

Resumen

Algunos productos se caracterizan por su falta de homogeneidad, lo que significa que productos con diferentes características pueden ser obtenidos de un mismo proceso de producción debido a factores incontrolables como la naturaleza de las materias primas o las condiciones ambientales durante la producción. Hay cuatro aspectos que caracterizan la falta de homogeneidad en el producto: los subtipos homogéneos que se obtienen de un mismo lote de producción, la cantidad de productos que componen cada subtipo, el valor de cada uno de los subtipos, y el estado de los productos.

La falta de homogeneidad en el producto dificulta la gestión de los procesos de las empresas y cadenas de suministro en el momento en el que los clientes requieren homogeneidad entre las unidades de producto que adquieren. Un ejemplo de esto se produce en el sector de la cerámica, en el que los clientes requieren que todas las unidades que van a ser ensambladas juntas tengan el mismo color, espesor y calidad por razones estéticas y de seguridad. Otro ejemplo es el extraído del sector agroalimentario, en el que el mercado final requiere productos que cumplan con un tamaño mínimo, un color particular, o sabor en el caso de las frutas. Además, el sector agroalimentario tiene la complejidad añadida producida por el deterioro de los productos a lo largo del tiempo, y la necesidad de los mercados de ofrecer a los clientes productos con una mínima duración tras su venta.

En esta Tesis, se define como productos heterogéneos a aquellos productos que se pueden clasificar en subtipos homogéneos con una cantidad variable, mientras que los productos perecederos son aquellos que, además de ser heterogéneos, tienen falta de homogeneidad en su estado. De acuerdo con estos conceptos, el sector cerámico comercializa productos heterogéneos mientras que el sector agroalimentario comercializa productos perecederos.

Esta Tesis propone marcos conceptuales y modelos de Investigación Operativa que soporten la gestión de cadenas de suministro con productos heterogéneos y perecederos en la toma de decisiones centralizada y distribuidas relacionadas con los niveles de decisión estratégica, táctica y operativa. El objetivo es mejorar la competitividad, sostenibilidad y flexibilidad de la cadena de suministro para adaptarse a los requerimientos del mercado bajo condiciones de incertidumbre. Para esto, se han propuesto modelos de Investigación Operativa deterministas e inciertos, cuyos resultados se comparan concluyendo que los resultados obtenidos con los modelos inciertos se adaptan mejor al comportamiento real de las cadenas de suministros.

Los modelos de Investigación Operativa propuestos han contribuido a tres áreas de investigación: problemas operativos en el sector cerámico, problemas estratégicos en el sector agroalimentario y problemas de planificación en el sector agroalimentario.

Las principales novedades en los problemas operativos en el sector cerámico son el modelado de las características de las baldosas cerámicas, la consideración de los requerimientos de homogeneidad entre unidades de diferentes líneas de pedido, y la posibilidad de realizar entregas parciales y entregas con retraso.

Esta Tesis contribuye a los problemas estratégicos en el sector agroalimentario al diseñar una cadena de suministro completa de productos agroalimentarios frescos considerando el aspecto perecedero de los productos e integrando decisiones tácticas, y determinando el impacto real que tiene considerar el aspecto perecedero de los productos durante el diseño de la cadena de suministro.

En cuanto a la planificación del sector agroalimentario, un capítulo aborda el proceso de planificación de cultivo para productos perecederos de forma centralizada y distribuido, siendo las propuestas distribuidas las primeras en la literatura, y obteniendo soluciones cercanas al óptimo centralizado. Estas propuestas modelan la incertidumbre inherente a algunos parámetros como el rendimiento de las plantas, o el tiempo necesario para desarrollar las actividades de cultivo, que no han sido modeladas anteriormente con conjuntos difusos. La planificación de cultivo ha sido abordada también bajo un punto de vista sostenible en el que se modelan tres objetivos relacionadas con los tres aspectos de la sostenibilidad, donde se obtienen varias soluciones no dominadas. En este caso, un sistema grupal de apoyo a la toma de decisiones se utiliza colaborativamente por los planificadores para seleccionar una solución de su preferencia, siendo la primera herramienta que combina un modelo de programación matemática y un sistema de apoyo a la toma de decisiones en la literatura agroalimentaria. Finalmente, se propone un enfoque colaborativo para planificar la comercialización de productos con diferentes niveles de calidad en el que los minoristas pueden realizar inversiones sobre los agricultores con el fin de mejorar la calidad de sus productos. El modelado difuso de la incertidumbre en la proporción de productos de calidad obtenida en la cosecha, y en la mejora de dicha proporción con cada inversión son propuestas novedosas de esta Tesis.

Los modelos de Investigación Operativa propuestos han sido implementados usando software de Investigación Operativa y validados a través de su aplicación a cadenas de suministro cerámicas y agroalimentarias realistas. A través del análisis de los resultados obtenidos con la experimentación se extraen un conjunto de conclusiones y conocimientos de gestión sobre el comportamiento de las cadenas de suministro cerámicas y agroalimentarias al considerar las características que hacen estos sectores diferentes de otros sectores industriales.