



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Tecnología 4.0 para la trazabilidad en el sector vitivinícola

Autor/es

OMAR BÓVEDA TREVIÑO

Director/es

Emilio Jiménez Macías y MARÍA PAZ DIAGO SANTAMARÍA

Facultad

Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja

Titulación

Máster Universitario en Tecnología, Gestión e Innovación Vitivinícola

Departamento

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Curso académico

2019-20



Tecnología 4.0 para la trazabilidad en el sector vitivinícola, de OMAR BÓVEDA
TREVIÑO

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.

Trabajo de Fin de Máster

Tecnología 4.0 para la trazabilidad en el sector vitivinícola

Autor/autora (selecciona)

Omar Bóveda Treviño

Tutores: María Paz Diago Santamaría
Emilio Jiménez Macías

MÁSTER:
Máster en Tecnol., Gest. e Inn. Vitivinícola (761)

Escuela de Máster y Doctorado



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

AÑO ACADÉMICO: 2019/2020

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| Resumen/Abstract | 4 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 5 |
| 1.1. Sector vitivinícola | 5 |
| 1.2. Estructura del trabajo | 7 |
| 2. ESTADO DEL ARTE DE LA INDUSTRIA 4.0 | 8 |
| 2.1. Evolución histórica de la industria | 8 |
| 2.2. Concepto de Industria 4.0 | 9 |
| 2.3. Objetivos de la Industria 4.0 | 10 |
| 2.4. Áreas que componen la Industria 4.0 | 12 |
| 2.4.1. Robots Colaborativos | 12 |
| 2.4.2. Simulación | 13 |
| 2.4.3. Sistemas de Integración | 13 |
| 2.4.4. Internet de las Cosas (IoT) y Sistemas Ciber-físicos (CPS) | 13 |
| 2.4.5. Ciber-seguridad | 14 |
| 2.4.6. Cloud Computing | 14 |
| 2.4.7. Fabricación Aditiva (3D) | 15 |
| 2.4.8. Realidad Aumentada | 15 |
| 2.4.9. Big Data | 16 |
| 2.5. Trazabilidad | 17 |
| 2.5.1. Tipos de trazabilidad | 18 |
| 2.5.2. Trazabilidad hacia atrás o tracing | 18 |
| 2.5.3. Trazabilidad interna o de proceso | 19 |
| 2.5.4. Trazabilidad hacia atrás o tracking | 21 |
| 2.5.5. Combinación entre trazabilidad hacia atrás y hacia delante | 22 |
| 2.5.6. Aspectos sobre la trazabilidad del vino | 23 |
| 2.5.7. Análisis personal de la aplicabilidad de la trazabilidad del vino...24 | |
| 3. OBJETIVOS | 26 |
| 4. TECNOLOGÍA 4.0 EN EL VIÑEDO | 27 |
| 4.1. Viticultura de Precisión | 27 |
| 4.1.1. Viticultura Smart | 28 |
| 4.2. Viticultura Integrada | 28 |
| 4.3. Herramientas 4.0 para la viticultura | 29 |
| 4.3.1. Plataformas de sensores en el viñedo | 29 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3.2. Robots de campo | 30 |
| 4.3.3. Proyecto “SmartRural” | 31 |
| 5. TECNOLOGÍA 4.0 EN LAS BODEGAS | 33 |
| 5.1. Herramientas 4.0 para la enología | 33 |
| 5.1.1. Selección óptica de la vendimia | 33 |
| 5.1.2. Pincho Toma Muestras | 35 |
| 5.1.3. Auto Analizadores | 36 |
| 5.1.4. Sistema de seguridad alimentaria | 37 |
| 5.1.5. Tecnología Smart para bodegas | 38 |
| 6. TECNOLOGÍA 4.0 EN LA LOGÍSTICA | 41 |
| 6.1. Herramientas 4.0 para la logística | 42 |
| 6.1.1. RFID | 42 |
| 6.1.2. NFC | 45 |
| 6.1.3. QR | 46 |
| 6.1.4. Blockchain | 47 |
| 7. ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS BODEGAS | 50 |
| 7.1. Bodegas Franco-Españolas se apunta al reto de la Industria 4.0 .. | 50 |
| 7.2. Enoturismo virtual: seis emblemáticas bodegas españolas que se pueden visitar desde cualquier lugar | 51 |
| 7.3. Riojawine ofrece toda la información sobre bodegas, vinos o rutas de enoturismo | 52 |
| 7.4. Bodegas Riojanas aprovecha una plataforma con “<i>blockchain</i>” para ampliar su presencia en mercados asiáticos | 53 |
| 8. CONCLUSIONES | 54 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA | 56 |
| 10. WEBGRAFÍA | 60 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Gráfica de superficie (%) de viñedo mundial..... | 5 |
| Figura 2. Volumen de vino (mhl) producido mundial..... | 6 |
| Figura 3. Evolución de la industria..... | 8 |
| Figura 4. Áreas de la Industria 4.0..... | 12 |
| Figura 5. Trazabilidad hacia atrás en dirección al eslabón anterior..... | 19 |
| Figura 6. Trazabilidad interna o de proceso..... | 20 |
| Figura 7. Trazabilidad hacia adelante en dirección al eslabón posterior..... | 21 |
| Figura 8. Flujo de información y producto de una cadena alimentaria..... | 22 |
| Figura 9. Plataforma de sensores en el viñedo y hardware “ <i>Vinduino</i> ”..... | 29 |
| Figura 10. Dron sobrevolando un viñedo..... | 30 |
| Figura 11. Cartografiado de un viñedo..... | 31 |
| Figura 12. Dispositivo y software de apoyo al viticultor..... | 32 |
| Figura 13. Equipo de selección automatizada de uva X-Tri..... | 34 |
| Figura 14. Pincho Toma Muestras..... | 35 |
| Figura 15. Equipos auto analizadores en enología..... | 36 |
| Figura 16. Terminales y dispositivos móviles con el sistema SAEn5000..... | 39 |
| Figura 17. Equipo ADCF..... | 40 |
| Figura 18. Componentes de un sistema de código de barras..... | 43 |
| Figura 19. Uso de tecnología RFID en una CdS..... | 44 |
| Figura 20. Ejemplo de etiqueta RFID..... | 44 |
| Figura 21. Uso de la tecnología NFC..... | 45 |
| Figura 22. Código QR en una botella de vino..... | 46 |
| Figura 23. Esquema de las etapas de un registro digital empleando Blockchain..... | 48 |
| Figura 24. Bodegas Franco españolas..... | 50 |
| Figura 25. Bodegas Herederos de Marqués de Riscal y Marqués de Murrieta.... | 51 |
| Figura 26. Imagen de la app Riojawine..... | 52 |
| Figura 27. De izquierda a derecha Federico de Poli (EY); Tim Tse (Blockchain Wine Pte. Ltd.) y Santiago Frías (Bodegas Riojanas)..... | 53 |

Resumen

El auge de la cuarta revolución industrial es una realidad y las bodegas no son ajenas a este cambio. La utilización de equipos o sistemas que garanticen un control y seguimiento de la elaboración es fundamental para el éxito empresarial. Cada vez más consumidores demandan mayor cantidad de información relacionada con el vino, la fermentación y crianza y el viñedo.

En este Trabajo Fin de Máster (TFM) se abordarán aquellas tecnologías que mejoren o faciliten la trazabilidad de los vinos. Se analizarán las tecnologías existentes en tres ámbitos: viñedo (plataforma de sensores, robots de campo, viticultura Smart), bodega (seleccionador óptico de uva, auto analizadores, pincho toma muestras, sistemas de seguridad alimentaria, tecnología Smart para bodegas) y logística (RFID, NFC, QR, Blockchain).

Palabras clave: Industria 4.0, trazabilidad, vino, digitalización.

Abstract

The rise of the fourth industrial revolution is a reality and wineries are not unaware of this change. The use of equipment or systems that guarantee control and monitoring of production is essential for business related to wine, fermentation and aging and the vineyard.

In this Master's Thesis (TFM), those technologies that improve or facilitate the traceability of wines will be addressed. Existing technologies will be analyzed in three areas: vineyard (sensor platform, field robots, Smart viticulture), winery (optical grape sorter, self-analyzers, sampling spike, food safety systems, Smart technology for wineries) and logistics (RFID, NFC, QR, Blockchain).

Keywords: Industry 4.0, traceability, wine, digitization.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Sector vitivinícola

El sector vitivinícola es de extraordinaria importancia en nuestro país y en nuestra Comunidad Autónoma, tanto por razones sociales, culturales, económicas o medioambientales. Por arrojar algunos datos que demuestren dicha importancia, España es el primer país del ranking mundial de superficie de viñedo con más de 966 millones de hectáreas (Figura 1), siendo líderes en viñedos ecológicos (113.412 hectáreas). En el ranking, es el tercer país productor de vino en volumen por año, el último dato registrado es del 2018 con un total de 44,4 millones de hectolitros producidos (Figura 2). Ese año, el sector vitivinícola español es líder en exportaciones con aproximadamente 21,1 millones de hectolitros exportados.

En lo social, el sector vitivinícola influye en la lucha del despoblamiento rural, debido a que las propias bodegas están asentadas o se construyen cerca de los viñedos. El sector vitivinícola representa el 1% del PIB nacional. Las bodegas generan empleo, según el Instituto Nacional de Estadística más del 50% de las bodegas generan entre 1 a 2 trabajadores asalariados dando empleo directo en el campo como en las bodegas, y empleo indirecto como en la industria auxiliar, hostelería, turismo... Y en definitiva es importante porque el vino forma parte de la dieta mediterránea, y su consumo moderado puede tener efectos beneficiosos en la salud (FEV, 2019).

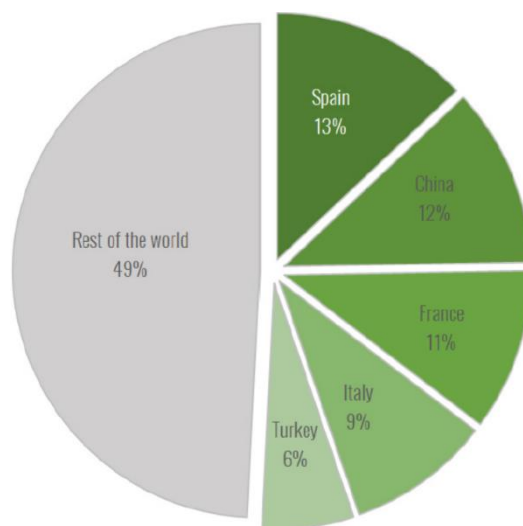


Figura 1. Gráfica de superficie (%) de viñedo mundial (OIV, 2019)

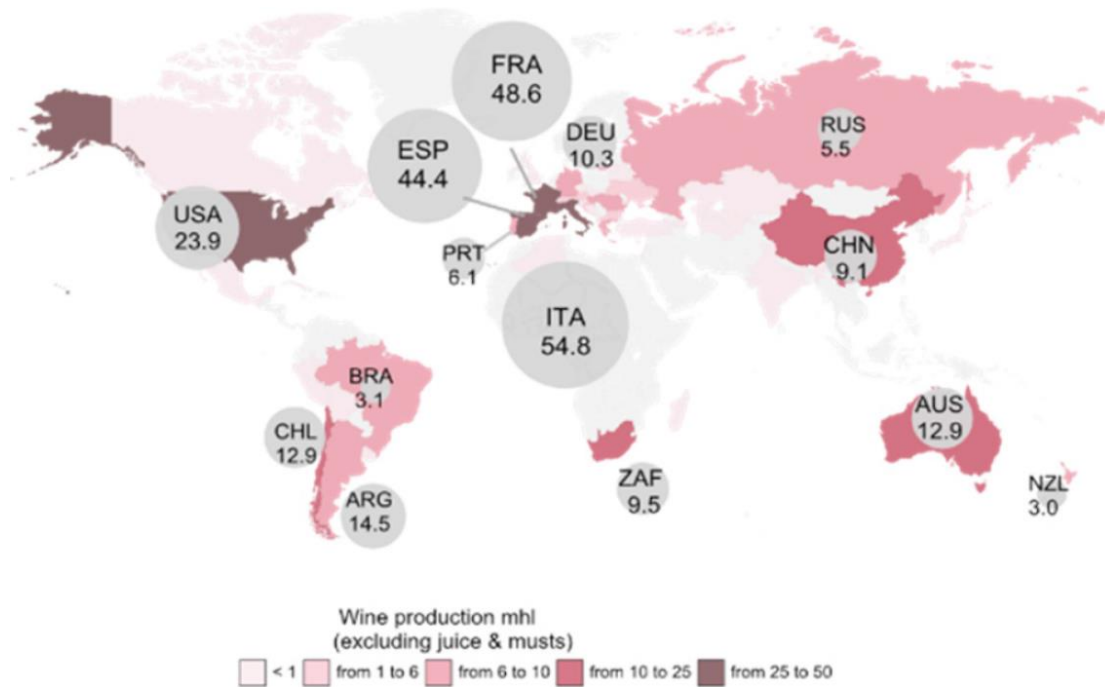


Figura 2. Volumen de vino (mhl) producido mundial (OIV, 2019)

En la Comunidad autónoma de La Rioja el sector vitivinícola tiene una alta relevancia, ya que la extensión del viñedo ocupa más de 45.500 hectáreas. Si observamos la Denominación de Origen Calificada Rioja, incluyendo las zonas Álava y Navarra, hay un total de 65.700 hectáreas de viñedo. Arroja una producción de vino bajo el amparo de la Denominación de 271.000.000 litros de vino (Consejo Regulador D.O.Ca.Rioja, 2019).

Según el Presidente de la Plataforma Tecnológica del vino, Fernando Pozo Ramírez (PTV, 2017), el sector vitivinícola juega un papel importante desde el punto de vista económico y de la imagen exterior de nuestro país. Con un gran arraigo en la tradición, este sector está sabiendo innovar y sumarse a los avances tecnológicos que están permitiendo tecnificar toda la cadena de valor del vino, desde el viñedo hasta el consumidor.

El sector vitivinícola no es ajeno a los cambios tecnológicos, de hecho para que una empresa se mantenga en el mercado o aumente su competitividad, tiene que invertir e innovar en I+D+i. En este sentido la cuarta revolución industrial o también llamada Industria 4.0 mejora, perfecciona, optimiza o aumenta la productividad de procesos industriales.

Con la pandemia del COVID-19 se escucha mucho el término “trazabilidad” para encadenar el número de contactos que ha tenido una persona infectada

y así ver cómo se comporta el virus, tiempo de incubación... Pues bien, en la industria vitivinícola esto también sucede, con datos como, de dónde proceden proceden las uvas, qué tipo de vino es, añada... En resumen, monitorizar todo el ciclo de vida del vino, desde el cultivo y vendimia de la uva, pasando por la transformación o fermentación del mosto en vino, hasta su distribución/comercialización y finalizando en la entrega del consumidor. Además cada vez más consumidores sienten curiosidad o exigen tener más información sobre el vino que consumen.

En este trabajo se tratará de interconectar tecnología 4.0 que se pueda implantar en el sector vitivinícola, a nivel de viñedo, de bodega y de información al consumidor final con un enfoque en la trazabilidad.

1.2. Estructura del Trabajo

En el presente documento consta de un estudio del arte de la Industria 4.0 (capítulo 2) que introduce la evolución de la industria a lo largo de la historia, el concepto de Industria 4.0, los objetivos y retos de esta nueva revolución industrial y las áreas tecnológicas que lo componen. Además de ver el encaje de estas tecnologías en la trazabilidad del vino.

En el capítulo 4 nos centraremos en los conceptos de viticultura de precisión e integrada, además de describir las tecnologías como las plataformas de sensores que controlan las condiciones climáticas del viñedo.

En lo referente a la bodega (capítulo 5) explicaremos las tecnologías habilitadoras para el control del proceso de elaboración y más concretamente a equipos de análisis de parámetros enológicos.

Para la logística y distribución (capítulo 6) veremos tecnologías de identificación, etiquetado y que aporten información para los consumidores como la tecnología RFID o los códigos QR.

En los siguientes capítulos veremos algunas noticias de actualidad sobre la implementación de tecnología I4 por parte de las bodegas, seguidos de las conclusiones y de la bibliografía/Webgrafía.

2. ESTADO DEL ARTE DE LA INDUSTRIA 4.0

2.1. Evolución histórica de la industria

La industria ha sufrido múltiples cambios a lo largo de la historia gracias a la evolución e innovación tecnológica. Desde la primera máquina de vapor, creada por James Watt, para aplicaciones industriales (telares, destilerías, fábricas de papel...). Pasando por un nuevo modelo productivo, conocido como producción en masa, que aumentó la productividad gracias a la ayuda de la energía eléctrica. Hasta la primera instalación de máquinas programables para la realización de tareas repetitivas o por su naturaleza una persona sería incapaz de realizarla.

Actualmente, la industria está volviendo a experimentar otro gran cambio que marcará la historia. Con la aparición de Internet, el mundo se ha visto sometido a una gran transformación (Figura 3), dado el intercambio de información que se produce en tiempo real con clientes, mercados, competidores... La Industria está introduciendo e introducirá tecnologías que van a revolucionar cada sector económico. La producción en masa automatizada se convertirá en una producción en masa de productos “customizados” o personalizados dependiendo las necesidades de los clientes.

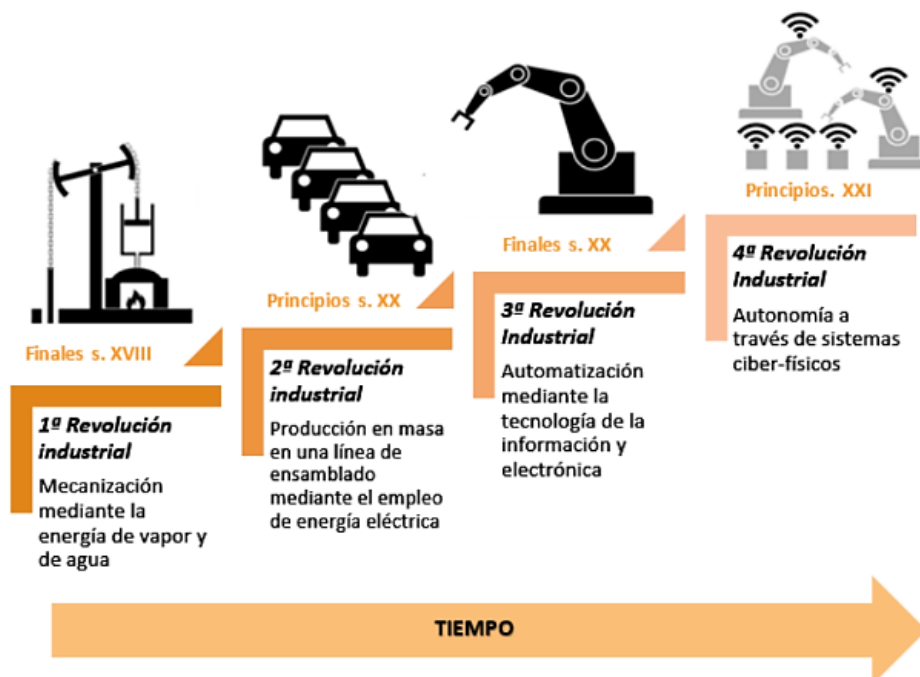


Figura 3. Evolución de la industria (Hock, 2017)

2.2. Concepto de Industria 4.0

Hay diferentes términos para referirse a este concepto de Industria 4.0, como la digitalización de los procesos, cuarta revolución industrial, Industria conectada, Fábrica inteligente (Hock, 2017), pero el que más se ha extendido es el de Industria 4.0 en todo el territorio europeo. Para explicar este concepto primero veremos una ingeniosa y exagerada frase de Warren Bennis (profesor de Administración de Negocios y Presidente fundador del Instituto de Liderazgo de la Universidad del Sur de California, 2014):

“La fábrica del futuro tendrá dos empleados: un humano y un perro. La labor del humano será dar de comer al perro y la del perro, evitar que el humano toque los sistemas automatizados” (Ors, 2015).

Esta frase trata de hacernos entender que una fábrica necesita cada día menos mano de obra humana, y la que se necesita es una mano de obra cualificada para gestionar, programar y mantener la maquinaria para realizar los procesos industriales.

El concepto de Industria 4.0 nace de un proyecto de estrategia de alta tecnología llevado a cabo por el Gobierno de Alemania en la feria de Hannover en 2011. Se define la Industria 4.0 como una iniciativa estratégica impulsada por el gobierno alemán que recoge todo un conjunto de recomendaciones para responder a los retos que plantea el objetivo europeo: “Horizonte 2020”. El programa Horizonte 2020 abarca un período desde 2014 a 2020, y tiene como logro cumplir tres objetivos (Comisión Europea, 2013):

- La creación de una ciencia de excelencia que refuerce el posicionamiento de Europa en el contexto científico mundial.
- Prestar atención a seis áreas principales (salud, alimentación, energía, transporte, clima y materias primas) que permitan la resolución de problemas sociales, protección informática, economía eficiente y reducción de emisiones.
- El desarrollo de tecnologías y sus aplicaciones para mejorar la competitividad europea en diversos campos (nanotecnología, biotecnología, desarrollo de las Tecnologías de la Información y comunicación “TIC”).

Con todos estos objetivos, Europa quiere alcanzar un crecimiento inteligente, sostenible e integrador de su industria para recuperar su hegemonía. Por ello, esta cuarta revolución industrial puede servir de guía para lograr dichos objetivos.

El término Industria 4.0 es muy complejo, ya que no es algo físico, sino una idea, un fenómeno. Se fundamenta en el uso masivo de nuevas tecnologías, con Internet a la cabeza, en todos los procesos de una fábrica, de modo que su funcionamiento sea inteligente y eficiente. Entonces, podemos definirlo más técnicamente cómo la implantación de una red tecnológica de producción inteligente que interconecten máquinas, dispositivos y sistemas para que colaboren entre sí. De este modo se produce una fusión del mundo real y del virtual en las fábricas (Kagermann, 2013).

2.3. Objetivos de la Industria 4.0

Con la definición anterior, ahora hay que profundizar en los objetivos o retos de esta nueva era industrial. Según Kagermann (2013) la digitalización de extremo a extremo de las fases productivas dará lugar a instalaciones autónomas y cadenas de producción auto-gestionables.

La cadena de valor de un producto se elevará a un nuevo nivel desde el punto de vista de la organización y el control, gracias a la interacción e integración de distintos eslabones de la cadena (investigación, diseño, producción, distribución entre otros). Esta interacción e integración conectará ambos mundos (real y virtual), las máquinas, personas y sistemas formaran una comunidad en constante e instantánea comunicación. Estas agregaciones se denominan “Sistemas Ciber-físicos” (CPS) (Joyanes, 2017).

Uno de los primeros objetivos será la satisfacción de los clientes. Esta satisfacción será un requisito que la Industria 4.0 deberá cumplir, debido a la transformación de los perfiles de los clientes y sus comportamientos. Estos están evolucionando con una actitud más caprichosa, impaciente y con demanda de más y mejor información del producto y su fabricación (Ors, 2015).

La industria del futuro deberá invitar a participar de forma activa a los clientes en el desarrollo del producto, involucrándose en temas como diseño, características, modo de fabricación/elaboración... El papel del cliente ha dejado

de ser solo el de consumidor, confiriéndole un nuevo rol como el de diseñador. Gracias a esto, las empresas tendrán a su disposición mayor información y acceso a datos sobre lo que demandan los consumidores.

Otro objetivo importante es la sostenibilidad, la eficiencia del uso de los recursos ya ha dejado de ser una opción convirtiéndose en una exigencia. Por ello, desde la Comisión Europea se fomenta la completa integración de las TICs. Estas permitirán un control continuo de los niveles de consumo y rendimiento de una fábrica, al mismo tiempo, los esfuerzos también irán destinados a encontrar fuentes alternativas de obtención de energía.

La toma de decisiones es otro punto importante, en los últimos años la recopilación de datos en grandes cantidades ha sido uno de los objetivos empresariales, sin embargo, no se genera ningún valor por ello ya que sólo el 1% de esos datos disponibles son utilizados (Manyika, 2015). La nueva perspectiva industrial hace dotar de inteligencia a las máquinas y dispositivos. Los nuevos sistemas de software transformaran la gran cantidad de datos obtenidos en información útil y con valor, en definitiva, se facilitará las comunicaciones para tomar respuestas instantáneas en tiempo real que mejore la eficiencia de la fábrica. (Evans, 2012).

La comunión entre humanos y máquinas será de vital relevancia, se buscará que trabajen de forma conjunta en los procesos productivos. Los robots serán destinados a aquellas tareas rutinarias, repetitivas, pesadas o de máxima precisión para la elaboración del producto. En cambio los humanos tendrán que tener una mayor cualificación para la ejecución de labores de diseño, creación, programación, toma de decisiones y control de los robots (Kagermann, 2013).

Por último y no menos importante, hay un reto primordial que la Industria 4.0 tiene que afrontar. Este es el principio de "*safety and security*" (protección y seguridad). Con este principio se aborda el problema de seguridad desde dos perspectivas diferentes: por un lado el de la protección física (*safety*), como protección referida a la ausencia de riesgos y amenazas operativas que pongan en peligro a empleados, medio ambiente, materias primas o productos. Por otro lado se incluye el concepto de seguridad digital (*security*) velando para proteger las instalaciones, datos personales, conocimientos privados, experiencia empresarial contra el mal uso o contra los accesos no autorizados (Kagermann, 2013).

2.4. Áreas que componen la Industria 4.0

Un estudio realizado por la empresa “*The Boston Consulting Group*” en 2015 nombra nueve áreas o tecnologías habilitadoras que componen la Industria 4.0 (Figura 4). Estas tecnologías son un conjunto de herramientas que permiten y permitirán impulsar la transformación industrial (Gluppi, 2018).

Estas otorgaran beneficios a las empresas que las implanten aportando beneficios como la optimización de recursos, la automatización de procesos y cambiando las relaciones con los clientes.

A continuación se describirán brevemente cada una de estas áreas o tecnologías:



Figura 4. Áreas de la Industria 4.0 (Prieto, 2019)

2.4.1. Robots Colaborativos

“*La esencia de la Robótica Colaborativa nace en la posibilidad de poder hibridar las capacidades de un robot con la inteligencia y habilidades que tiene una persona*” (Spri, 2014a). Los Robots Colaborativos ofrecen una mayor automatización de las fábricas, pero también mayor flexibilidad, ya que será posible reconfigurarlos y reutilizarlos en otros procesos productivos.

La incorporación de sensores a estos robots dotará de una capacidad perceptiva de su entorno, sirviendo de fuente de obtención de datos que sumado a su inteligencia artificial, posibilitará la toma propia de decisiones y respuestas de actuación en tiempo real (Spri, 2014b).

2.4.2. Simulación

La Simulación es una tecnología que permite trasladar el mundo real al mundo virtual, creando modelos 3D virtuales. Con estos modelos se puede experimentar para transformar o modificar productos, piezas, máquinas... (Climent, 2015).

La experimentación con esta tecnología hace prevenir a priori posibles fallos y trabajar eficientemente a posteriori. Los trabajadores tendrán que tener mejor cualificación para el uso de esta tecnología.

2.4.3. Sistemas de Integración

Los Sistemas de Integración no son una tecnología en sí, sino una actividad alternativa para la colaboración entre diferentes empresas a lo largo de la cadena de valor.

Para que sea efectiva es necesario crear una serie de normas y protocolos para regular las redes empresariales. La misión de estos sistemas es la de reducir los riesgos de los negocios.

2.4.4. Internet de las Cosas (IoT) y Sistemas Ciber-físicos (CPS)

Los fundamentos donde se asienta la Industria 4.0 son IoT y los CPS. Consiste en la capacidad de poder conectar a Internet cualquier objeto con su dispositivo tecnológico correspondiente. A su vez, dotarle a este objeto capacidad de medir diferentes parámetros físicos y actuar inteligentemente en función de dichos parámetros (Cruz, 2015).

Si bien, para que esto funcione se necesita los CPS, que engloban software, sensores, procesadores y técnicas de comunicación, para que los objetos actúen sobre un proceso y puedan variar su actividad en función de los parámetros variables que obtengan (Spri, 2014c).

2.4.5. Ciber-seguridad

Con los nuevos avances de la Industria 4.0, se crea una necesidad de nuevos medios de seguridad. Según la Asociación de Auditoría y Control de Sistemas de Información (ISACA), la “*Ciber-seguridad consiste en la protección de todos los conocimientos o datos con valor para una entidad, a través del tratamiento de amenazas que ponen en riesgo la información procesada y almacenada por sistemas de información interconectados*” (Mendoza, 2015).

La necesidad de estos sistemas de seguridad surge por el incremento de la conectividad y la digitalización de las empresas, haciéndolas más vulnerables a posibles riesgos. Un riesgo conocido es protagonizado por la figura del hacker, dirigiendo sus ataques hacia el robo de información, espionaje industrial, suplantación de identidad, paralización de plantas productivas...

2.4.6. Cloud Computing

Cloud Computing, también conocida como “*la nube*”, es una tecnología que permite el acceso ubicuo, adaptado y bajo demanda en red a un conjunto compartido de recursos de computación, que pueden ser rápidamente provisionados y liberados con un esfuerzo de gestión reducido o interacción mínima con el proveedor del servicio. Definición aportada por el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST).

Este sistema es necesario para dar soluciones flexibles e inmediatas a las empresas, en un escenario donde la conectividad, la generación de datos crecen exponencialmente, donde la toma de decisiones instantáneas y la comunicación e intercambio de información en tiempo real es de vital importancia. Para entender mejor el concepto de la “*nube*” hay que “*visualizar un espacio virtual que alquilas*” con las siguientes características (Urueña, 2012):

- Pago por uso: la cuota a pagar por el usuario será mayor cuanto mayor sea el servicio y espacio de almacenamiento contratado.
- Abstracción: aislamiento entre los recursos informáticos contratados al proveedor de la “*nube*” y los equipos del usuario.

- Agilidad en la escalabilidad: capacidad de adaptarse a las necesidades del usuario, aumentando o disminuyendo los servicios sin penalizaciones o requerimiento de nuevos contratos.
- Multiusuario: posibilidad de compartir medios y recursos entre otros usuarios.
- Autoservicio bajo demanda: permite al usuario acceder a mayores capacidades con autonomía y flexibilidad sin requerir interacción por el proveedor.
- Acceso sin restricciones: facilidad de acceso sin condiciones de lugar, tiempo o terminal físico (siempre con acceso a internet).

2.4.7. Fabricación Aditiva (3D)

El término Fabricación Aditiva engloba un conjunto de tecnologías cuyo funcionamiento consiste en la adición sucesiva de material a escala micro-métrica, depositando con precisión y fabricando capa a capa, de tal forma que la superposición de éstas origina sólidos en 3D (Zahera, 2012).

Las ventajas derivadas del empleo de esta técnica son: la personalización de las piezas generadas, una optimización de los recursos utilizados, creación de piezas geoméricamente complejas, disminución de errores de montaje, la producción sostenible con el medio ambiente...

2.4.8. Realidad Aumentada

La Realidad Aumentada consiste en la superposición de información digital sobre un escenario real. La definición técnica, según el centro de investigación Vicomtech (2016) es: *“el conjunto de tecnologías asistidas por ordenador que realizan la percepción de la realidad física al intensificar la experiencia sensorial para suministrar información pertinente adicional, enriqueciendo así la comprensión sensorial de una situación real.*

En el caso de los teléfonos inteligentes su uso está más destinado al ocio, mediante la descarga de una App, enfocando con la cámara a aquello que tengas delante y obteniendo información adicional a lo que se percibe (Naranjo, 2016).

A nivel industrial se basa en la introducción de textos explicativos superpuestos a imágenes de realidad aumentada que faciliten las tareas, como si se tratase de un manual digital e interactivo (LogicFin, 2016).

2.4.9. *Big Data*

Existen múltiples definiciones acerca de qué es Big Data, aportados por el Instituto Global Mckinsey, la empresa española Tecnalía o la ONU, pero todos ellos coinciden en lo básico: Big Data es la colección, gestión y análisis a alta velocidad de grandes, dinámicos y heterogéneos volúmenes de datos generados por usuarios y máquinas.

Debido a su gran tamaño y complejidad de los datos, las herramientas de software tradicionales se han visto superadas en el procesamiento de datos, y por ello se requieren innovadoras técnicas para su tratamiento.

Para entender Big Data se necesita conocer sus dimensiones, denominadas por los expertos como las “5 Vs” (López, 2014):

- Volumen: los avances tecnológicos permiten incrementar la recogida masiva de datos (Terabytes y Petabytes).
- Variedad: cada vez hay más fuentes de las que proceden los datos, debido al número cada vez mayor de dispositivos conectados.
- Velocidad: hace referencia a la rapidez con la que los datos son recibidos y gestionados.
- Veracidad: confianza aportada por los datos.
- Valor: capacidad de identificar los datos útiles para su uso en cada momento.

Para entrar en más detalle sobre las variedades de datos que se generan, Ricardo Barranco (IBM software Group, 2012) hace la siguiente clasificación:

- Webs y medios sociales: Facebook, Twitter, blogs...
- Máquina a máquina: tecnología capaz de comunicarse entre sí y con otros dispositivos mediante sensores (CPS).

- Transacción de Macro-datos: registros de llamadas telefónicas, facturación de servicios, cuidados de la salud...
- Biométrica: especializada en áreas de seguridad e inteligencia, información obtenida a través de huellas dactilares, reconocimiento facial...
- Generados por el hombre: e-mails, whatsapps, sms...

Big Data tiene dos objetivos que sigue la misma tendencia de las tecnologías anteriormente descritas: por un lado, la disponibilidad de datos e información, su procesamiento y análisis en tiempo real (Manyika, 2015). Y por otro lado, la generación de nuevos modelos de negocio, encaminados a la personalización de los servicios (Spri, 2014d).

2.5. Trazabilidad

Las áreas tecnológicas descritas en el apartado 2.4 tienen múltiples funciones o aplicaciones, centrándonos en la trazabilidad estas tecnologías pueden ayudar en la labor de seguimiento total de los productos, materias primas, máquinas y trabajadores. Pero para entender cómo pueden ser de utilidad, primero tenemos que responder a la siguiente pregunta “¿qué es o qué se entiende por trazabilidad?”.

Según la ISO 9000 (ISO 2005), el término trazabilidad es definido como “la capacidad de rastrear la historia, la aplicación o la ubicación de lo que está bajo consideración”. Ahora bien, como lo que está bajo consideración es el vino, la trazabilidad es entendida como “la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapa(s), especificada(s) de la producción, transformación y distribución” (Codex Alimentarius 2017). Se puede afirmar que la trazabilidad es una herramienta de identificación y registro de información que posibilita la mejora de procesos de control de un producto, minimizando fallos, mejorando la producción, prestando mejor servicio a los clientes...

De acuerdo con el artículo 3 del Reglamento (CE) nº 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo la trazabilidad es “la posibilidad de encontrar y seguir el rastro, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución, de un alimento, un pienso, un animal destinado a la producción de alimentos o

una sustancia destinados a ser incorporados en alimentos o piensos o con posibilidad de serlo”. En sintonía con esta definición, se habla de un sistema seguimiento y control de vital importancia en la industria agroalimentaria y de obligatorio cumplimiento.

Implantado un sistema de trazabilidad y usado correctamente por una empresa hace posible la gestión de la calidad total y la seguridad alimentaria del producto, proporcionando un mecanismo para registrar, almacenar, analizar y transmitir datos relevantes sobre los productos a los consumidores o interesados.

2.5.1. Tipos de trazabilidad

Dependiendo de la actividad de la empresa, esta, tendrá diferentes enfoques de seguimiento y control. Por lo tanto encontramos tres tipos de trazabilidad:

- Trazabilidad hacia atrás o *tracing*
- Trazabilidad interna o de proceso
- Trazabilidad hacia delante o *tracking*

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

2.5.2. Trazabilidad hacia atrás o tracing

La trazabilidad hacia atrás, también llamada “aguas arriba”, se refiere a la recepción de productos. En este momento los registros son la herramienta necesaria para que se pueda seguir el movimiento de los productos hacia su origen, es decir desde cualquier punto hasta una fase o etapa anterior.

Según Kelepuris et al. (2007), dependiendo de la dirección en la cual la información es recordada en la cadena, trazabilidad hacia atrás es la capacidad en cada punto de la cadena de suministro de encontrar el origen y las características de un producto en base a uno o varios criterios. Esta trazabilidad de la cadena puede fallar si no se dispone de buenos registros en el momento de la recepción de los productos. Es fundamental registrar y archivar información sobre los proveedores (nombre, dirección, teléfono...) y conocer la composición

del producto (lote, número de pedido, fecha de consumo...) (Figura 5). La propia empresa debe exigir información sobre los productos que adquiere del proveedor, definir el lugar de almacenamiento o depósito y archivar certificados de controles de calidad.

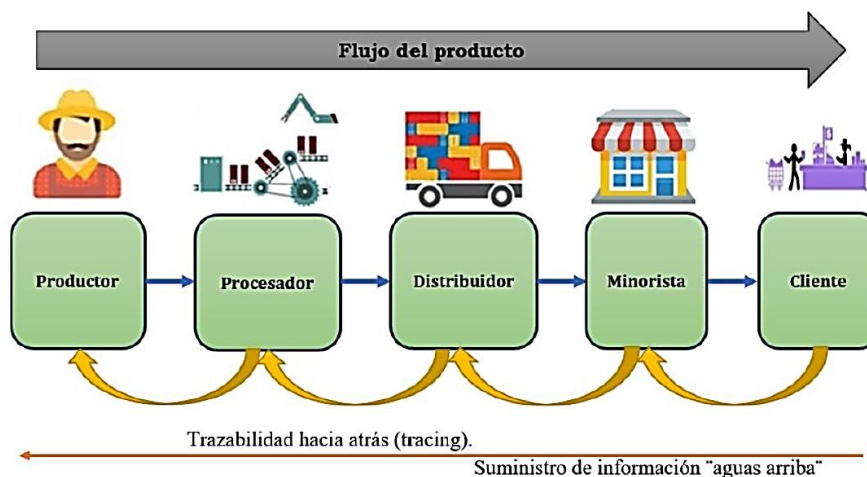


Figura 5. Trazabilidad hacia atrás en dirección al eslabón anterior (Sosa, 2017)

La trazabilidad hacia atrás responde a las preguntas: “qué”, “de quién”, “cuándo” y “cómo”:

¿Qué se recibe? Aquí se determina la cantidad del producto recibido por parte del proveedor, fecha de caducidad, consumo... Se registran estos datos que van apoyados por un albarán o factura.

¿De quién se recibe? En esta parte se establece el origen de los productos que se reciben y los datos del proveedor.

¿Cuándo se recibe? Se registra la fecha de entrada del producto a recibir.

¿Cómo se recibe? Se especifica el modo, cajas, palets, contenedores y sus certificados de calidad.

2.5.3. Trazabilidad interna o de proceso

La trazabilidad interna consiste en el seguimiento del producto a lo largo de la cadena productiva de la empresa, desde la recepción de las materias primas hasta la expedición del producto terminado (Figura 6). Para que sea efectiva es necesario relacionar los productos que entran en la empresa y los procesos que

sufran dentro de ella hasta su salida de la empresa. También, para una buena gestión debe existir un modo claro en cuanto a la asignación de lotes de productos para la identificación de los mismos.

La información que se debe registrar utilizando este tipo de trazabilidad es el siguiente:

Puntos de proceso, es importante establecer un registro donde refleje la división o mezcla de las materias primas. También registrar que otro tipo de operaciones, como la transformación de la materia prima, para conseguir el producto terminado.

Registrar lo que se produce, identificación de productos intermedios que se generan durante todo el proceso de producción. Identificar el producto terminado listo para ser entregado al cliente, utilizando códigos o números de lote que agrupen al producto para que suministren información sobre el lugar de origen, fecha, tipo de producto... Este código acompañará al producto desde que sale de la empresa hasta que es entregado al cliente.

Registros de qué se utiliza en cada elaboración, establecer que materias primas se utiliza y sus cantidades, que aditivos u otras sustancias se le añaden durante el proceso de elaboración y sus cantidades, hasta llegar al producto final. Es necesario registrar el número de lote de cada materia prima que se utiliza, así encadenaremos un número que nos dé información sobre el proveedor.

¿Cuándo se produce? Con todos los datos recogidos anteriormente, es fundamental registrar la fecha de producción. Esta fecha encadena los lotes y cantidades de materia prima que se utilizaron, proceso(s) que sufrieron las materias primas y toda la información referente al producto final.

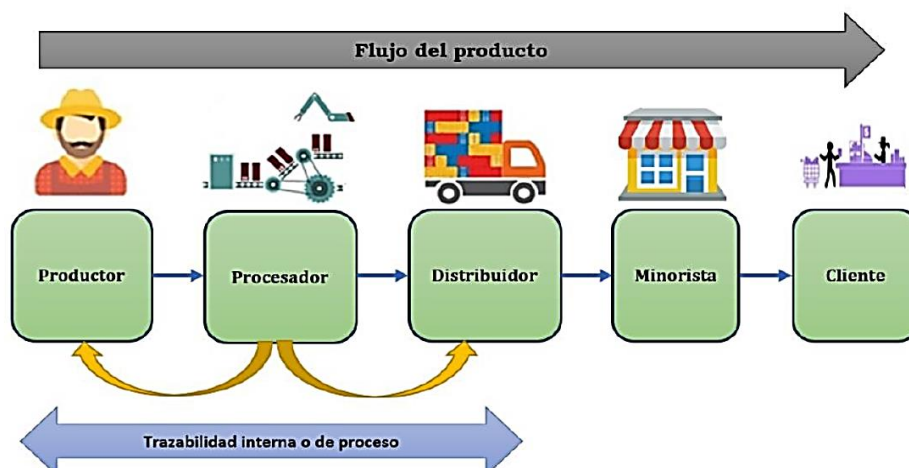


Figura 6. Trazabilidad interna o de proceso (Sosa, 2017)

2.5.4. Trazabilidad hacia delante o tracking

La trazabilidad hacia delante o también llamada “aguas abajo”, tiene el objetivo de rastrear o localizar el producto (lote, pedido, componente...). De acuerdo con Schwagele (2005), dice que la trazabilidad hacia delante se puede definir como la capacidad de seguir el camino de un elemento a medida de avanza por la cadena de suministro desde el principio hasta el final. Este tipo de trazabilidad permite conocer al cliente final que adquiere el producto elaborado. Para Rábade (2006) este tipo de trazabilidad se plantea en el ámbito de la producción y dice, el registro y seguimiento de piezas, procesos y materiales utilizados en la producción. Se puede decir que comprende el seguimiento físico del producto hasta el final de su trayecto.

La trazabilidad hacia delante (Figura 7) es aquella aplicada a los productos que salen de la empresa, se tiene en cuenta el destino y los clientes a los que van destinados dichos productos. Se debe garantizar el registro de la información para los clientes finales, cantidad, lote, fecha de elaboración, fecha de consumo...

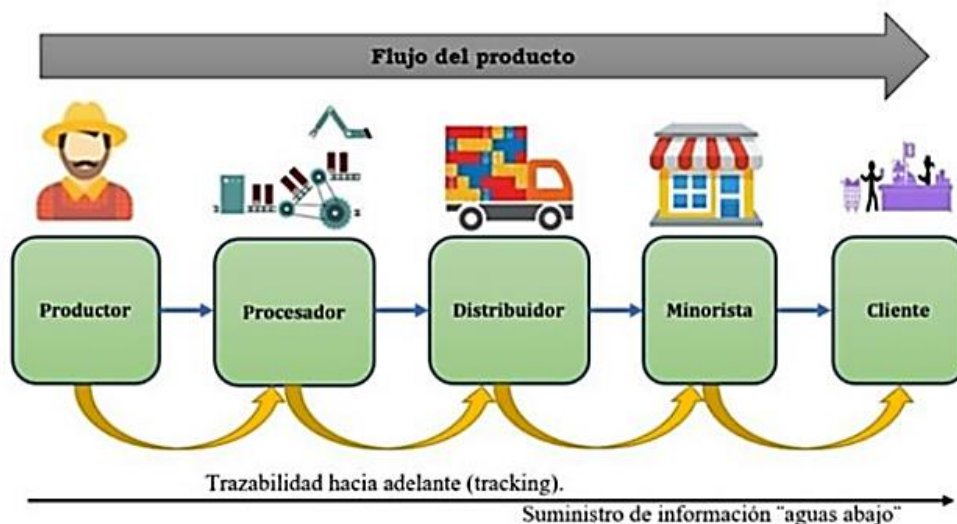


Figura 7. Trazabilidad hacia adelante en dirección al eslabón posterior (Sosa, 2017)

La trazabilidad hacia delante responde a las siguientes preguntas: “a quién”, “qué”, “cuánto” y “cuándo”:

¿A quién se entrega? Se refiere a la persona o empresa responsable que recibe forma física el producto. Se requiere el nombre y dirección del destinatario.

¿Qué se ha vendido? De acuerdo a las ventas, transacción, presentación y tipo de producto, número lote generado a través de fechas de identificadoras...

¿Cuánto se ha vendido? Reflejar el número total de ventas respecto a cada tipo de producto vendido.

¿Cuándo se ha vendido? Establecer la fecha de envío de los productos que se han vendido. Es importante registrar las fechas de salida y de entrega, permitiendo una identificación del producto expedido.

Con esta trazabilidad se obtiene información sobre el abastecimiento, el almacenamiento, empaquetado y comercialización del producto.

2.5.5. Combinación entre trazabilidad hacia atrás y hacia adelante

Engelseth (2009) define la trazabilidad combinada como la capacidad de rastrear y seguir un alimento, productor de alimento o sustancia a través de todas las etapas de producción y distribución. Según Salampasis et al. (2012), incluye en la anterior definición el seguimiento de un proveedor. Entonces la trazabilidad en sí misma tiene como finalidad la seguridad de los alimentos, con las diferentes normativas y así asegurar la conformidad del producto final, control de las materias primas recibidas, del proceso productivo y la logística (Figura 8).

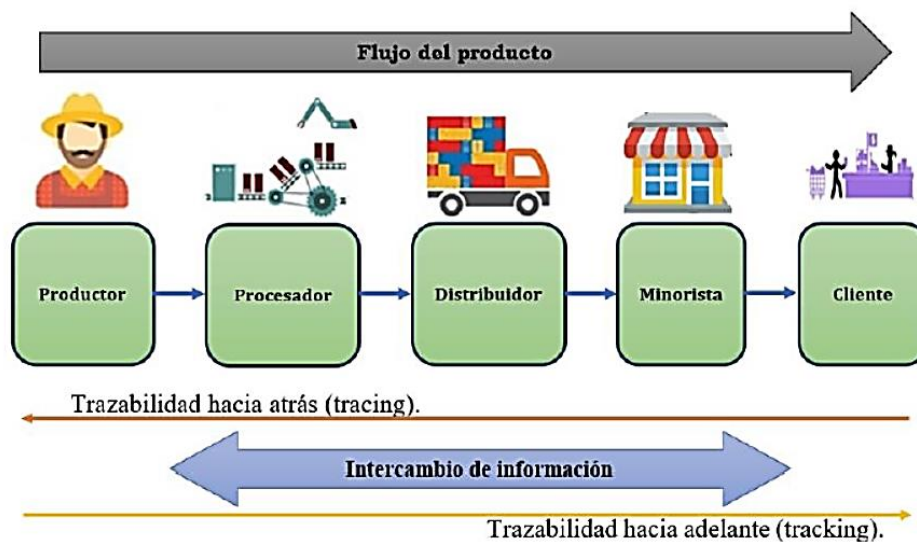


Figura 8. Flujo de información y producto de una cadena alimentaria (Sosa, 2017)

Por lo tanto una combinación de trazabilidad hacia atrás y hacia delante confiere el control de todos los datos vinculados a un producto y el posible rastreo en caso de no conformidad en toda la cadena de suministro.

Dependiendo el lugar que ocupe una empresa en la cadena de suministro, esta podrá definir su tipo de trazabilidad en función de la gestión de la información y datos sobre el producto final.

2.5.6. Aspectos sobre la trazabilidad del vino

Cada sector alimentario tiene sus peculiaridades, en la trazabilidad del vino los aspectos basados en información registrada manual o automáticamente (Forroll, 2018) son las siguientes:

- La uva y características del viñedo
 - Tipo de terreno, marco de plantación
 - Variedad de la uva, edad de la cepa
 - Condiciones climáticas
 - Características edafológicas
- Tareas del viñedo
 - Madurez industrial de la uva
 - Madurez fenológica de la uva
- Recolección
 - Sistema de vendimia
 - Momento de la vendimia y su transporte
- Trabajo en bodega
 - Prensado y rendimiento
 - Condiciones de fermentación (alcohólica y maloláctica)
 - Tratamientos físicos
 - Estabilización, clarificación y filtración
 - Posibles mezclas de vino
 - Tiempo y condiciones de envejecimiento en barrica
 - Tipo de barrica
 - Llenado y vaciado de barricas

- Embotellado y envejecimiento en botella
 - Sistema de traslado del vino
 - Tipo de tapón
 - Condiciones de temperatura y humedad en la bodega
- Transporte
 - Cambios de presión y temperatura
 - Exposición al sol
- Almacenamiento de las botellas antes de entregar al consumidor
- Opinión del consumidor

2.5.7. Análisis personal de la aplicabilidad de la trazabilidad del vino

La implantación de un sistema de gestión de la trazabilidad del vino en una bodega no tiene que ir asociado a grandes costos. Cada bodega tendrá que elegir que método o tecnología implantar para un buen control y seguimiento de la uva que compran y el vino que venden, dependiendo de su nivel de producción, del tamaño de empresa o de los clientes o consumidores finales.

Algunas posibles ventajas son:

- Sirve de instrumento para la protección de la salud de las personas
- Vigila a los proveedores
- Proporciona información para el control de la elaboración
- Controla stock de los almacenes
- Contribuye a la calidad y a la certificación de productos (vino ecológico)
- Da apoyo cuando hay problemas alimentarios
- Ofrece ayuda frente a las reclamaciones de los consumidores
- Genera confianza a los consumidores
- Permite introducir los productos en nuevos mercados

Un sistema de trazabilidad en sí mismo, no genera beneficios económicos en un principio, pero sí previene de posibles pérdidas económicas. Un aspecto importante a la hora de implantar un sistema de trazabilidad es la rapidez de obtención de información en cada proceso, sin que repercuta en la velocidad de

producción. Dependiendo de la cantidad de uva que se procese o vino que se embotelle, la bodega usará un registro manual (papel y boli), que luego se introducirá en una base de datos, o un sistema más complejo y automático (que requerirá un coste económico de implantación y formativo para los trabajadores).

3. OBJETIVOS

Este trabajo tiene como objetivo comprender la importancia de la introducción de nuevas tecnologías 4.0 en el sector vitivinícola. Par ello se realizará un estudio en diferentes ámbitos de este sector:

- Tecnología para el viñedo
- Tecnología para las bodegas
- Tecnología para la logística

Debido a la demanda por parte de los consumidores, organizaciones y estados de más información en cuanto al proceso de elaboración, a la procedencia y a los parámetros y cualidades finales del vino, se prestará la atención a aquellas tecnologías que recaben y digitalicen dicha información, desarrollando una trazabilidad en todas las direcciones (hacia atrás, adelante e interna) fiable y eficaz.

Para realizar y estructurar este trabajo, se ha extraído información de artículos científicos, de diversas páginas web sobre investigaciones recientes y manuales relacionados con la viticultura, enología, nuevas tecnologías y la trazabilidad.

Por último veremos algunas noticias de los últimos años sobre la adaptación tecnológica del sector vitivinícola riojano.

4. TECNOLOGÍA 4.0 EN EL VIÑEDO

Nuestra capacidad de intervención sobre el viñedo es cada vez mayor. Con las nuevas tecnologías podemos tener mejor control sobre el entorno que rodea a nuestro viñedo, factores climáticos, características del suelo y sobre el tipo de vid y su manejo. Los sistemas ciber-físicos son la base para afrontar un cambio en la producción de uva y las tomas de decisiones respecto a posibles tratamientos del cultivo, como por ejemplo, a los tratamientos para hacer frente a una plaga.

Antes de describir algunos ejemplos de sistemas ciber-físicos veremos unos tipos de técnicas para entender la viticultura de hoy en día, que tiene como elemento común la digitalización del viñedo. Estos tipos de técnicas son la Viticultura de Precisión, Viticultura Smart y la Viticultura Integrada (Joyanes, 2016).

4.1. Viticultura de Precisión

La viticultura de precisión es un conjunto de técnicas basadas en “sensores remotos” y “sensores in situ” para producir un tipo de uva demandada por el enólogo, *‘es una optimización de la viticultura en cantidad y también en calidad’*. (Viveros Barber, 2018).

Se busca el equilibrio entre el clima y el suelo que alimenta la planta para un cultivo óptimo y para ello se utilizan técnicas actuales como mapas cartográficos y de infrarrojos tomados por satélite, pero para una producción de mayor calidad, la viticultura de precisión utiliza nuevos métodos como los siguientes (Viveros Barber, 2018):

- Control del clima: consiste en recoger información en un ordenador y desarrollar patrones para el control del riego, posibilidad de incidencia de una plaga...
- Control de la fertilidad de la tierra: consiste en hacer estudios cartográficos para conocer las propiedades del suelo, en función de estos estudios, se puede añadir fertilizantes que se adecuen al cultivo.

- Control de las vides: a través de mediciones de contracciones y dilataciones del tronco de la planta y así hacer un seguimiento de las reservas de agua y diagnosticar su estado.

4.1.1. Viticultura Smart

La Viticultura Smart viene de la mano de la viticultura de precisión e integra sensores, análisis de áreas terrestres, muestreo de campo y predicción del clima para seguir la variabilidad espacial y temporal de la explotación, a través de la tecnología “*Smart Data*”. Esta tecnología se crea para dar un apoyo al viticultor a la hora de saber las necesidades que tiene que atender en su cultivo, transformando los datos recogidos en información y diagnosticando su explotación. Lo que se consigue con este método es incrementar la calidad del producto bajando el coste de producción (SM GEODIM 2004).

Esta tecnología Smart consiste en seis fases: implementación de un sistema informativo geográfico, colocación de una red de sensores ‘In Situ’ (Planta-clima-suelo-nutrición), división del terreno por zonas determinadas, estas tres primeras fases consiguen monitorizar el viñedo. Las tres siguientes fases son: el seguimiento espacial, la predicción climática e implementación de un sistema de toma de decisiones, que nos permite conocer el comportamiento de la zona y responder a las posibles necesidades de la viña (SM GEODIM 2004).

4.2. Viticultura Integrada

La Viticultura Integrada junta las técnicas tradicionales de producción y el control del uso de agroquímicos y productos fitosanitarios. Se persigue el uso eficiente de estos productos en la lucha contra las plagas y el respecto ambiental. Con esta producción, se obtiene un valor añadido (para el agricultor), ofreciendo un producto saludable y de calidad (Viveros Barber, 2018).

Con esta técnica se garantiza un certificado de calidad, asegurando un control de la trazabilidad, lo que le dará al cliente más información sobre las técnicas del cultivo de la vid. También le dará a las bodegas un valor añadido, ya que los productos finales (botella de vino) cumplirán los requisitos establecidos por el sistema de producción de la materia prima (Viveros Barber, 2018).

4.3. Herramientas 4.0 para la viticultura

4.3.1. Plataformas de sensores en el viñedo

Un tipo de tecnología que se está implantando en el viñedo es la instalación de sistemas hardware “*Vinduinos*” conectados a sensores en diferentes puntos del viñedo (Figura 9).



Figura 9. Plataforma de sensores en el viñedo (izquierda y centro) y hardware “*Vinduino*” (derecha) (Jiménez, 2018)

Estos sensores recogerán información de interés en la trazabilidad interna de la producción de uva (si los viñedos pertenecen a la bodega) o en la trazabilidad hacia atrás (si los viñedos pertenecen a los proveedores de la bodega), como por ejemplo:

- Temperatura, humedad y presión ambiental
- Pluviometría
- Velocidad y dirección del viento
- Radiación solar y UV
- Temperatura y humedad del suelo a diferentes profundidades

Los sistemas “*Vinduiños*” servirán de transmisores de información de los datos recogidos por los sensores, y serán enviados desde cada plataforma al servidor de la bodega. Estos datos se almacenarán en la “*nube*” de la bodega para su visualización y posterior toma de decisiones desde cualquier terminal o dispositivo móvil (Jiménez, 2018).

Con estos sistemas implantados se puede afirmar que el viñedo “*está conectado*” a la red mediante cables o inalámbrico con los trabajadores de la bodega. A su vez los trabajadores obtendrán información de las necesidades que puede tener el viñedo (Jiménez, 2018).

4.3.2. *Robots de campo*

Un tipo de robot muy conocido y extendido en diferentes ámbitos es el Dron (Figura 10), es una de las máquinas revolucionarias que se ha convertido en una herramienta más de la viticultura.



Figura 10. Dron sobrevolando un viñedo (Carlos Serres, 2018)

. El Dron es capaz de sobrevolar el viñedo, y gracias a la cámara incorporada podemos tener una “*Vista de Águila*” que nos permite supervisar todos los detalles del viñedo en los que queremos centrarnos.

La capacidad de ver el estado y evolución de la viña es clave y es una práctica que puede marcar la diferencia entre bodegas. Con la capacidad de movimiento que tienen los drones, podemos hacer análisis exhaustivos de la productividad de las plantas, vigilar las malas hierbas, controlar la humedad de la parcela o detectar plagas. Esto es posible gracias a su capacidad de compartir imágenes en tiempo real, por su incorporación de sistema de imagen térmica y sensores multi-espectrales para reconocer la luz que reciben. Todas estas ventajas influyen directamente en la producción de la uva, pero, además, optimiza los recursos para reducir gastos de vendimia (Carlos Serres, 2018).

4.3.3. Proyecto “*SmartRural*”

“*SmartRural*” es un proyecto específico para mostrar la Viticultura Smart. Entre sus servicios se encuentran redes WiFi en explotaciones agrícolas, vuelos con drones, predicciones meteorológicas, teledetección,... En definitiva ofrecen un servicio al viticultor para el manejo del cultivo y la toma de decisiones (SM GEODIM 2017).

Por poner un par de ejemplos de sus servicios, están el de cartografiado de terrenos por satélites (Figura 11) y el sistema de apoyo integrado por dispositivos y software “*eVerd 2.0*” (Figura 12):

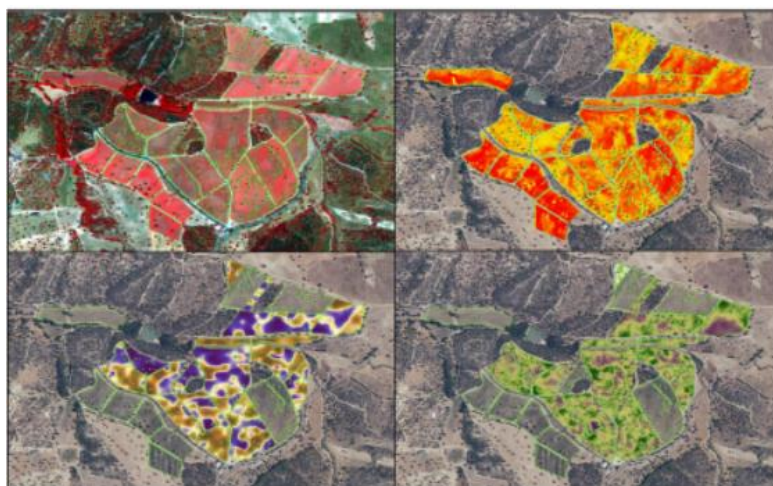


Figura 11. Cartografiado de un viñedo (SM GEODIM 2017)

En la Figura 11 se muestran 4 imágenes del mismo viñedo para su monitorización:

- La imagen superior izquierda, imagen infrarroja del terreno.
- La imagen superior derecha, es el índice de desarrollo vegetativo
- La imagen inferior izquierda, muestra el mapa de carga
- La imagen inferior derecha es el mapa de equilibrio



Figura 12. Dispositivo y software de apoyo al viticultor (SM GEODIM 2017)

5. TECNOLOGÍA 4.0 EN LAS BODEGAS

Una de las mayores preocupaciones para los enólogos son el control y el seguimiento de la fermentación alcohólica. El elevado número de fermentaciones en paralelo en algunas bodegas y la excesiva carga de trabajo en la temporada de vendimia convierten en prácticamente imposible la posibilidad de realizar un seguimiento al detalle de las fermentaciones. Las tediosas medidas manuales de densidad y temperatura (dos a tres veces por día) son insuficientes para conocer cómo se desarrolla la fermentación, aunque en enología existe un margen de dos a tres horas para intervenir en caso de parada fermentativa (Flanzy, 2003).

La supervisión de la cinética fermentativa siempre ha sido objeto de automatización. Ha habido numerosos intentos basados tanto en muestras puntuales como en las propiedades globales de cada depósito. Los esfuerzos se han centrado en conocer la evolución de las propiedades del mosto en fermentación relacionadas con el contenido de azúcares, densidad, población microbiana... También los esfuerzos se han encaminado a la pérdida de peso, al CO₂ liberado, control permanente de la temperatura o al calor desprendido. Hoy en día el control total automatizado de las fermentaciones no se ha logrado, en cambio, en aspectos parciales como el control constante de la temperatura de manera automática si se ha logrado colocando sensores en los depósitos (Hidalgo, 2011).

A continuación explicaremos algunas herramientas de la Industria 4.0 que se pueden utilizar en las bodegas.

5.1. Herramientas 4.0 para la enología

5.1.1. Selección óptica de la vendimia

Para que no haya ningún problema de parada de fermentación o alteración de la calidad final del vino se debe tener un control sobre la uva que entre en la bodega. En este momento hay que tener un seguimiento y almacenamiento de información (trazabilidad hacia atrás) sobre cada viticultor proveedor de uva, cantidad, calidad (refiriéndonos a la madurez) y estado sanitario (hongos, y

estado visual). Ahora bien, para gestionar tantos kilos de uva de una forma precisa y automatizada la casa comercial Defranceschi-Sacmi, ha desarrollado un equipo de visión y selección de uva (Figura 13).

Este equipo (X-Tri) está diseñado para seleccionar y separar en diferentes calidades los granos de uva, dependiendo de los diferentes parámetros que introduzcamos (Tecnovino, 2017).



Figura 13. Equipo de selección automatizada de uva X-Tri (Tecnovino, 2017)

Para llevar a cabo su función, esta máquina tiene un sistema formado por tres telecámaras con tres funciones diferentes (Tecnovino, 2017):

- Sistema de visión principal: usa la fluorescencia para identificar los objetos que contienen clorofila, así, son identificados y desechados las uvas verdes, las hojas y rapanes.
- Sistema secundario: utiliza la luz infrarroja para separar cuerpos extraños de origen orgánico e inorgánico (insectos, trozos de plástico, piedras...).
- Sistema terciario: en este último sistema, el usuario puede ajustar parámetros para separar uva dependiendo de la calidad (mayor o menor madurez) que requiera.

5.1.2. Pincho Toma Muestras

En una recepción de uva sin pasar por la fase de selección, se puede utilizar otro método de muestreo antes de descargar los remolques en la tolva. Se utiliza un brazo articulado (Figura 14), más comúnmente llamado “*pincho toma muestras*”. Este brazo articulado está equipado con un “*tornillo sin-fin*” que se introduce en un remolque varias veces para tomar una muestra homogénea lo más representativa posible. Las muestras recogidas son enviadas al laboratorio para su análisis, donde se registraran por partidas de origen las características analizadas de la uva. (Bodega Cuatro Rayas, 2017).



Figura 14. Pincho Toma Muestras (Bodegas Cuatro Rayas, 2017)

Se puede automatizar el proceso implantando un visor en el “*pincho toma muestras*”, así reconocerá cada vez un nuevo remolque y de forma automática cogerá una nueva muestra. A su vez, las muestras recogidas pueden dirigirse directamente hacia un auto analizador (ver apartado 5.1.3), que analice al momento los parámetros de la uva que nos interesen y reportar esos datos a un terminal o dispositivo para la inmediata toma de decisiones.

5.1.3. Auto Analizadores

Una vez que la uva ha sido encubada se necesita un control de los parámetros enológicos. Para seguir con la trazabilidad de la uva, se necesita conocer datos analíticos como por ejemplo, pH, acidez total, grado alcohólico probable, entre otros. Se recogen muestras de cada partida de uva y se analizan en el laboratorio. El auge y desarrollo de equipos auto analizador (Figura 15) se ha incentivado por las siguientes razones:

- Incremento de la cantidad de análisis que se realizan en las bodegas
- Extenso número de parámetros que se analizan en el vino
- Diferentes equipos y procedimientos de laboratorio específicos para cada parámetro



Figura 15. Equipos auto analizadores en enología, de izquierda a derecha: WineScan (Foss), Bacchus 3 MultiSpec (Tecnología Difusión Ibérica), SpectraAlyzer Wine & Spirits (Zeutec) y WineLab Touch (CDR FoodLab)

Los equipos de la imagen anterior permiten analizar de una manera rápida multitud de parámetros en mosto, mosto en fermentación y vino terminado con un único análisis y una única muestra recogida. Los cuatro equipos utilizan tecnología óptica de medida, los tres primeros se basan en la espectroscopia infrarroja y el último se basa en espectroscopia LED con ayuda de diferentes reactivos.

Los principales inconvenientes de estos equipos son sus elevados costes (superiores a 20.000 €, en función del equipo y la casa comercial), también de su mantenimiento y su calibración.

Otro beneficio que en algunos equipos incorporan, es el propio software específico de cada equipo, que sirve para almacenar los datos de los parámetros que medimos y contribuir a la trazabilidad interna de la bodega.

5.1.4. Sistema de seguridad alimentaria

Los sistemas de seguridad alimentaria no son una tecnología física o digital como hemos visto en otras herramientas anteriormente, sino que son un conjunto de normas de gestión de la calidad y de la seguridad alimentaria. El concepto de seguridad alimentaria según FAO (organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 1996) es *“cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana”*. Con esta definición la seguridad alimentaria implica tanto la oferta y la disponibilidad, como la calidad e inocuidad de los alimentos.

Existen diferentes conjuntos de normas como BCR (British Retail Consortium), ISO 22000 (International Organization for Standardization), IFS (International Featured Standards), entre otros, para establecer protocolos de seguridad alimentaria.

Todas estas normas describen los pasos para crear e implantar protocolos que abarcan diferentes áreas como las siguientes (IFS, 2012):

- Control de la documentación
- Plan APPCC (Análisis de Peligros y Puntos de Control Críticos)
- Aprobación y seguimiento de proveedores
- Plan de limpieza y desinfección
- Plan de Food Defense
- Especificaciones de clientes
- Diseño y desarrollo de productos
- Control de plagas
- Control de la trazabilidad
-

Por centrarnos en el control de la trazabilidad, la bodega que quiera implementar estas normas, tendrán como objetivo controlar el origen y destino de todos los productos y materias primas vinculadas en todo el procesamiento, con la documentación correspondiente.

Se tendrá en cuenta tanto a los proveedores de uva, como las materias auxiliares en la elaboración de una botella de vino. En la recepción se debe de comprobar los requisitos que exigimos a los proveedores. Si no se cumplen, la norma te obliga a la no conformidad y al rechazo del producto. Para una buena trazabilidad la documentación recibida tiene que contener:

- Para la materia prima, tipo de uva, nombre del viticultor, finca de origen, fecha de recepción, cantidad de uva, certificaciones si se tienen.
- En la materia auxiliar, fichas de seguridad, certificados si tienen, albarán o factura de compra.
- En la recepción, se tendrá que inspeccionar el producto y el transporte.

Toda esta información deberá ser registrada y almacenada. Con la uva se le asignará un número de lote (creación de un código de números y letras, que identifiquen el producto), con la materia auxiliar no hace falta ya que el propio proveedor ya ha asignado un número de lote que está vinculado a un albarán o factura.

La bodega deberá registrar la trazabilidad interna, recopilando datos como las particiones de un lote de uva, origen y destino, balance de masas, cantidad y tipo de materias auxiliares usadas.

En el sistema de seguridad alimentaria IFS (2012), el control de la trazabilidad es un punto crítico a la hora de acreditarse una bodega en esta norma. El hecho de acreditarse en esta norma da seguridad a los clientes y a los mercados para que adquieran el producto.

5.1.5. Tecnología Smart para bodegas

Actualmente existen sistemas y equipos que permiten una “*enología de precisión*”. Para que estos sistemas sean útiles, tienen que tener la capacidad

de recopilar datos e información de manera ordenada y procesarlos en el momento para cada fase de la vinificación.

La casa comercial Parsec ha creado un sistema de control y gestión integrado utilizando tecnología Smart. Esta tecnología es “SAEn5000” (Figura 16), que combina sensores, software, ergonomía y dispositivos móviles. También da la posibilidad de integrar otros sensores o equipos de otras casas comerciales, en la medición de otros parámetros enológicos.



Figura 16. Terminales y dispositivos móviles con el sistema SAEn5000 (La Semana Vitivinícola, 2019)

Este sistema controlan aspectos como la micro/macro-oxigenación de precisión (con el equipo Air Mixing M.I.), la temperatura, densidad, gestión de los remontados, el rociado del sombrero... La tecnología de microprocesadores que utiliza SAEn5000, procesan de manera autónoma la información que recibe de los sensores instalados en los depósitos, estos se comunican con la unidad central donde está instalado el software de programación y control del sistema, que puede utilizarse de forma remota desde un ordenador o un dispositivo móvil. (La Semana Vitivinícola, 2019).

Otro equipo que se integra en el automatizado de la bodega es ADCF (Analizador Dinámico de la Cinética de la Fermentación), que garantiza un control confiable y preciso en tiempo real de la velocidad de fermentación (Figura 17). Este equipo mide de manera continuada las cantidades de CO₂ desprendido en la fermentación, que junto con la densidad, hace posible la detección puntual de las fases de la fermentación (inicio, desarrollo, máxima velocidad y fin de la

fermentación). La representación gráfica de la cinética de fermentación permite observar en tiempo real las desaceleraciones o paradas de fermentación y así tener la oportunidad de intervenir con asistencia técnica apropiada, como por ejemplo: un aporte de oxígeno, añadir nutrientes para levaduras, un remontado... (Acenología, 2013).

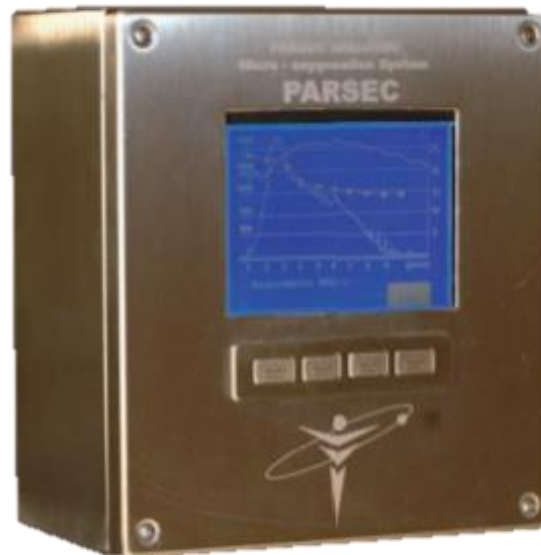


Figura 17. Equipo ADCF (Acenología, 2013)

6. TECNOLOGÍA 4.0 EN LA LOGÍSTICA

La logística se ha convertido en una herramienta estratégica de gestión gracias a la globalización y la alta competitividad de los mercados. El enfoque logístico de las empresas está suponiendo una exigencia en el entorno que les rodea, así como un factor que permite la diferenciación competitiva entre las empresas (Álvarez, 2014).

La logística se define como el conjunto de los medios, métodos e infraestructuras que permiten garantizar el almacenamiento, transporte y/o entrega de bienes y servicios al cliente, como el lugar donde se produce las materias primas y como el lugar donde se fabrican/elaboran los productos (Sevilla, 2012).

Con el concepto de logística, surge otro concepto que es el de la “CdS” cadena de suministro, que es el conjunto de actividades funcionales (elementos logísticos) de aprovisionamiento, fabricación y distribución (Correa, 2009).

Las bodegas (al igual que otras empresas), deben de garantizar la entrega de los pedidos a los clientes cumpliendo los plazos, tienen que maximizar la rentabilidad de todos sus procesos de elaboración y controlar la obtención de materias primas, en definitiva una buena gestión logística permite a las bodegas optimizar sus recursos y aumentar su eficiencia y competitividad. Con la llegada e implantación de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) y transporte, se ha facilitado y mejorado los sistemas logísticos para un uso más eficiente de los recursos empresariales (Ballesteros, 2008).

Todos estas nuevas tecnologías evolucionan constantemente, y mantenerse al día en todos los avances que se producen es difícil para las bodegas, además de requerir una importante inversión económica, una adaptación/formación de los empleados, cambios en los sistemas productivos y estructuras organizativas. Aun así, las ventajas competitivas de estas tecnologías hacen que cada vez más bodegas apuesten por una logística digitalizada.

Por poner alguna ventaja empresarial, según Pérez (2017), la digitalización logística satisface la demanda de los clientes de forma constante y eficiente, y además según García (2018), garantiza una trazabilidad fiable de la mercancía, una geolocalización de los productos en tiempo real, el control de stocks y almacenes...

A continuación se mostrarán tecnologías de la Industria 4.0 que ayuden en la logística de las bodegas, dando un enfoque a aquellas tecnologías que garanticen una trazabilidad eficaz y correcta.

6.1. Herramientas 4.0 para la logística

6.1.1. RFID

Las redes de sensores inalámbricos son cada vez más importantes en una amplia gama de aplicaciones que abarca desde la domótica y tratamientos médicos hasta entornos industriales y monitoreo de infraestructura (Genovesi, 2017).

El RFID (*Radio Frequency IDentification*) se está materializando en los últimos años como una de las tecnologías más potentes para la identificación y control de trazabilidad de productos. Para la identificación de productos (Zhong, 2016), existen tres métodos generales:

- Registros de forma manual, conocido como el empleo de “papel y boli”
- Técnicas de código de barras utilizando etiquetas impresas en papel o plástico, lectores láser y ordenadores para la lectura de las etiquetas, almacenamiento y registro de los datos leídos
- Técnicas de identificación por radiofrecuencia (RFID), mediante transpondedores de radio empleados para la lectura

Los métodos tradicionales son laboriosos (papel y boli) y se pueden perder o destruir con facilidad, y aunque fueron los primeros que se utilizaron, continúan usándose en la actualidad. El empleo de código de barras (Figura 18) se convirtió en el método dominante frente a los métodos tradicionales debido a su precisión y facilidad de uso en cualquier industria o mercado (Rădulescu, 2014). No obstante, el empleo de un equipo de lectura de código de barras exige entornos limpios con una línea de visión directa desde el lector, y este se debe ubicar próximo a la etiqueta. Las etiquetas pueden sufrir daños con el tiempo, y su lectura por el escáner puede ser errónea o sin lectura. Se sigue utilizando porque el coste de creación de una etiqueta es muy bajo (Li, 2012).



Figura 18. Componentes de un sistema de código de barras (Li, 2012)

Sin embargo, el método que predomina en muchos sectores empresariales en la actualidad es el RFID. En el mundo vitivinícola, en bodegas de pequeño tamaño, no se ha implantado todavía esta tecnología, debido a que es más eficaz y económico las técnicas manuales o el sistema de código de barras.

Ahora bien, el desarrollo de las técnicas de radiofrecuencia ofrece ventajas frente a la identificación mediante código de barras que son:

- El entorno o el estado de la etiqueta no interfiere en la lectura
- Reconocen miles de caracteres (código de barras reconoce 24 caracteres)
- No necesita línea de visión, solo se requiere estar dentro del rango de detección
- La durabilidad de esta tecnología es alta
- Se pueden leer varias etiquetas simultáneamente

En general, un sistema RFID siempre se compone de dos elementos: el transpondedor, que se encuentra en el objeto a identificar, y el detector o lector.

Un lector normalmente contiene un módulo de alta frecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control, y un elemento de acoplamiento al transpondedor. Además, muchos lectores están equipados con un interfaz adicional para permitirle reenviar los datos recibidos a un terminal, PC o dispositivos móviles.

El transpondedor, que representa la carga real de datos del sistema RFID, consiste en un acoplamiento entre el elemento (producto) y un microchip electrónico. Cuando el transpondedor no está dentro del rango de respuesta de un lector, se encuentra en estado pasivo y solo se activará cuando esté dentro

del rango de respuesta de un lector (Zhong, 2016). Esto quiere decir que los objetos equipados con transpondedores RFID pueden rastrearse a lo largo de toda la cadena de suministro (Figura 19), así poder trazar e identificar cada unidad concreta de un producto como si de su documento de identidad se tratase (De los Ríos, 2019).



Figura 19. Uso de la tecnología RFID en una CdS (Dipole, 2018)

Las etiquetas RFID (Figura 20) no requieren de contacto visual, permite su lectura a gran distancia y en condiciones difíciles (elevado ruido, vibraciones, oscuridad...) Estas etiquetas se pueden incorporar a las botellas de vino, en la cara oculta que se adhiere a la botella (ya que no es necesario que sea visible) y sin que puedan ocupar la información contenida en una etiqueta normal del producto. Los chips de las etiquetas RFID contienen toda la información referente al producto (huella electromagnética) y con su posibilidad de ser regrabable permiten la trazabilidad en tiempo real de cada botella. Esta tecnología es muy utilizada en la gestión del comercio online porque permite una rapidez de entrega de los pedidos y satisfacción del cliente (Dipole, 2018).

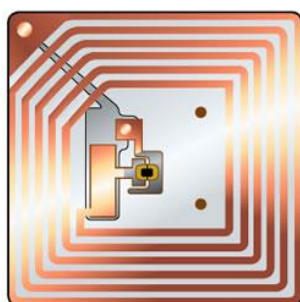


Figura 20. Ejemplo de etiqueta RFID (IEBS, 2015)

6.1.2. NFC

La tecnología NFC (Near Field Communication) está basada en la tecnología RFID. Se trata de una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia, mediante inducción en un campo magnético. Al igual que los sistemas de tecnología RFID (ver apartado 6.1.1), los NFC pueden ser activos o pasivos:

- Con los sistemas activos, los dos dispositivos deben generar un campo electromagnético para efectuar la comunicación.
- Con los sistemas pasivos, uno de los dispositivos (el iniciador de la comunicación) genera el campo electromagnético y el otro se aprovecha para transferir los datos.

Al igual que en el caso anterior, se podría utilizar este sistema para monitorizar las botellas de vino. Sin embargo, el alcance de las comunicaciones de este sistema es inferior al de la tecnología RFID y sería necesario que el lector se situase a unos 10 cm (Figura 21) de cada tarjeta para activarla (NFC FORUM, 2020).



Figura 21. Uso de la tecnología NFC (Vinetur, 2017)

La etiqueta NFC situada en el cuello de la botella (imagen de la izquierda) o incluida dentro de la etiqueta frontal de la botella (imagen derecha), al acercar un dispositivo móvil, facilita al consumidor la obtención de toda la información

correspondiente al vino, nombre del producto, precio, tipo de vino, procedencia, alérgenos... La implantación de este tipo de tecnología ayuda frente al fraude, debido a que cada etiqueta NFC lleva un código de identidad propio y rastreadable (Vinetur, 2017).

6.1.3. QR

Un código QR (Quick Response) es la evolución del código de barras. Es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional (Figura 22). Está matriz de puntos puede introducirse en la contra etiqueta de una botella de vino.

La matriz de puntos se puede leer con dispositivo móvil por un lector específico (lector de QR) y de forma inmediata nos lleva a una aplicación en internet (web de la bodega).

Una vez dentro de la web, el cliente puede acceder a toda la información que esté presente sobre el producto, accediendo a ilustraciones, videos, explicaciones, además de poder dar su opinión sobre el producto, y que esta opinión sea visible para otros clientes.

Para la bodega, esta tecnología le reporta una información sobre el consumo de sus productos, como quejas, opiniones... La bodega puede desarrollar estrategias de marketing gracias al uso de esta información.



Figura 22. Código QR en una botella de vino (Bioser, 2015)

6.1.4. Blockchain

Los sistemas tradicionales de control y la trazabilidad de toda la cadena de suministro se están convirtiendo en un legado frente a los nuevos sistemas automatizados. El uso de hojas Excel para actualizar los datos de cada etapa en la cadena de suministro deben ser reemplazados por sistemas más automatizados. La automatización requiere un sistema que almacene y gestione los datos con el menor uso posible de a mano de obra. Los actuales sistemas involucrados en la gestión de la cadena de suministro son, sitios web alojados en servidores de la empresa que contienen los datos de los procesos de cada etapa de la cadena de suministro. Las personas que trabajan en diferentes etapas tienen que usar el mismo portal website para actualizar o completar los datos del proceso (Naidi, 2018).

La demanda de información de trazabilidad por parte de las empresas, gobiernos y consumidores ha aumentado debido a los problemas de calidad y seguridad alimentaria, en este sentido se cree que la tecnología blockchain puede aportar soluciones. El Blockchain o cadena de bloques (Figura 23) es una base de datos almacenada en múltiples equipos que forman una red, en donde cada registro digital se llama bloque y cada bloque se identifica con una marca de tiempo y se vincula a un bloque anterior. Cada equipo tiene un nodo que almacena toda la información general, también llamada libro mayor (Nakasumi, 2017).

Las principales características del Blockchain son:

- Red descentralizada: Blockchain se compone de muchos nodos para formar una red de igual a igual. No existe un equipo centralizado y mecanismo de gestión. La destrucción o pérdida de cualquier nodo no afectará la operación de todo el sistema, que tiene una excelente robustez. Los datos se comparten entre los participantes (Bahga, 2016). Pueden validar los datos mediante tecnología de firma digital sin la necesidad de una autoridad centralizada y confianza mutua.
- Contratos inteligentes: en el proceso comercial de trazabilidad las transacciones en blockchain se pueden automatizar a través de contratos inteligentes. Ciertas reglas comerciales se implementan en la cadena de

bloques, lo que permite a los participantes rastrear el proceso comercial y validar las reglas del contrato (Andoni, 2019). Contribuye al intercambio de datos y la mejora continua del proceso entre los participantes de la cadena de suministro.

- Mecanismo de consenso: es la forma en que todas las partes en la cadena de bloques llegan a un consenso y determinan la validez de un registro. Esto lo hace un sistema informático que utiliza una prueba criptográfica (Tian, 2017). El mecanismo de consenso puede evitar la manipulación de datos en el proceso de trazabilidad.

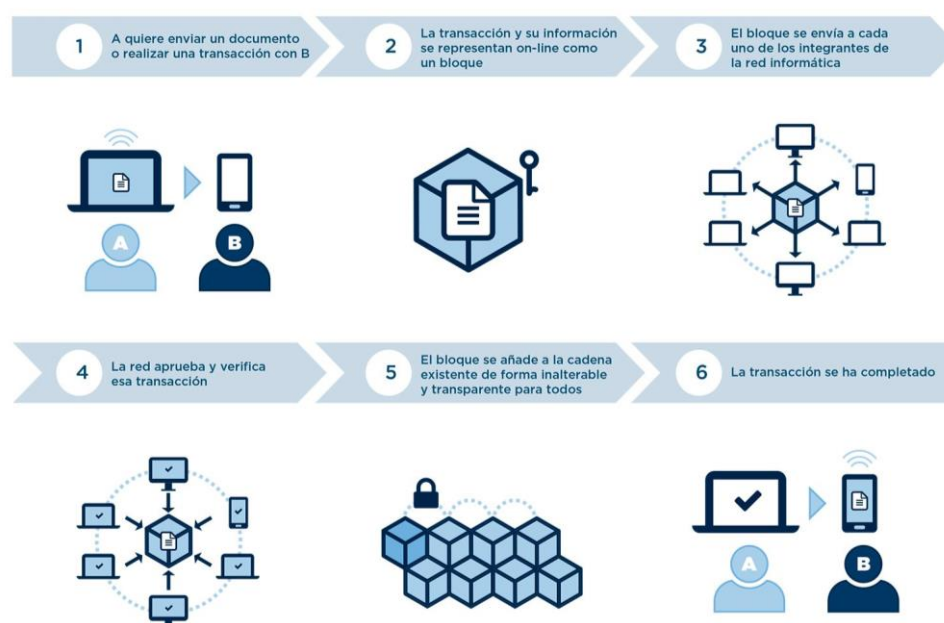


Figura 23. Esquema de las etapas de un registro digital empleando Blockchain (Stocklogistics, 2018)

- Transparencia de las transacciones y anonimato de la cadena de trazabilidad: las reglas y toda la información sobre el funcionamiento de blockchain son abiertas y transparentes para los participantes con acceso a la red blockchain (ØInes, 2017). Cada transacción es visible para todos los nodos en todos los niveles y cada nodo participante es anónimo. Por lo tanto, puede garantizar la trazabilidad, la fiabilidad, la seguridad y la puntualidad de la información de los productos agroalimentarios, y realizar una gestión de la transparencia desde la cosecha, el almacenamiento, la distribución hasta las ventas.

- Datos a prueba de manipulaciones y rastreables: la información de la transacción para todos los participantes en la cadena de suministro se registra en el bloque y los registros de datos no se pueden alterar ni eliminar (Xu, 2019). Por lo tanto, las actividades de intercambio de información pueden consultarse y rastrearse. La gestión transparente de datos proporciona una forma confiable de verificación de auditoría, registro de operaciones, seguimiento logístico y otras actividades operativas.
- Alta fiabilidad de sistemas y datos: la tecnología Blockchain permite que cada nodo en una red blockchain obtenga datos completos en forma de almacenamiento de datos distribuidos. Los datos son mantenidos conjuntamente por todos los nodos (Lin, 2017).

Para la gestión de la trazabilidad de una bodega, el uso de blockchain es el siguiente:

- En el viñedo: utilizando las tecnologías descritas en el apartado 4.3, se puede recopilar y almacenar la información obtenida del viñedo en nuestra base de datos blockchain, cada registro en la cadena de bloques tendrá información sobre datos climáticos del viñedo, fecha, personal, labores realizadas... (Caro, 2018).
- En la vendimia: cada viticultor puede realizar un nuevo registro en la cadena de bloques sobre el tipo de uva, pesaje, fecha...
- Elaboración: con los equipos descritos en el apartado 5.1, podemos trazar la calidad y la seguridad alimentaria en todo el proceso de elaboración, registrando parámetros enológicos, materias auxiliares, fecha, números de lotes, condiciones ambientales de crianza... (Feng, 2019)
- Distribución: el uso de tecnologías descritas en el apartado 6.1 reportaran información sobre la localización de los productos, cantidad, el operador logístico que los transporta a nuestra base de datos blockchain.
- Consumición: el cliente, mediante dispositivos móviles (código QR, apartado 6.1.3), podrá obtener toda la información sobre el producto adquirido.

7. ADAPTACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS BODEGAS

En este apartado veremos la actualidad de la implantación de nuevas tecnologías de la industria 4.0 en empresas del sector vitivinícola riojano:

7.1. Bodegas Franco-Españolas se apunta al reto de la Industria 4.0

Bodegas Franco-Españolas (Figura 24) anuncia su participación en una iniciativa que busca potenciar la Industria 4.0. La firma ha sido seleccionada para desarrollar el Programa CONECTA RETOS RIO 4.0 que promueve el Gobierno de La Rioja, ADER (Agencia de Desarrollo Económico de La Rioja y FER (Federación de Empresas de La Rioja).



Figura 24. Bodegas Franco españolas (Tecnovino, 2018)

Según indica ADER, esta primera edición del Programa CONECTA RETOS RIO4.0, busca detectar retos o problemáticas de la industria riojana a través de 7 empresas riojanas, entre ellas Bodegas Franco Españolas, y pondrá a su disposición tecnologías digitales necesarias en el proceso de transformación, como la impresión 3D, realidad aumentada y virtual, la visión artificial, el cloud computing, la ciberseguridad, big data, inteligencia artificial y el internet de las cosas (Tecnovino, 2018).

7.2. Enoturismo virtual: seis emblemáticas bodegas españolas que se pueden visitar desde cualquier lugar

El mundo digital nos ofrece la posibilidad de visitar una bodega desde donde estemos, la web de ecommerce Vinissimus propone seis emblemáticas bodegas españolas que nos abren las puertas por medio de visitas virtuales.

Para esta plataforma de venta de vino online, la llegada del coronavirus ha hecho que la vida de todas las personas dé un giro de 180°. Con esta plataforma podremos recorrer viñedos, calados y salas de barricas gracias a la tecnología virtual (Tecnovino, 2020). Entre las seis bodegas encontramos a dos dentro de la D.O. Ca. Rioja que son Herederos del Marqués de Riscal (Figura 25, izquierda) y Marqués de Murrieta (Figura 25, derecha).

A continuación los enlaces de las pg webs para realizar la visita virtual:

- http://www.360vista-studio.com/marquesderiscal360/bodegas_catedral.html
- https://www.marquesdemurrieta.com/bodegas-rioja/es/tour_murrieta/



Figura 25. Bodegas Herederos de Marqués de Riscal y Marqués de Murrieta (Tecnovino, 2020)

7.3. Riojawine ofrece toda la información sobre bodegas, vinos o rutas de enoturismo

El Consejo Regulador Denominación Origen Calificada Rioja (@RiojaWine_ES), ha puesto en marcha esta tecnología, con la que podrás saber todo sobre este rincón vinícola desde la comodidad de tu casa y a golpe de clic en tu teléfono móvil. Las funciones que incluye esta app son:

- Escanear la etiqueta del vino para saber todo sobre él (tipo de uva, nota de cata, fecha de la añada...).
- Compra de botellas de vino directamente online.
- Puedes reservar una visita a la bodega.
- Crear una lista de favoritos (Vinoteca digital).
- Compartir y recomendar a tus amigos desde la app.

Esta app (Figura 26) ofrece una información muy completa, atractiva y práctica sobre las bodegas y vinos de la D.O.Ca. Rioja para los amantes del enoturismo, permitiendo, entre otras cosas, personalizar el viaje en función de las actividades a realizar en cada bodega, así como crear la propia vinoteca y compartirla en redes (65ymás.com, 2020).



Figura 26. Imagen de la app Riojawine (Consejo Regulador, D.O.Ca Rioja, 2020)

7.4. Bodegas Riojanas aprovecha una plataforma con “*blockchain*” para ampliar su presencia en mercados asiáticos

Bodegas Riojanas aprovecha una plataforma blockchain para ampliar su presencia en mercados asiáticos (China, Japón, Corea del Sur, Tailandia y Singapur). Blockchain Wine ha lanzado en España, de la mano de Bodegas Riojanas, la plataforma Tattoo Wine, que integra el comercio electrónico y la tecnología Blockchain para asegurar la procedencia y autenticidad de los vinos.

Tattoo Wine (Traceability, Authenticity, Transparency, Trade, Origin and Opinion) acrónimo en inglés de trazabilidad, autenticidad, transparencia, comercio, origen y opinión, en sus siglas en inglés), tiene como objetivo proporcionar confianza a los consumidores de vino y crear una red globalizada y transparente gracias a la capacidad que tiene el contrato inteligente, que permite que el vino sea intercambiado con seguridad y eficiencia.

Cada botella de vino tendrá grabado un Código QR, los consumidores podrán acceder a la información de cada botella (europapress, 2019).



Figura 27. De izquierda a derecha Federico de Poli (EY); Tim Tse (Blockchain Wine Pte. Ltd.) y Santiago Frías (Bodegas Riojanas)

8. CONCLUSIONES

La elaboración del presente documento ha supuesto un reto, la razón es la extensa y masiva información que actualmente existe de las tecnologías de la Industria 4.0 en los diferentes campos de aplicación. Esto es reflejado en las numerosas referencias bibliográficas que he consultado para elaborar el Trabajo Fin de Máster. La selección y filtración de las fuentes bibliográficas requiere un trabajo meticuloso y de aprendizaje, dado que en este documento se han detallado las posibles tecnologías que automaticen y reporten información respecto a la trazabilidad en la elaboración de un vino en tres ámbitos del sector:

- Viñedo
 - Plataformas de sensores en el viñedo
 - Robots de campo
 - Proyecto “*SmartRural*”
- Bodegas
 - Selección óptica de la vendimia
 - Pincho toma muestras
 - Auto analizadores
 - Sistemas de seguridad alimentaria
 - Tecnología Smart para las bodegas
- Logística
 - RFID
 - NFC
 - QR
 - Blockchain

La digitalización de los procesos de obtención de datos ha dado paso a equipos y sistemas más eficaces para este fin. Gracias a estos nuevos equipos, el control del viñedo y las condiciones climáticas de este, se lleva a cabo en tiempo real, dando un amplio margen de actuación para el viticultor a la hora de actuar frente a situaciones de estrés de la vid, como por ejemplo poner riego, tratamiento de alguna plaga, manejo de la vegetación... También en las bodegas, la digitalización de los procesos fermentativos y su análisis, hacen que

los enólogos controlen todas características químicas para la toma de decisiones en la elaboración de un vino de calidad. En la logística, las nuevas tecnologías de identificación de productos usando diferentes sistemas de etiquetado hacen acelerar el proceso de almacenamiento y distribución de un producto, teniendo un control absoluto del inventario y ofreciendo toda la información que requiera por parte del consumidor.

La principal conclusión es que las nuevas tecnologías aportan fiabilidad y rapidez en la obtención de datos, además del control y seguimiento de toda la cadena de suministro (del viñedo hasta la copa).

A la par, el uso de estas nuevas tecnologías facilita la buena gestión de la trazabilidad, beneficiando a la empresa en aspectos como rendimiento del viñedo, rendimiento de la transformación de la uva en vino, minimización de costes, seguridad alimentaria, autenticidad del producto, atención al cliente...

Todas estas tecnologías descritas anteriormente irán evolucionando con el tiempo, es aquí donde cada bodega debe decidir, dependiendo sus recursos, capacidades e infraestructura, que sistemas, máquinas y equipos implementan en su proceso productivo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Alimentarius, C. (2017). *Codex Alimentarius*. Natural Resources Forum, 31, 242–243.
- ❖ Álvarez, H. (2014). “*Elementos básicos de logística. Soporte para las cooperativas*”. *Cooperativismo y Desarrollo*, 2(1), 1-15.
- ❖ Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., Peacock, A. (2019). “*Blockchain technology in the energy sector: a systematic review of challenges and opportunities*”. *Renewable and Sustainable Energy*. (100), 143-174.
- ❖ Bahga, A., Madiseti, V.K. (2016). “*Blockchain platform for industrial internet of things*”. *J. Software Eng. Appl.* 9 (10), 533.
- ❖ Ballesteros, P., & Ballesteros, D. (2008). “*Importancia de la administración logística*”. *Scientia et Technica*, 14(38), 217-222.
- ❖ Caro, M.P., Ali, M.S., Vecchio, M., Giaffreda, R. (2018). “*Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: a practical implementation*”. *IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture Tuscany*. IEEE, 1-4.
- ❖ Climent, M. (2015). “*Las plantas virtuales, pieza clave para llegar hasta la Industria 4.0*” *El Mundo*.
- ❖ Comisión Europea, (2013). “*Comprender las políticas de la unión europea. Una nueva revolución industrial*”. *Empresa*, 1-16.
- ❖ Correa, A., & Gómez, R. A. (2009). “*Tecnologías de la Información en la cadena de suministro*”. *Dialnet*, 76(157), 37-48.
- ❖ Cruz, M. Oliete, P. Morales, C. Gonzalez, C. Cendón, B. & Hernandez, A. (2015). “*Las tecnologías IoT dentro de la industria 4.0*”. *Ministerio de industria, energía y turismo – EOI*, 1-190.
- ❖ De los Ríos, J. L. (2019). “*Las tendencias logísticas que te llevarán a lo más lejos*”. Recuperado 10/02/2019, <https://www.iebschool.com/blog/tendencias-logistica/>
- ❖ Dipole. (2018). *ETIQUETAS RFID DECATHLON, INDITEX Y EL CORTE INGLES*. Recuperado 03/06/2019, <https://www.dipolerfid.es/blog/categor-a-1/etiquetas-rfid-decathlon-corte-ingles-inditex>

- ❖ Engelseth, P. (2009). *Food product traceability and supply network integration*. Journal of Business & Industrial Marketing, 24(5/6), 421–430.
- ❖ Evans, D. & Annunziata, M. (2012). “*Industrial Internet, Pushing the Boundaries of Mind and Machines*”. Imagination at work, 1-37.
- ❖ Feng, H., Chen, J., Zhou, W., Rungsardthong, V., Zhang, X. (2019). “*Modeling and evaluation on WSN-enabled and knowledge-based HACCP quality control for frozen shellfish cold chain*”. Food Contol. 98, 348-358.
- ❖ Flanzy, C. (2003). “*Enología: fundamentos científicos y tecnológicos*”. Ediciones Mundi-Prensa.
- ❖ Forroll, J. (2018) Aportaciones al TFM – *OpenVino – OpenVino*. Recuperado 03/06/2018
<http://wiki.costaflores.com:8090/display/OP/Aportaciones+al+TFM>
- ❖ García, P. (2018). “*Logística 4.0: la revolución tecnológica en la cadena de suministro*”. Izertis. Recuperado 12/05/2019 <https://www.izertis.com/es/-/blog/logistica-4.0-la-revolucion-tecnologica-en-la-cadena-de-suministro>
- ❖ Genovesi, S., Costa, F., Borgese, M., Dicandia, F. A., Monorchio, A., & Manara, G. (2017). “*Chiplless RFID Sensor for Rotation Monitoring*”. IEEE International Conference on RFID Technology & Application (RFID-TA), 233-236.
- ❖ Hidalgo, J. (2011). “*Tratado de Enología*”, Tomo 1, Ediciones Mundi-Prensa.
- ❖ Hock, J., Goh, C., Flores, A., & Yun, L. (2017). *Energy efficient through life smart design, manufacturing and operation of ships in industry 4.0*. Energies, 10(5), 610.
- ❖ ISO (2005). *ISO 9000: Quality management systems - fundamentals and vocabulary*, 1–30.
- ❖ Joyanes, L. (2016). “*Industria 4.0. La cuarta revolución industrial*”. Marcombo
- ❖ Kagermann, H., Wahlster, W. y Helbig, J. (2013). “*Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*”. Acatech, 1-82.
- ❖ Kelepouris, T., Pramataris, K., & Doukidis, G. (2007). *RFID-enabled traceability in the food supply chain*. Industrial Management & Data Systems 107(2)
- ❖ Li, Z. (2012), “*Characterization and Performance Analysis of UHF RFID Tag for Environment Sensing Applications*”. M.C. University of Waterloo.

- ❖ Lin, Y.P., Petway, J., Anthony, J., Mukhtar, H., Liao, S.W., Chou, C.F., Ho, Y.F. (2017). *“Blockchain: the evolutionary next step for ICT E-agriculture”*. *Environments* 4(3), 50.
- ❖ Lopez, J.C. (2014). *“La moda del Big Data: ¿en qué consiste en realidad?”*, *El Economista*.
- ❖ Manyika, J. Chui, M. Bisson, P. Woetzel, J. Dobbs, R. Bughin, J. & Aharon, D. (2015). *“Unlocking the potential of the Internet of Things”*. McKinsey&Company.
- ❖ Mendoza, M.A. (2015). *“¿Ciberseguridad o seguridad de la información? Aclarando la diferencia”*. We Live Security.
- ❖ Naidi, V., Mudliar, K., Naik, A., & Bhavathankar, P. P. (2018). *“A Fully Observable Supply Chain Management System Using Block Chain and IoT”*. *3rd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, 1-4. Pune, India.
- ❖ Nakasumi, M. (2017). *“Information Sharing for Supply Chain Management based on Block Chain Technology”*. *19th Conference on Business Informatics (CBI)*, 140-149. Thessaloniki, Greece.
- ❖ Naranjo, O. (2016). *“Qué es la realidad aumentada”*. MediaTrends.
- ❖ Øines, S., Ubacht, J., Janssen, M. (2017). *“Blockchain in government: benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing”*. *Government Information Quarterly*, 34 (3), 355-364.
- ❖ Ors, M. (2015). *“Cómo Siemens promueve la Cuarta Revolución Industrial”*. *Actualidad Económica*, 22-27.
- ❖ Pérez, M., Saucedo, J. A., Salais, T. E., & Marmolejo, J. A. (2017). *“Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0”*. *Congreso Internacional de Logística y Cadena de Suministro*, 1-11.
- ❖ Prieto, M. (2019). *“Información y negocios para nuevos tiempos”*. SmartLight.
- ❖ Rábade, & Alfaro. (2006). *Buyer – supplier relationship’s influence on traceability implementation in the vegetable industry*. *Journal of Purchasing and Supply Management* 12(1), 39–50.
- ❖ Rădulescu, G. y Popescu, C. (2014). *“About Barcode Technology Case study: Computerization of a Library”*, ISSN: 1224-8495, *Petroleum - Gas University of Ploiesti Bulletin*, 66(3), 7–14.

- ❖ Reglamento 178/2002 del Parlamento Europeo, & Consejo. (2002). *REGLAMENTO (CE) No 178/2002, principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria*, se crea la Autoridad Europea, 1–42.
- ❖ Salampasis, M., Tektonidis, D., & Kalogianni, E. P. (2012). *TraceALL: a semantic web framework for food traceability systems*. *Journal of Systems and Information Technology*, 14(4), 302–317.
- ❖ Schwagele, F. (2005). *Traceability from a European perspective*. *Meat Science*, 71(1), 164–173.
- ❖ Sevilla, A. (2012). “*Logística*”. Recuperado el 04/02/2019, <https://economipedia.com/definiciones/logistica.html>
- ❖ Sosa, C.I. (2017). *Propuesta de un sistema de trazabilidad de productos para la cadena de suministro agroalimentaria*. Universidad Politécnica de Valencia.
- ❖ Spri (2014a). “*David, Agustín en #BasqueCountry4.0 robótica colaborativa*”. Tecnia. YouTube.
- ❖ Spri (2014b). “*Basque Industry 4.0 Robótica Colaborativa*”. Tecnia. YouTube.
- ❖ Spri (2014c). “*Basque Industry 4.0 - Sistemas Ciber-fisicos*”. Tecnia. YouTube.
- ❖ Spri (2014d). “*Basque Industry 4.0 - Big Data*”. Tecnia. YouTube.
- ❖ Tian, F. (2017). “*A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things*”. *International Conference on Service Systems and Service Management*. IEEE, 1-6.
- ❖ Urueña, A. Ferrari, A. Blanco, D & Valdecasa, E. (2012). “*Cloud Computing, Retos y Oportunidades*”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. ONTSI.
- ❖ Viveros Barber (2018). “*Viticultura de precisión*”. VitiViniCultura.
- ❖ Xu, X., Lu, Q., Liu, Y., Zhu, L., Yao, H., Vasilakos, A.V. (2019). “*Designing blockchainbased applications a case study for imported product traceability*”. *Future Generation Computer Systems*, 92, 399-406.
- ❖ Zahera, M. (2012). “*La fabricación aditiva, tecnología, avanzada para el diseño y desarrollo de productos*”. Fundación Cotec, 1-11.
- ❖ Zhong, R., Lan, S., Dai, Q., & Huang, G. (2016). “*Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing*”. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 84(4), 5-16.

10. WEBGRAFÍA

- ❖ 65ymás.com (2020): https://www.65ymas.com/ocio/gastronomia/aplicacion-riojawine-vino_12156_102.html
- ❖ ACENOLOGÍA (2013): http://www.acenologia.com/aeb/noticia_4.asp
- ❖ BIOSER (2015): <https://www.bioser.com/los-productos-tambien-tienen-curriculum-vitae-consultalo-antes-de-comprarlo/>
- ❖ Bodega Cuatro Rayas (2017): <https://www.cuatrorayas.es/blog/es/2017/09/el-pincho-tomamuestras-de-cuatro-rayas-para-que-sirve/#:~:text=La%20toma%20de%20muestras%20en,empezar%20a%20recoger%20la%20uva.&text=Este%20brazo%20articulado%20est%C3%A1%20equipado,una%20peque%C3%B1a%20cantidad%20de%20uva>
- ❖ Carlos Serres (2018): <https://www.carlosserres.com/el-uso-de-drones-en-viticultura/>
- ❖ Comisión Europea (2013): <https://eshorizonte2020.es/que-es-horizonte-2020>
- ❖ Consejo Regulador D.O.Ca. Rioja (2019): <https://www.riojawine.com/es-es/consejo-regulador-doca-rioja/estadisticas/>
- ❖ europapress (2019): <https://www.europapress.es/la-rioja/noticia-bodegas-riojanas-aprovecha-plataforma-blockchain-ampliar-presencia-mercados-asiaticos-20190711200235.html>
- ❖ Federación Española del Vino (2019): <http://www.fev.es/sector-cifras/>
- ❖ Gluppi (2018): <https://gluppi.com/que-es-cloud-computing/>
- ❖ IBM software Group (2012): <https://developer.ibm.com/es/articles/que-es-big-data/>
- ❖ IEBS (2015): <https://www.iebschool.com/blog/identificacion-rfid-en-inditex-con-el-pie-en-el-acelerador-negocios-internacionales/>
- ❖ IFS (2012): https://www.ifs-certification.com/images/ifs/general_documents/documents/Comparison_IFS_ISO_es.pdf
- ❖ La Semana Vitivinícola (2019): http://www.sevi.net/es/3537_maquinaria_bodega/21/12974/SAEn5000-

- [de-Parsec-el-control-inteligente-y-abierto-para-el-manejo-din%C3%A1mico-de-la-fermentaci%C3%B3n-y-de-todos-los-procesos-enol%C3%B3gicos-parsec-vino-maquinaria-bodega.htm](#)
- ❖ LogicFin (2016): <http://logic-fin.com/el-uso-de-la-realidad-aumentada-en-el-sector-industrial/> <https://developer.ibm.com/es/articles/que-es-big-data/>
 - ❖ NFC FORUM (2020): <https://nfc-forum.org/>
 - ❖ Organización Internacional de la Viña y el Vino (2019): <http://www.oiv.int/es/normas-y-documentos-tecnicos/analisis-estadisticos/analisis-anual>
 - ❖ Plataforma Tecnológica del Vino (2017): <http://www.ptvino.com/es/nosotros/documentacion-e-informes/>
 - ❖ SM GEODIM (2004 Y 2017): http://www.geodim.es/pdf/2017_Viticultura_SMART.pdf
<http://www.geodim.es/Agricultura.aspx>
 - ❖ Stocklogistic (2018): <https://www.stocklogistic.com/blockchain-logistica/>
 - ❖ Tecnovino (2017, 2018, 2020): <https://www.tecnovino.com/un-equipo-de-vision-y-seleccion-de-uva-que-llega-para-revolucionar-la-vendimia-x-tri-de-defranceschi-sacmi/>
<https://www.tecnovino.com/bodegas-franco-espanolas-se-apunta-al-reto-de-la-industria-4-0/>
<https://www.tecnovino.com/enoturismo-virtual-seis-emblematicas-bodegas-espanolas-que-se-pueden-visitar-desde-cualquier-lugar/>
 - ❖ Vicomtech (2016): <https://www.vicomtech.org/es/investigacion/visual-computing-interaction>
 - ❖ VINETUR (2017): <https://www.vinetur.com/2017071528892/tecnologia-inteligente-en-las-botellas-de-este-vino-para-entregar-premios-en-metalico.html>