application of cloud computing and the internet of things in agriculture and forestry," *Service Sciences (IJCSS)*, 2011 *International Joint Conference*, pp. 168–172, 2011.
- [31] R.-D. Ludena and A. Ahrary, "A big data approach for a new ICT agriculture application development," *International Conference on Cyber-Enabled Distributed Computing and Knowledge Discovery (CyberC)*, pp. 140–143, 2013.
- [32] R. Ludena and A. Ahrary, "Big data approach in an ict agriculture project," *International Joint Conference on Awareness Science and Technology and Ubi-Media Computing (iCAST-UMEDIA)*, pp. 261–265, 2013.
- [33] D. Waga and K. Rabah, "Environmental conditions' big data management and cloud computing analytics for sustainable agriculture," *World Journal of Computer Application and Technology*, vol. 3, pp. 73–81, 2014.
- [34] R. Yadav, J. Rathod, and V. Nair, "Big data meets small sensors in precision agriculture," *International Journal of Computer Applications*. Applications of Computers and Electronics for the Welfare of Rural Masses (ACEWRM), pp. 1–4, 2015.
- [35] K. Karantzalos, A. Karmas, and A. Tzotsos, "RemoteAgri: processing online big earth observation data for precision agriculture," *Precision agriculture'15*, pp. 861–873, 2015.
- [36] M. Bendre, R. Thool, and V. Thool, "Big data in precision agriculture: Weather forecasting for future farming," *1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT)*, pp. 744–750, 2015.
- [37] F. Hao, X. Luo, and C. Mu, "Research on Key Technologies of Intelligent Agriculture Based on Agricultural Big Data," *International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE)*, pp. 598–601, 2016.
- [38] H. Kumar and T. Menakadevi, "A Review on Big Data Analytics in the field of Agriculture," *International Journal of Latest Transactions in Engineering and Science*, vol. 1, 2017.
- [39] M. Castle, B. Lubben, and J. Luck, "Factors Influencing Producer Propensity for Data Sharing & Opinions Regarding Precision Agriculture and Big Farm Data," *Presentations, Working Papers, and Gray Literature: Agricultural Economics*, 2016.
- [40] H. Zhang, X. Wei, T. Zou, Z. Li, and G. Yang, "Agriculture big data: Research status, challenges and countermeasures," *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*, pp. 137–143, 2014.
- [41] H.-Z. Wang, G.-W. Lin, J. Wang, W.-L. Gao, Y.-F. Chen, and Q.-L. Duan, "Management of big data in the internet of things in agriculture based on cloud computing," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 548, pp. 1438–1444, 2014.
- [42] K. Sabarina and N. Priya, "Lowering data dimensionality in big data for the benefit of precision agriculture," *Procedia Computer Science*, vol. 48, pp. 548–554, 2015.
- [43] V. Ingale and D. Jadhav, "Big Data A Great Revolution in Precision Agriculture using Predictive Weather Analysis and Soil Analysis," *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, vol. 5, 2016.
- [44] V.-Q. Nguyen, S.-N. Nguyen, D.-T. Vu, and K. Kim, "Design and Implementation of Big Data Platform for Image Processing in Agriculture," *Dept. of Electronics and Computer Engineering, Chonnam National University*, 2016.
- [45] T. De-Jager, "Big data becomes big in agriculture: from the watchtower-current affairs," *FarmBiz*, vol. 1, pp. 6–7, 2015.
- [46] C.-S. Nandyala and H.-K. Kim, "Big and Meta Data Management for U-Agriculture Mobile Services," *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, vol. 10, pp. 257–270, 2016.
- [47] R. Lokers, Y. Van Randen, R. Knapen, S. Gaubitzer, S. Zudin, and S. Janssen, "Improving Access to Big Data in Agriculture and Forestry Using Semantic Technologies," *Research Conference on Metadata and Semantics Research*, pp. 369–380, 2015.
- [48] M. Ramya, C. Balaji, and L. Girish, "Environment Change Prediction to Adapt Climate-Smart Agriculture Using Big Data Analytics," *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)*, vol. 4, 2015.
- [49] H. Gao, M. Wang, and G. Liu, "Application Development of Internet of Things in Agriculture in China," *International Conference on Instrumentation, Measurement, Circuits and Systems (ICIMCS)*, 2011.
- [50] H. Yong, N. Pengcheng, and L. Fei, "Advancement and trend of internet of things in agriculture and sensing instrument," *Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery*, vol. 44, pp. 216–226, 2013.
- [51] J. Ma, X. Zhou, S. Li, and Z. Li, "Connecting agriculture to the Internet of Things through sensor networks," *Internet of Things (iThings/CPSCoM)*, *International Conference on and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, pp. 184–187, 2011.
- [52] Z. Xiao-bo, "Facility Agriculture Online Monitoring System Based on Internet of Things [J]," *Journal of Taiyuan University of Science and Technology*, vol. 3, pp. 5, 2011.
- [53] Z. Huixia, W. Fulin, and S. Ruixia, "The application of the internet of things in China modern agriculture [J]," *Chinese Agricultural Science Bulletin*, vol. 2, pp. 64, 2011.
- [54] S. Li, "Application of the internet of things technology in precision agriculture irrigation systems," *International Conference on Computer Science & Service System (CSSS)*, pp. 1009–1013, 2012.
- [55] J. Yan, Z. Feng, D. Jian-Gang, and Y. Fei, "Wireless sensor traceability algorithm based on internet of things in the area of agriculture," *Sensors & Transducers*, vol. 151, pp. 111, 2013.
- [56] J. Lee, S. Kim, S. Lee, H. Choi, and J. Jung, "A study on the necessity and construction plan of the internet of things platform for smart agriculture," *Journal of Korea multimedia society*, vol. 17, pp. 1313–1324, 2014.
- [57] M. Stoces, J. Vanek, J. Masner, and J. Pavlík, "Internet of Things (IoT) in Agriculture-Selected Aspects," *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, vol. 8, pp. 83, 2016.
- [58] S. Lianmin, C. Zhifeng, and G. Zhihua, "Application Research of the Internet of Things in Wisdom Agriculture [J]," *Journal of Agricultural Mechanization Research*, vol. 6, pp. 250–252, 2013.
- [59] C. LU, X. PENG, K. XUAN, and B. WANG, "Application of the internet of things on facility agriculture [J]," *Agriculture network information*, vol. 9, pp. 6, 2011.
- [60] Q. Sheng-yue, "Applications of Internet of Things in Distinctive Agriculture Undertakings in Guangxi Beibu Gulf Economic Zone [J]," *Innovation*, vol. 5, pp. 19, 2011.

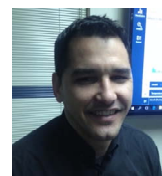
- [61] L. Zhou, L. Song, C. Xie, and J. Zhang, "Applications of Internet of Things in the facility agriculture," *6th Computer and Computing Technologies in Agriculture (CCTA)*, pp. 297–303, 2012.
- [62] L. Shengduo and Z. Jian, "Research and Development of Management Platform for Precision Ecological Agriculture Based on the Internet of Things," *Software Engineering and Knowledge Engineering: Theory and Practice*, pp. 387–393, 2012.
- [63] X. Chuanzhong, W. Pei, M. Yanhua, W. Yunli, and Z. Yudong, "Design of Intelligent Management System of Facility Agriculture Based on Internet of Things Technology [J]," *Journal={Agricultural Engineering}*, vol. 2, pp. 10, 2013.
- [64] L. Li, N. Sigrimis, A. Anastasiou, M. Wang, and V. Patil, "A roadmap from internet of things to intelligent agriculture and WOT," *AIPA2012 agro-informatics and precision agriculture conference proceedings*, pp. 297–304, 2012.
- [65] K. Junfan, "Research on the Agriculture Products Quality and Safety Traceability System Based on the Internet of Things [J]," *Agriculture Network Information*, vol. 11, pp. 31, 2012.
- [66] D.-D. Bhavani and R. Bharati, "An efficient method to incorporate precision farming in Indian agriculture using robotics and internet of things," *International Journal of Research in IT and Management*, vol. 6, pp. 36–43, 2016.
- [67] Y. Shang and A.-Y. Fu, "Research on Intelligent Agriculture Greenhouses Based on Internet of Things Technology," *ITM Web of Conferences*, vol. 11, pp. 3010, 2017.
- [68] S.-J. Lim, "Design and implementation of agriculture system for Internet Of Things," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 6, pp. 8896–8900, 2015.
- [69] C. Miao, "The Intelligent Supervision of The Agriculture Production Based on Internet of Things and Cloud Service Platform," *International Conference on Information Sciences, Machinery, Materials and Energy (ICISMME 2015)*, pp. 1597–1600, 2015.
- [70] W. Jiaa, P. Liganga, and W. Jihuaa, "Application of Internet of Things in Facility Agriculture," *ASABE Annual International Meeting*, pp. 1, 2016.
- [71] V.-V. Hari Ram, H. Vishal, S. Dhanalakshmi, and P. M. Vidya, "Regulation of water in agriculture field using Internet Of Things," *Technological Innovation in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR)*, pp. 112–115, 2015.
- [72] Y. P. Duan, C. X. Zhao, and Z. Tian, "Application of the Internet of Things Technology in Agriculture," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 687, pp. 2395–2398, 2014.
- [73] A. Kapoor, S. Bhat, S. Shidnal, and A. Mehra, "Implementation of IoT (Internet of Things) and Image processing in smart agriculture," *International Conference on Computation System and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, pp. 21–26, 2016.
- [74] R. Shahzadi, J. Ferzund, M. Tausif, and M. Suryani, "Internet of Things based Expert System for Smart Agriculture," *{INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED COMPUTER SCIENCE AND APPLICATIONS}*, vol. 7, pp. 341–350, 2016.
- [75] T. Guo and W. Zhong, "Design and implementation of the span greenhouse agriculture Internet of Things system," *International Conference on Fluid Power and Mechatronics (FPM)*, pp. 398–401, 2015.
- [76] C. Zulkifli and N. Noor, "Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture," *Pertanika Journal of Science & Technology*, vol. 5, 2017.
- [77] A. Paventhan, "Realizing open, standards based approach to Internet of Things for Agriculture Monitoring and Actuation System," *Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network*, vol. 38, pp. 137–151, 2014.
- [78] F. J. Ferrández-Pastor, J. M. García-Chamizo, M. Nieto-Hidalgo, J. Mora-Pascual, and J. Mora-Martínez, "Developing Ubiquitous Sensor Network Platform Using Internet of Things: Application in Precision Agriculture," *Sensors & Transducers*, vol. 16, pp. 1141, 2016.
- [79] J. Ye, B. Chen, Q. Liu, and Y. Fang, "A precision agriculture management system based on Internet of Things and WebGIS," *21st International Conference on Geoinformatics (GEOINFORMATICS)*, pp. 1–5, 2013.
- [80] Z. Xiaojing and L. Yuanguai, "Zigbee implementation in intelligent agriculture based on internet of things," *EMEIT*, 2012.
- [81] F. Zhang, "Research on applications of Internet of Things in agriculture," *Informatics and Management Science VI*, pp. 69–75, 2013.
- [82] P. Liu, X. Meng, P. TIAN, Z.-m. DENG, W.-s. WANG, Y.-c. WANG, and S.-s. BI, "Design of a precision agriculture information perception system based on the internet of things," *Computer Engineering & Science*, vol. 4, pp. 137–141, 2012.
- [83] J.-g. Zhang, X.-l. Lai, R.-x. Yang, and J.-x. Lv, "Application of Internet of Things Technology in environmental Monitoring System for Precise Agriculture [J]," *Hunan Agricultural Sciences*, vol. 5, pp. 52, 2011.
- [84] Q.-w. Dai, J. Cao, Y. Fan, K.-f. Zhu, and Z.-f. Wang, "Systemic design of Internet of Things for application in modern facility agriculture [J]," *Jiangsu Journal of Agricultural Sciences*, vol. 5, pp. 45, 2012.
- [85] H. Zhou, B. Liu, and P. Dong, "The Technology System Framework of the Internet of Things and Its Application Research in Agriculture," *International Conference on Computer and Computing Technologies in Agriculture*, pp. 293–300, 2011.
- [86] L.-S.-X. Chuanhui, "Discussion on the Intelligent Agriculture System Based on the Internet of Things [J]," *Science Mosaic*, vol. 7, pp. 22, 2011.
- [87] D.-L. Shi, "Research and Design of Intelligent Agriculture Management System Based on the Internet of Things," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 687, pp. 1868–1871, 2014.
- [88] B. P. Wang, "The Design of Modern Agriculture Control System Based on Internet of Things," *Applied Mechanics and Materials*, vol. 513, pp. 1519–1522, 2014.
- [89] X. Li, L. Peng, and C. Sun, "The Application and Forecast of Geospatial Information Technology in Agriculture Internet of Things," *2nd International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE)*, pp. 1–5, 2012.
- [90] A. Xiao-Yan, X. Dong-Sheng, Z. Feng, and D. Jian-Gang, "Agriculture Intelligent Control System Algorithm for Wireless Sensor Networks Based on Internet of Things," *Sensors & Transducers*, vol. 158, pp. 70, 2013.
- [91] Z. Zhou and Z. Zhou, "Application of internet of things in agriculture products supply chain management," *International Conference on Control Engineering and Communication Technology (ICCECT)*, pp. 259–261, 2012.
- [92] N. Dlodlo and J. Kalezhi, "The internet of things in agriculture for sustainable rural development," *International Conference on Emerging Trends in Networks and Computer Communications (ETNCC)*, pp. 13–18, 2015.
- [93] P. Kidd, "The role of the internet of things in enabling sustainable agriculture in Europe," *International Journal of RF Technologies*, vol. 3, pp. 67–83, 2012.
- [94] Z. Yu, P.-x. LIANG, and W. Hua-jian, "Status prospect and strategy of Internet of Things application in Guangxi agriculture [J]," *Journal of Southern Agriculture*, vol. 5, pp. 37, 2012.
- [95] C. Verdouw, J. Wolfert, and B. Tekinerdogan, "Internet of Things in agriculture," *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, vol. 11, 2016.
- [96] K. Kaur, "The Agriculture Internet of Things: A review of the concepts and implications of implementation," *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research*, 2016.



Ania Cravero es Ingeniera Civil Industrial m. Informática, por la Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. Obtuvo su Doctorado en Cs. de la Computación y Sistemas Informáticos por la Atlantic International University, EE.UU (2010). Se desempeña como Académico en el Departamento de Ciencias de Computación e Informática, e investigadora en el Centro de Estudios en Ingeniería de Software, Universidad de La Frontera. Sus intereses de investigación están en el área de Modelado Bases de Datos, Almacenes de Datos y Big Data.



Dafne Lagos es Ingeniera Civil Industrial m. Agroindustria, por la Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. Obtuvo su Doctorado en Ingeniería Industrial por la Atlantic International University, EE.UU (2012). Se desempeña como Académico en la Facultad de Administración y Negocios, Universidad Autónoma de Chile. Sus intereses de investigación están en el área de Investigación de Operaciones y Modelamiento Matemático.



Roberto Espinosa es Ingeniero Informático. Obtuvo su Doctorado en Aplicaciones de la Informática por la Universidad de Alicante, España (2014). Actualmente realiza un Post Doctorado en el Departamento de Ciencias de Computación e Informática de la Universidad de La Frontera.