

Innovando en la cadena logística de frío

Autores: M^a Victoria de la Fuente-Aragón y
Lorenzo Ros-McDonnell de la
Universidad Politécnica de Cartagena

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos treinta años el sector hortofrutícola se ha convertido en el primer sector de la agricultura española en valor de producción y exportación. Se trata de un sector muy dinámico, que debe incorporar nuevos métodos y tecnologías, obligado por la fuerte competencia de los mercados y las exigencias de los clientes.

Esto supone un esfuerzo continuo a las empresas en medidas de innovación, que incorporando valor al sector, les permitan dar respuesta a las exigencias de los consumidores y las necesidades del mercado, hacer frente a la competencia, y mantener el liderazgo del sector con nuevos productos y nuevas formas de presentación.

En este contexto de innovación y nuevas tecnologías se define el proyecto de investigación PROCONET (*PROject- Collaborative NETwork*), que partiendo de la necesidad de mejoras en logística y transporte de productos perecederos (medidas señaladas por empresas del sector hortofrutícola) realizará un prototipo de nodos de almacenamiento estratégicos dentro del marco de trabajo de las redes colaborativas, para facilitar el funcionamiento de la cadena de frío y transporte de productos perecederos, y asegurar la trazabilidad y seguridad alimentaria durante todo el proceso logístico.

El trabajo se organiza del siguiente modo: en la sección 2 se presenta una breve revisión de la literatura sobre redes colaborativas, sus características y actividades de coordinación, en la sección 3 se presentan las cuestiones actuales del sector agroalimentario español, en la sección 4 se desarrollan los objetivos, la metodología de inte-

gración y el marco de trabajo para el desarrollo de la red colaborativa hortofrutícola dentro del proyecto PROCONET, y se propone el diseño de la arquitectura y los componentes de dicha red, los sistemas de información de la red y las técnicas de intercambio de datos. En la sección 5 se presentan las principales conclusiones y los aspectos de innovación que se desarrollan en el proyecto PROCONET.

2. ORGANIZACIONES EN RED COLABORATIVA

Formar parte de una red se ha convertido en algo muy importante para cualquier organización que busca conseguir alguna ventaja competitiva diferenciada. Entre la gran variedad de redes existentes, tienen especial relevancia las redes colaborativas. Estas surgen durante los últimos años como resultado de la investigación, así como de los cambios a los que se han tenido que enfrentar las empresas. La colaboración se ha convertido en el factor clave para poder responder rápidamente a las demandas del mercado en empresas industriales, gracias a compartir competencias y recursos [1].

Una red colaborativa está constituida por un conjunto de entidades (p.e., organizaciones, personas, etc.) que suelen estar geográficamente separadas, principalmente autónomas y heterogéneas en términos de cultura, capital social, objetivos y procesos. De este modo, las entidades participantes de la red colaboran para una mejor consecución de sus objetivos, usando las TIC como soporte para el desarrollo de oportunidades de negocio colaborativas [2].

Las redes colaborativas, como modelos inter-organizacionales dinámicos, deben presentar un sistema de gestión de procesos de negocio distribuido, que de apoyo a los medios para obtener, suministrar y gestionar toda la

información referente a la producción (proporcionada por todas las entidades para el funcionamiento de la propia red), permitiendo a las empresas conducir su logística de un modo más eficiente, trabajar mejor y en un entorno integrado y virtual [1,3,4]. En este contexto, los mecanismos de comunicación y coordinación son parte esencial del intercambio de información entre los procesos interdependientes, y entre las empresas de la red colaborativa [5].

Por ello, las ventajas de las TIC, que soportan el concepto de redes colaborativas, han permitido a las empresas evolucionar hacia entornos más cooperativos a nivel de información y conocimiento de empresa (*know-how*). Las aplicaciones basadas en código abierto y webs, y un conjunto de buenas prácticas hacen posible alcanzar el concepto de empresa integrada y la implementación de empresas en red colaborativa para el sector industrial [1].

Para finalizar, señalar que un creciente número de formas de organización en red colaborativa están apareciendo como resultado de los continuos avances en el área TIC, contribuyendo a ayudar a las empresas PYME a afrontar los actuales cambios sociales y del mercado. Las redes colaborativas están ya reconocidas como un importante instrumento para la supervivencia de las organizaciones en periodos de turbulentos cambios socio-económicos [1,2].

3. EL SECTOR AGROALIMENTARIO ESPAÑOL: PROBLEMAS Y NECESIDADES

En los últimos treinta años el sector hortofrutícola se ha convertido en el primer sector de la agricultura española en valor de producción, siendo España el primer productor de frutas y hortalizas para consumo en fresco y el primer exportador de estos productos en la *Unión Europea*.

El sector agroalimentario es un sector muy dinámico, que incorpora nuevos métodos y modernas tecnologías, obligado por la fuerte competencia interna, y sobre todo por el desarrollo que experimenta en otras regiones y países. La globalización del mercado, la competencia de productores y distribuidores de otras regiones intra- y extra-comunitarias, obliga a un esfuerzo continuado en medidas de innovación, que incorporen valor al sector y que le permitan dar respuesta a las exigencias de los consumidores, hacer frente a la competencia de otros países, mantener el liderazgo del sector español y aumentar sus cuotas de mercado, con nuevos productos y nuevas formas de presentarlos [6,7].

La exportación española de productos hortofrutícolas de las últimas campañas (2009-2010-2011) alcanza los diez millones de toneladas anuales, y los 8.500 millones €/año. Los principales países de destino son otros países miembros de la Unión Europea (Francia, Reino Unido y Alemania, principalmente, así como países de la Europa del Este) que reciben entorno al 95% del volumen de las exportaciones [8,9]. La mayor parte de estos envíos se realizan por vía terrestre, sobre todo en carretera por vehículos de transporte frigorífico a temperatura controlada.

El análisis de las áreas de producción españolas, las tendencias de consumo y mercados, la experiencia en distribución y logísticas, e incluso la ampliación a veintisiete miembros de la Unión Europea (con un mercado de 500 millones de consumidores), parece confirmar un aumento de las demandas de transporte en camión con temperaturas controladas (frigoríficos), para los envíos hortofrutícolas, y asociado a esto, la demanda de otros servicios logísticos [6,7,10,11].

Pero también el sector debe hacer frente a una serie de problemas internos (precario relevo generacional, disminución progresiva de recursos como el agua y el terreno, concentración de productores y comercializadores, etc.) como externos (producciones procedentes de terceros países a costes más

bajos y menor control a la entrada, competencia de grandes cadenas de distribución, crisis alimentarias, etc.).

Finalmente, señalar que el sector hortofrutícola se enfrenta al desafío constante entre las preferencias del mercado y la realidad del campo. Por ello, para el desarrollo y transformación de este sector será de gran trascendencia el desarrollo de soluciones innovadoras que le permitan mantener su posicionamiento de liderazgo, centrándose sobre todo en aspectos como la calidad integral, trazabilidad y seguridad alimentaria, nuevas técnicas de cultivo, y nuevos productos que permitan a los productores posicionarse de forma ventajosa frente a las grandes cadenas de distribución.

4. EL PROYECTO PROCONET

A lo largo de todo el proceso de comercialización hortofrutícola (ver Figura 1), es decir, desde que se piensa producir un determinado producto hasta que se consume; aparecen toda una serie de innovaciones, demandadas por los mercados y consumidores, así como nuevas propuestas en producción, distribución y transporte.

En este proceso las relaciones se establecen a través de los agentes que intervienen en la cadena de suministro agroalimentaria: agricultores, procesadores, envasadores, exportadores, importadores, transportistas, etc. Dichas relaciones deberán adaptarse y gestionarse desde un modelo de negocio colaborativo, permitiendo alcanzar objetivos comunes mediante la colabora-

ción y el funcionamiento, sobre la base de principios acordados e infraestructuras interoperables para hacer frente a la heterogeneidad del conjunto de empresas y agentes de la red [1,2,12].

Como se ha comentado anteriormente, en el sector hortofrutícola la competencia interna y externa al sector obliga continuamente a innovar en gama de productos, técnicas de cultivo, formas de presentar el producto, elementos de manipulación y almacenaje, mejoras en la carga y descarga, etc. Los motivos de la innovación suelen ser variados, pero principalmente determinados por los consumidores y la seguridad alimentaria de los mismos, y que deberán responder a los diferentes problemas planteados por los agentes y empresas del sector hortofrutícola [8,9,11].

La meta que persigue el equipo de investigación con el proyecto PROCONET (*PROject – COllaborative NETwork*) puede definirse por “la trazabilidad integral del transporte agroalimentario por carretera con temperatura controlada”, que partiendo de los procesos logísticos (ya sean de carga fraccionada o de carga completa) acceda a experimentar el CMR (o carta de porte) electrónico, controlando las variables tecnológicas que intervienen en el referido proceso logístico.

En la actualidad no existen modelos de trazabilidad en el sector alimentario salvo para determinados productos (p.e. leche, huevos, carne de vacuno, etc.). Por ello, el desarrollo de este modelo de trazabilidad y seguridad alimentaria surge ante la falta de normativa existente en el sector agro-

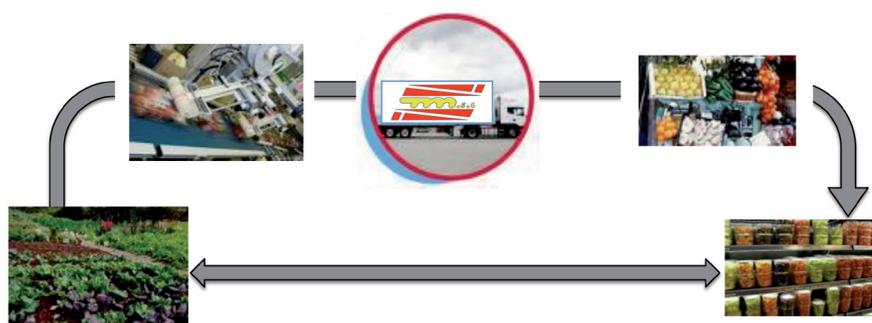


Fig. 1: Flujo de productos en el proceso de comercialización en la Red Hortofrutícola

Colaboración



Fig. 2: Modelo de trazabilidad y seguridad alimentaria para productos agroalimentarios

limentario y ante recomendaciones de organizaciones nacionales y europeas realizadas en este sentido durante la última década [13-15].

El proyecto PROCONET se centra en el desarrollo de un prototipo para el diseño estratégico de los nodos de una red logística, que incluirá todos los conceptos, modelos y herramientas necesarios para la toma de decisiones relacionadas tanto con el diseño del flujo de proceso como con la selección de tecnologías. Se validará el funcionamiento del prototipo de diseño estratégico de nodos de red logística con los procesos de la cadena logística de frío, procurando dar soporte a procesos logísticos intermodales de valor añadido.

Para ello, a lo largo del proyecto será desarrollada una plataforma para gestión del conocimiento en la red colaborativa hortofrutícola, que dará soporte a los procesos de comunicación dentro de esa red (Figura 3). Esta plataforma, conectada con el aplicativo de *Sistema de Planificación y Control de Operaciones* de cada una de las empresas integrantes de la red colaborativa, diseñará y gestionará elementos tan importantes como:

- asignación de carga en transporte
- estado de la flota

- Un mejor control de salidas y llegadas previstas de vehículos
- Procesos específicos en puntos de control; por ejemplo, validación del CMR
- Mostrar en tiempo real la ubicación del vehículo y los datos asociados al mismo (tiempo de expedición, velocidad media, temperatura de carga, etc.), y enlace con aplicaciones existente
- Conexión con los sistemas de facturación, para que en el momento de recogida /entrega de la carga la empresa logística pueda facturar el servicio realizado

Esta plataforma, como modelo integrado de comunicación entre los sistemas de transporte y las empresas logísticas, permitirá mediante nuevos sistemas GPS (*Global Positioning System*), conocer dónde se encuentra en cada momento la mercancía, facilitando su transporte y entrega en condiciones de trazabilidad y seguridad alimentaria. Elemento clave del prototipo de nodos en una red logística planteado en el proyecto de investigación.

- utilización de los recursos
- control de datos
- control de emisiones contaminantes
- etc.

Con especial atención a la gestión de las Hojas de Ruta, elemento clave para la red logística, motivado por:

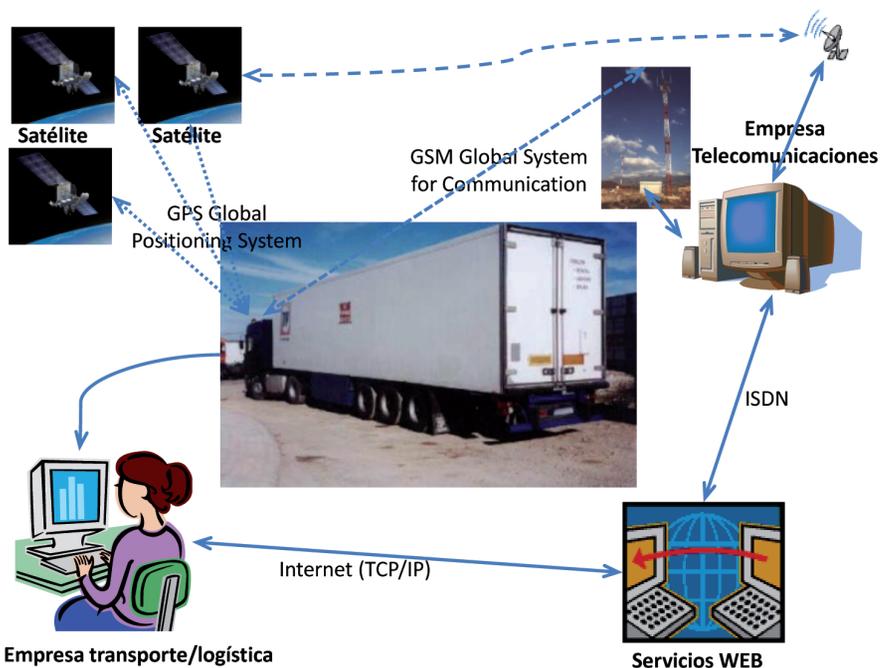


Fig. 3: Plataforma para gestión del conocimiento en la red colaborativa hortofrutícola

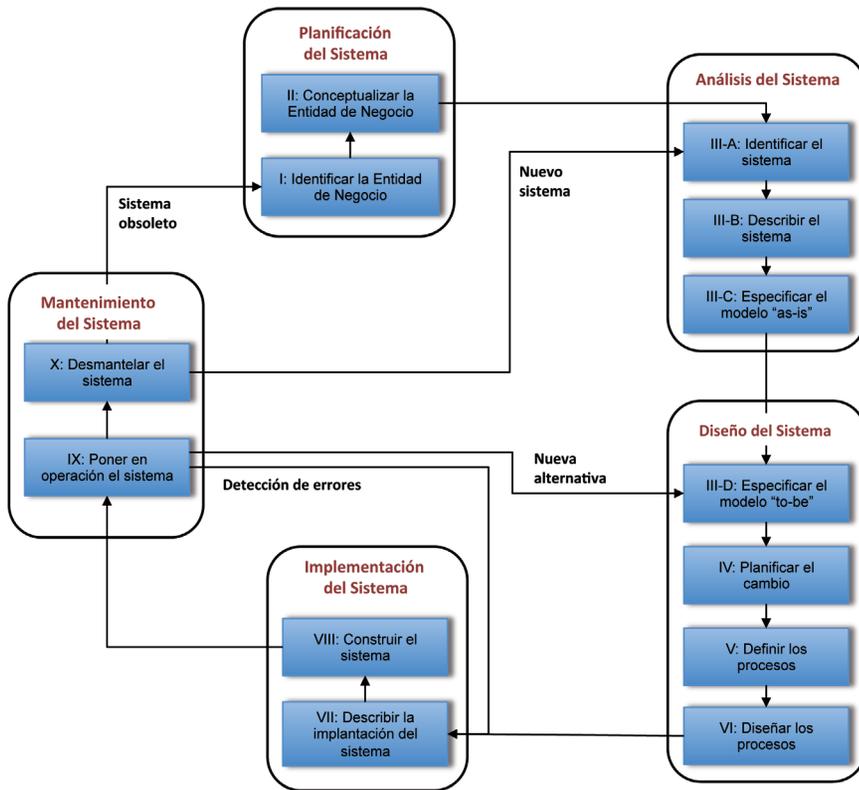


Fig. 4: Fases y etapas de la metodología ERE-GIO

4.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO PROCONET

Los objetivos técnicos que persigue este proyecto forman un continuo desde los requisitos de negocio hasta la

evaluación de alternativas. Como objetivos principales, desde el punto de vista de I+D+i se pretende conseguir:

- Diseñar los procesos necesarios para manipulación de cargas en el

nodo de almacenamiento de Carga Fraccionada para su transporte por la Cadena Logística de Frío.

- Definir un modelo de trazabilidad y seguridad alimentaria de productos agroalimentarios en el proceso de transporte de la Cadena Logística de Frío.
- Desarrollar un primer prototipo de trazabilidad y seguridad alimentaria de productos agroalimentarios en los procesos logísticos de la Cadena de Frío, parametrizando todas las variables que se pueden tener en una Cadena Logística de Frío y su interacción con los distintos actores de la cadena.
- Desarrollar un segundo prototipo de seguridad en el transporte, basado en INCOTERM, que muestre la factibilidad de un CMR electrónico.
- Integrar ambos prototipos de forma que permitiera a una pequeña empresa de transporte evolucionar a empresa logística.

4.2. METODOLOGÍA PARA EL PROYECTO PROCONET

Tal como apuntan diferentes autores [1,16] en las redes colaborativas no existe una única metodología, herramienta, y enfoque para la modelización que cubra adecuadamente todas las perspectivas de análisis (*no universal language for all problems*).

Sector Agroalimentario	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la trazabilidad de los productos agroalimentarios durante las fases de transporte y manipulado de productos. • Mejoras en la aplicación del CMR, basado en INCOTERM.
Cadena de Suministro de Frío	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo de transporte en Cadena Logística de Frío, definición de indicadores, implantación, medición, evaluación y desarrollo de cuadro de mando. • Desarrollo de un prototipo que permita y posibilite la trazabilidad de los productos hortofrutícolas en el transporte y su interacción con las empresas logísticas.
Nodos de Almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de procesos que permitan a los pequeños agricultores que su carga fraccionada acceda a servicios de transporte de cadena de frío en condiciones óptimas.
TIC	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en la trazabilidad de productos hortofrutícolas. • Aplicación en la seguridad en el transporte. • Aplicación en el sector agroalimentario y cadena de frío. • Desarrollo bajo sistemas abiertos.

Tabla 1: Innovación tecnológica del proyecto PROCONET

Colaboración

Para el desarrollo de una red colaborativa hortofrutícola enfocada a la integración y colaboración entre los miembros de la cadena de frío, el equipo de investigación trabaja con la metodología ERE-GIO [17,18], basada en Arquitecturas de Integración de la Información (Figura 4), que permitirá plantear un marco de modelización para redes colaborativas que integre múltiples perspectivas (estructural, funcional, etc.).

Este modelo se utilizará para desarrollar un enfoque de la cadena de suministro de frío desde una perspectiva endógena de la red colaborativa. Con ello se busca integrar, (desde los diferentes sistemas de información de cada una de las empresas de la red), el sistema de GPS y la plataforma que apoye los procesos de la cadena de frío, el análisis del rendimiento y las limitaciones del prototipo de trazabilidad y seguridad y su posterior implementación en la red de colaboración.

4.3. INNOVACIÓN EN LA CADENA LOGÍSTICA DE FRÍO

La innovación es una actividad

compleja y diversificada en la que intervienen muchos componentes que interactúan entre sí, y actuando como fuente de nuevas ideas. El proyecto PROCONET se basa en innovaciones tecnológicas incrementales, es decir, mejoras que se realizan en servicios o procesos existentes con la finalidad de incrementar las prestaciones de la cadena o la red.

En este proyecto, las actividades innovadoras se pueden agrupar en cuatro grandes áreas (ver Tabla 1), relacionadas con los distintos actores que participan en la cadena colaborativa del sector hortofrutícola. Estas grandes áreas son: el sector agroalimentario, la logística a temperatura controlada, el almacenamiento de productos frescos y las TIC.

Estas innovaciones se traducen en tres factores para la red colaborativa hortofrutícola:

- Renovación y ampliación de los procesos productivos y de la gama de servicios
- Cambios en la organización y en la gestión, favoreciendo la incorporación de procesos colaborati-

vos a la forma de trabajo en red (Figura 5), y

- Repercusión de la factibilidad del CMR electrónico.

5. CONCLUSIONES

Junto con el principal objetivo del proyecto PROCONET, lograr la trazabilidad integral del transporte agroalimentario por carretera con temperatura controlada (en una organización en red colaborativa), el equipo de investigación persigue también una serie de objetivos a largo plazo, que finalizado el proyecto, serán aplicados en diferentes ámbitos, dependiendo del tipo de empresa y del sector:

- El CONSORCIO del proyecto ha establecido como reto demostrar la factibilidad del CMR electrónico, especialmente adaptado para dispositivos móviles, acorde a la actual legislación española, europea y acuerdos INCOTERM.
- Las empresas exportadoras de productos por carretera, tendrían

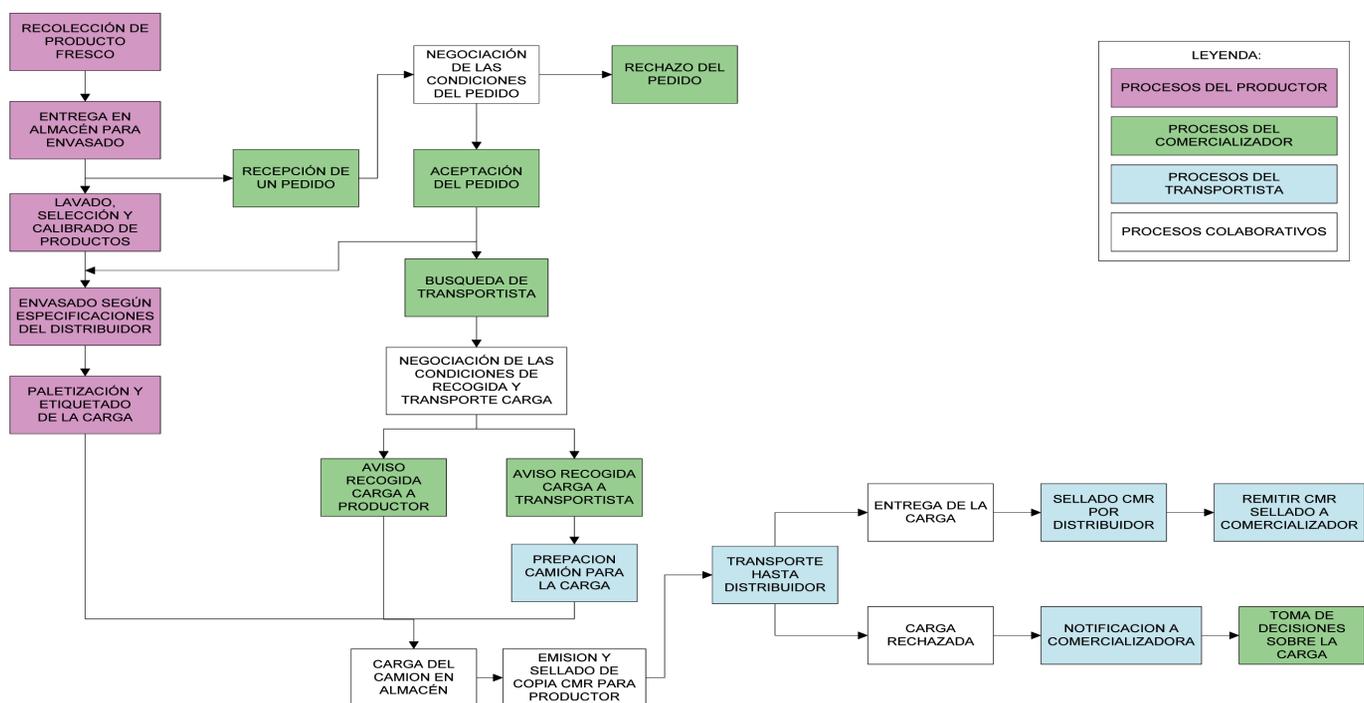


Fig. 5: Diagrama de procesos para una red colaborativa hortofrutícola

un gran interés en los resultados derivados del prototipado orientado hacia “seguridad en el transporte”, ya que es una fuente constante de conflictos en la actualidad entre logísticos, clientes y aseguradoras.

- Las empresas logísticas del sector agroalimentario, y de aquellos otros sectores que también trabajan en la Cadena de Frío, tendrán un gran interés en los resultados de la parametrización de la trazabilidad, motivadas por poder conocer las características reales de cómo ha sido realizado su transporte.

PARA SABER MÁS

- [1] Camarinha-Matos L, Afsarmanesh H, Galeano N, Molina A. "Collaborative networked organizations – Concepts and practice in manufacturing enterprises", *Computers and Industrial Engineering*. August 2009. Vol. 57-1, P. 46-60. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2008.11.024>
- [2] Camarinha-Matos L, Afsarmanesh H. "Collaborative networks: a new scientific discipline", *Journal of Intelligent Manufacturing*. October 2005. Vol. 16-(4-5), P. 439-452. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-005-1656-3>
- [3] Pereira A, Rabelo R, Campos A, Spinosa L. "Managing distributed Business processes in the virtual Enterprise", *Journal of Intelligent Manufacturing*. April 2001. Vol. 12-2, P.185-197. doi: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011256711648>
- [4] Mediavilla M, Errasti A, Domingo R. "Modelo para la evaluación y mejora del rol estratégico de plantas productivas. Caso de una red global de operaciones", *DYNA Ingeniería e Industria*. Agosto 2011, Vol. 86, P. 405-412. doi: <http://dx.doi.org/10.6036/4000>
- [5] Camarinha-Matos L, Pantoja-Lima C. "Cooperation coordination in virtual enterprises", *Journal of Intelligent Manufacturing*. April 2001. Vol. 12-2, P. 133-150. doi: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1011200526669>
- [6] Pozanco JM. "Los retos de futuro del sector hortofrutícola español", *Mediterráneo Económico*. Diciembre 2002. Vol. 2, P: 140-158.
- [7] Gómez Espín JM. "Estrategias de innovación en el sector hortofrutícola español y en las empresas encargadas de la logística y transporte de estos productos perecederos", *Papeles de Geografía*, Junio 2004. Vol.39, P. 81-117.
- [8] Pozanco JM. "Los retos del sector hortofrutícola español: mejorar la competitividad y gestionar las crisis", *Distribución y Consumo*. Julio-Agosto 2009. P.15-22.
- [9] MINAG (2011) ¿Qué significa el sector hortofrutícola para la economía española? Ministerio de Agricultura, www.magrama.gob.es [19/oct/2012]
- [10] Luengo G. (2003) El sector hortofrutícola español: a la espera de su racionalización, www.frutas-hortalizas.com [19/oct/2012].
- [11] Monje M. "Futas y hortalizas. Concentración y rentabilidad, claves en el sector", *Revista Alimarket*, 2010. Vol. 244, P. 68-115.
- [12] Rodríguez-de Cora R, Pérez-Van Kappel G. "Las tecnologías y la seguridad como factores clave de éxito en la cadena de valor y como soporte del SCM", *DYNA Ingeniería e Industria*. Octubre 2003, Vol. 78, P. 54-60.
- [13] Moe T. "Perspectives on traceability in food manufacture", *Trends in Food Science & Technology*. May 1998, Vol 9-5, P. 211-214. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(98\)00037-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00037-5)
- [14] Benner M, Geerts R, Linnemann A, et al. "A chain information model for structured knowledge management: towards effective and efficient food product improvement", *Trends in Food Science & Technology*. November 2003, Vol. 14-11, P. 469-477. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244\(03\)00154-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-2244(03)00154-7)
- [15] Sarkar S, Costa A. "Dynamics of open innovation in the food industry", *Trends in Food Science & Technology*. November 2008, Vol. 19-11, P. 574-580. doi: [10.1016/j.tifs.2008.09.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2008.09.006)
- [16] Camarinha-Matos L, Afsarmanesh H. "A comprehensive modeling framework for collaborative networked organizations", *Journal of Intelligent Manufacturing*. October 2007, Vol. 18-5, P. 529-542. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10845-007-0063-3>
- [17] Ros L, de la Fuente MV, Ortiz A. "Enterprise Engineering versus Cycle Re-Engineering Methods", en: *Proceeding 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing (INCOM)*. (Moscú 2009), P.2047-2052 doi: <http://dx.doi.org/10.3182/20090603-3-RU-2001-0463>
- [18] De la Fuente MV, Ros L, Ortiz A. "Enterprise modelling methodology for forward and reverse supply chain flows integration", *Computers in Industry*. September 2010, Vol. 61-7, P. 702-710. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compind.2010.05.010>