

Capítulo 40. Estudio fenomenológico de la logística agropecuaria como base para modelos de inteligencia artificial.

Geraldo Alberico Llamas Pérez

Irma Cecilia Ortiz Chávez

Raúl Armenta Villanueva

Miguel Anguiano Sánchez

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

<https://doi.org/10.46990/iQuatro.2023.14.5.40>

Resumen

El objetivo de esta investigación ha sido desarrollar una metodología que nos ayude a construir mapas cognitivos difusos a partir del planteamiento general de la logística del sector agropecuario utilizando teoría de sistemas para la elaboración de mapas mentales y conceptuales, como base para mapas cognitivos, y sentar las bases de la construcción de un modelo hiperheurístico, esto bajo el principio de trabajo integrado en cadenas de suministro. La metodología de investigación fue fenomenológica con codificación abierta y después axial en la construcción de los mapas hasta llegar al mapa cognitivo difuso, estudios descriptivos documentales, y el establecimiento de una teoría fundamentada. El resultado fue un mapa cognitivo difuso del comportamiento del sistema dinámico, así como el establecimiento de una teoría sobre el concepto de logística en el sector agropecuario, y el planteamiento inicial de una red neuronal para evaluar las cadenas de suministro.

Palabras clave

Agrologística, mapas cognitivos, sistemas expertos, fenomenología

Introducción

Actualmente los mercados en los que compiten las empresas tienen características únicas de globalización, donde no existen barreras ni restricciones para el intercambio de bienes y servicios, la producción y el consumo están dispersos geográficamente y la dinámica de los cambios de los deseos de los clientes es alta (Drango, 2008. Aguirre, 2008). Especial problemática se presenta en el sector agroindustrial a nivel mundial en donde varios factores junto con el crecimiento poblacional han causado escases de alimentos desde hace 50 años. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación en 2009, determino que la población mundial crecerá más del 30% en el 2050, por lo que debe crecer la producción de los alimentos en un 70% de los alimentos producidos actualmente. (Andreas, et al 2017).

Las empresas que desean mantenerse en el mercado deben considerar estrategias

de crecimiento y consolidación y la agroindustria por sus características de un mercado de riesgo e incertidumbre. (Bernal, 2014).

El primer desafío que se presenta es estructurar la problemática detectada en México, en el sector agropecuario podemos mencionar que en los procesos logísticos lo tienen ocupando el lugar número 50 en el desempeño logístico a nivel mundial, presentado problemas de abastecimiento, diseño de redes de transporte, la programación de pedidos, la administración de inventarios, el seguimiento y trazabilidad de los productos, las mermas postcosecha. Aunado a esto, la producción son productos con bajo valor agregado. (Sagarpa, 2018).

Revisión de la Literatura

Ante esta problemática una posible solución se puede encontrar visualizando el sector como un sistema, y desde esta perspectiva encontramos como base para la toma de decisiones la dinámica de sistemas “Este método cuantifica las ganancias obtenidas en la cadena como un todo y sus agentes a partir de la implementación de una planificación integrada de la producción agrícola e industrial” (Ferreira, 2016). Teniendo esto en consideración se deben encontrar herramientas de diagnóstico empresarial que permitan tener un panorama informativo interno en tiempo real de la situación actual de la organización, proporcionando las bases para aprovechar al máximo las fortalezas y disminuir las debilidades, aprovechar las oportunidades contrarrestando las amenazas, por lo cual podemos determinar que el diagnóstico es clave fundamental en el proceso de rediseño y construcción de modelos óptimos mediante técnicas hiperheurísticas. (Bernal, 2014. Arango, 2015).

Con el afán de lograr una mayor competitividad en las organizaciones se está buscando la alineación de intereses con los de otras compañías formando lo que se conoce como cadenas productivas, esto involucra integrar funciones internas con los procesos de la cadena de suministro mediante la consideración de estrategias de gestión de tecnologías e innovación para colaborar de manera efectiva con proveedores, clientes y otros actores de la cadena de suministro (Drango, 2008. Arango, 2015. Lii, 2016.). Los modelos se han convertido en la actualidad de importancia estratégica para las organizaciones, (Ruiz, 2015) varias herramientas nos ayudan a construir un modelo para el estudio de la gestión de inventarios entre los cuales podemos mencionar la metodología de 5 pasos de Salas, (2017) que también integra un instrumento de medición en tres aspectos, integración interna, integración externa y colaboración entre empresas. También se encontró el modelo de siete elementos estratégicos para el desarrollo en el interior de las cadenas de suministro construido por Acevedo presentado en Sablón (2017). El uso adecuado de modelos de soporte para la toma de decisiones nos ayuda a reducir el riesgo y a

minimizar la incertidumbre en el sector agropecuario. (Borondin, 2016; Behzadi, 2017).

Los factores que afectan los sistemas y deben ser incluidos en los modelos encontramos a los proveedores, los operadores logísticos y los centros de distribución, puesto que estos afectan los costos de producción y el lead time, sin embargo se encontró que los indicadores de bajo costo no son los únicos a considerar, hay que observar también los indicadores de sustentabilidad para lo cual se necesitan modelos diferentes a los actuales con mejores datos, herramientas de apoyo a la decisión e incentivos previniendo prácticas insostenibles. (O'Rourke, 2014. Mendoza, 2014).

La inteligencia artificial en las organizaciones del sector agropecuario es utilizada desde áreas de optimización de la producción con algoritmos evolutivos (producto), control de calidad con redes neuronales, diseño de rutas de transporte con simulación y solo en algunos casos se presentan en la valuación de estrategias integrales que apoyen la toma de decisiones utilizando sistemas expertos. cuya base podemos encontrar de la siguiente manera. “La metodología de los sistemas expertos, como ayuda para la toma de decisiones en la agricultura está experimentando una rápida evolución. Las preguntas sobre cómo evaluar la idoneidad de estos sistemas para los fines previstos y qué tan refinado de llevar a cabo aún no se han abordado adecuadamente” (Harrison, 1991). También encontramos que: “el sistema experto podría usarse como una herramienta de apoyo a la decisión para realizar servicios de extensión agrícola a agricultores de países en desarrollo” (Sivakami & Karthikeyan, 2016). Los objetivos de los modelos que se apliquen en México en las organizaciones del sector agropecuario y especialmente en Guanajuato deben establecer líneas estratégicas de acción destacando; ser de gobernanza efectiva para la coordinación, con una visión integral y de largo plazo, facilitar el comercio leal cumpliendo los protocolos sanitarios, la planeación estratégica de infraestructura de producción, transformación y distribución, sustentada en el desarrollo humano. (Sagarpa, 2018).

La solución entonces está enfocada a la construcción de modelos hiperheurísticos, los cuales “son técnicas emergentes que buscan resolver una gran gama de instancias de problemas. Una heurística de más alto nivel controle la aplicación de heurísticas sencillas tomando en cuenta el estado del problema y sus características durante el proceso de solución” (Terashima, 2018).

Metodología

Al combinar la teoría de las redes neuronales y la lógica difusa, (Vergini, 2016) los mapas cognitivos difusos, usan un gráfico para representar un sistema dado como una colección de conceptos y las interrelaciones entre ellos. Por lo general, se clasifican como sistemas neuro-difusos y son competentes para incorporar y adaptar el conocimiento humano. Con lo anterior establecemos las bases para diseñar un mapa cognitivo difuso de gestión de la logística que simule y ayude a tomar decisiones (Curia, 2011) en el sector agropecuario en el estado de Guanajuato.

Para la construcción de los mapas cognitivos difusos “Combinan herramientas teóricas de los mapas cognitivos, la lógica difusa, las redes neuronales, las redes semánticas, los sistemas expertos y los sistemas dinámicos no lineales” (Glykas, 2010; Mazlack, 2009, como citados en Leyva, 2013), en la elaboración de mapas cognitivos utilizamos la metodología de diseño fenomenológico que se enfocan en las experiencias individuales subjetivas de los actores (Hernández, 2006). La fenomenología se fundamenta en las siguientes premisas:

En el estudio, se pretende describir y entender los fenómenos desde el punto de vista de cada actor y desde la perspectiva construida colectivamente. El diseño fenomenológico se basa en el análisis de discursos y temas específicos, así como en la búsqueda de sus posibles significados. El investigador contextualiza las experiencias en términos de su temporalidad (tiempo en que sucedieron), espacio (lugar en el cual ocurrieron), corporalidad (las personas físicas que la vivieron) y el contexto relacional (los lazos que se generaron durante las experiencias).

Las entrevistas, grupos de enfoque, recolección de documentos y materiales e historias de vida se dirigen a encontrar temas sobre experiencias cotidianas y excepcionales.

En la recolección enfocada se obtiene información de las personas que han experimentado el fenómeno que se estudia.

Se recolecta la información existente en diferentes estudios, así como la consulta de expertos en el área mediante la lectura de informes de estudios oficiales y de organismos nacionales e internacionales obteniendo con esto un mapa general del estado actual del sector agropecuario ver Figura 40.1, utilizando una técnica de codificación abierta por la segmentación de elementos por características en común, ejemplo: elementos del factor humano, encontramos tres elementos que son referentes al factor humano que son: los niveles de profesionalización bajos, la información es pobre y la gobernanza de las organizaciones, también utilizamos una codificación cerrada para determinar elementos dentro de factores propios de la cadena de suministro por lo que los códigos resultantes se observan en la Tabla 40.2. tabla de codificación, y con esto nos fue posible construir el mapa general.

El planteamiento básico del diseño de teoría fundamentada es que las proposiciones teóricas surgen de los datos obtenidos en la investigación, más que de los estudios previos. (Hernández, 2006) Se han concebido fundamentalmente dos diseños de teoría fundamentada: a) sistemático y b) emergente. El procedimiento regular del análisis de teoría fundamentada es: codificación abierta, codificación axial, codificación selectiva, generación de teoría. Establecimiento de teoría fundamentada mediante codificación para la construcción de un modelo de inteligencia artificial para la validación y prospectiva de estrategias de integración en cadenas de suministro.

- Tablas de codificación abierta para la construcción del modelo operativo teórico.
- Construcción de mapas conceptuales y codificación para el establecimiento de teorías conjuntas.
- Construcción de mapas cognitivos difusos.

El uso de la probabilidad difusa se realizara mediante el análisis de los elemento y la ponderación que se den a cada uno por medio de la consulta de expertos que determinaran las soluciones y la ponderación de los clientes que calificaran los elementos durante su uso y además determinaran si los arcos son positivos o aceptados, o negativos, rechazados o no aceptables, pero lo interesante del sistema es que podemos tener elementos negativos y aun así se tiene que tomar una decisión con la formulación de la ecuación del costo de la suma total del sistema.

Resultados

Se debe describir objetivamente cada uno de los resultados generados por la aplicación de la metodología. Se recomienda usar subcapítulos cuando hay varios grupos de resultados o experimentos. Plantear los resultados obtenidos con base en las pruebas realizadas o información recopilada. Estos resultados deben responder a los objetivos planteados.

Uno de los resultados que buscábamos era la construcción del mapa rich picture traducido a mapa mental de la problemática en el sector agropecuario, sin embargo, acotamos los problemas específicamente al aspecto logístico y la competitividad de las cadenas productivas lo que nos arroja un mapa en primer plano que podemos tomar como base para la construcción del mapa cognitivo difuso.

Figura 40.1

Mapa cognitivo de la situación actual de la logística en el sector agropecuario.

La construcción del mapa mental de la problemática nos muestra que existen problemáticas entre los que toman las decisiones o en la construcción de los modelos de conceptualización de los términos. Estos son tan variados, sin embargo, si queremos introducir

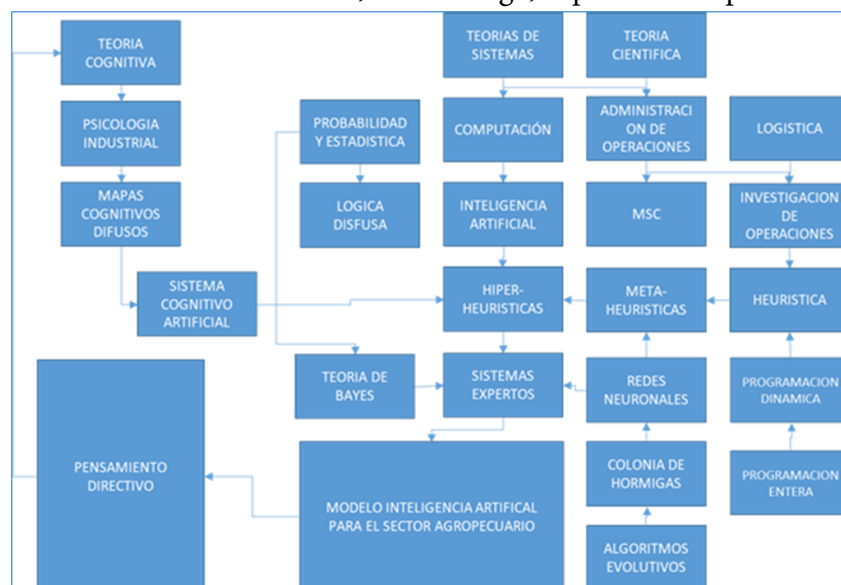


tecnologías directivas que nos reduzcan los riesgos y la incertidumbre con la que se toman las decisiones en el sector agropecuario tendremos que comenzar a fundamentar un marco teórico conceptual de las ciencias y artes que nos ayudaran a construir la teoría inicial de una manera fundamentada.

Figura 40.2

Mapa conceptual de teorías de solución

La conceptualización del mapa cognitivo difuso nos hace pensar sobre las técnicas de cuantificación de factores cualitativos, sin embargo, explorando la posibilidad de solución



tenemos que partir de una solución integral bajo el principio de optimización, que utilizaremos para establecer una primera línea de códigos.

La logística la definimos en trabajo anteriores como:

“Logística es el proceso de planeación, instrumentación y control eficiente y efectivo en costos del flujo y almacenamiento de materias primas, de los inventarios de productos en proceso y terminados, así como del flujo de la información respectiva desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir con los requisitos de los clientes” (Christopher, 2000, como citado en Llamas, 2007).

Algunas otras definiciones de logística que podemos mencionar que se recopilaron, están las siguientes: La definición del Council of Logistics Management se interpreta como: la parte del proceso de gestión de la cadena de suministros que se ocupa efectivamente de planear, implementar, y monitorear el almacenamiento y flujo directo y reverso de bienes, servicios y todas las informaciones relacionadas a ellos, entre el punto de origen y el punto de consumo, con el objetivo de satisfacer las expectativas del consumidor. (Gibson, 2005), “El proceso de planificación, implementación y control de la eficiencia, el flujo efectivo y almacenaje de mercancías, servicios, e informaciones relacionadas desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el propósito de adecuarse a la exigencia del cliente” (Jim Wu, 2007).

Igualmente, en Cristopher (2011) se declara: Logística es el proceso de gestión estratégica de la adquisición, traslado y almacenaje de materiales, piezas y stocks finales (y los flujos de información relacionados) por medio de la organización y sus canales de marketing, de tal forma que la rentabilidad actual y futura sean maximizadas mediante el cumplimiento rentable de órdenes.

Finalmente, una definición mucho más simple de logística es la ofrecida en (Delaney, 1991), que es la siguiente: Logística es la gestión de inventario en movimiento y en reposo y el objetivo del gerente de logística es lograr alcanzar el menor nivel de inversión en inventario de modo de asegurar la atención al cliente y el mantenimiento de una producción eficiente.

Y para el análisis de los indicadores clave EL objetivo de la logística integrada es un sistema que trabaja para minimizar los costos totales y mantener el nivel de servicio deseado (Wang, 2012). “Es necesario afirmar que, el costo total incluye cinco categorías principales de costos de logística, que son: niveles de servicios a los clientes, costos de transporte, costos de almacenaje, costos de alta cantidad de stocks y costos de manutención de inventario. Además

de eso, el flujo de informaciones desempeña un importante papel en la integración de la logística.” (Pinheiro et al. 2017)

La construcción de los códigos con los términos anteriores la definimos en la siguiente tabla:

Tabla 40.1

Tabla de elementos comunes en las definiciones

Gibson, 2005	Jim Wu, 2007	Cristopher, 2011	Delaney, 1991	Pinheiro et al. 2017
Productos	Productos, servicios.	Materiales, piezas y stocks finales.		Costo de cantidad de stocks
		Adquisición		
Almacenamiento	Almacenaje.	Almacenaje.	Inventario en reposo	Costos de almacenaje
Flujo directo	Flujo efectivo.	Traslado	Inventario en movimiento	Costos de transporte
Punto de origen	Punto de origen		Producción eficiente	
Punto de consumo	Punto de consumo	Canales de marketin.		
consumidor	Cliente	Ordenes rentables	Atención al cliente	Niveles de servicios a clientes.
Flujo reverso				
Información	Información	Información		
Proceso de gestión	Planificación, implementación y control.	Gestión estratégica	Gestión de inventario	Costos de manutención inventario.

La combinación de problemáticas la situación actual y las soluciones plantadas a problemas semejantes establecidas en el mapa conceptual podemos estructurar una primera codificación.

Tabla 40.2

Tabla de codificación

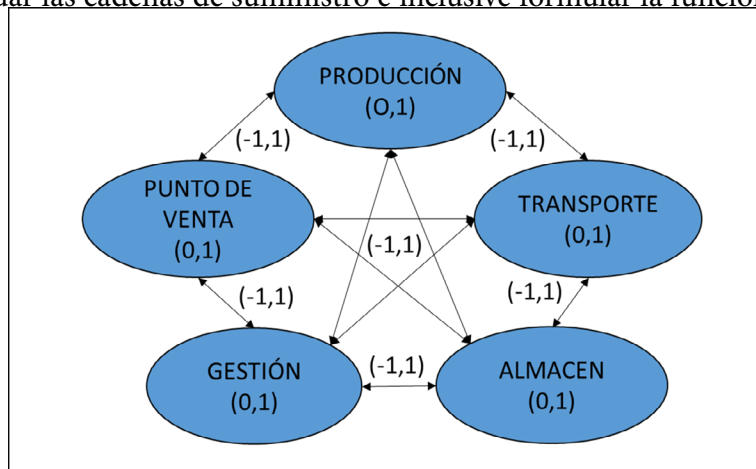
CÓDIGO	FACTOR
Producción.	Tecnología de procesos
	Tecnología de productos
	Productos primarios
	Variedad de productos
Transporte	Tecnología de empaque
	Tecnología de embalaje
	Tecnología de transporte
Almacén	Tecnologías de almacén.
	Gestión de inventarios.
Gestión	Pronósticos poco fiables
	Gobernanza
	Bajo aprovechamiento de recursos
	Nivel de profesionalización bajo en general
	Alta especialización centrada.
	Información pobre
Punto de venta	Mercados globales
	Precios bajos

Por lo que tenemos el diagrama cognitivo difuso Figura 40.3, principal para desarrollar su programa.

Figura 40.3

Mapa cognitivo difuso de la logística.

El mapa anterior nos abre la posibilidad de comenzar a programar un sistema experto para evaluar las cadenas de suministro e inclusive formular la función optima inicial a



comprobar dentro de los parámetros de costos de aceptación. Cabe destacar como resultado que el sistema es evaluado por expertos en cada uno de sus nodos y los mismos nodos son evaluados bajo el principio cliente proveedor.

Discusión

El planteamiento de una solución lineal en el mundo actual ya no es factible, el encontrar soluciones óptimas para cada escenario es de hecho una utopía, y muchas veces la decisión final sobre qué acción tomar queda en manos del personal operativo. Sin embargo, surgen herramientas dentro de la ingeniería industrial, como teoría de sistemas, y temas avanzados de investigación de operaciones como planteamiento de modelos meta e hiperheurísticos para encontrar soluciones de calidad (Jiménez, 2013). Aquí se presenta una metodología para la construcción del mapa cognitivo, esta herramienta es de suma importancia puesto que determina la posibilidad de un sistema experto que puede coadyuvar a la construcción de la conectividad de las empresas con el pensamiento directivo y los requerimientos del cliente.

Conclusiones

Cabe destacar que el desarrollo de herramientas que gobiernen las decisiones en las empresas, que anteriormente eran tomadas en función de la experiencia, creatividad y liderazgo de los directores de empresas no es sustituida, su labor es cambiada, su labor es la de construir los algoritmos que el sistema experto tomara como referencia al momento de tomar decisiones es fundamental por lo tanto, que el desarrollo de los mapas cognitivos de oportunidad a ser fieles al pensamiento directivo y no únicamente utilicen la lógica de decisión, también los pensamientos difusos como base en sus decisiones.

Un punto muy importante a considerar es el concepto construido de la logística aplicada en el sector agropecuario, no podemos tomar en consideración una definición tan pobre y escueta que lo único que hace es agregarle "aplicado al sector agropecuario" para un concepto y un fenómeno especial de la logística en el sector agropecuario, que podríamos definir como: "todas las actividades humanas que involucran la producción, distribución, almacén, oferta, uso y confinamiento de los productos necesarios para la satisfacción de las necesidades alimentarias de manera sustentable de un país". Esto como definición esencial del término agrologística como sistema.

Referencias

Aguirre Mayorga, S., & Córdoba Pinzón, N. (2008). Diagnóstico de la madurez de los proce-

- sos en empresas medianas colombianas. *Ingeniería y Universidad*, 12 (2), 245-267.
- Andreas Kamilaris, Andreas Kartakoullis, Francesc X. Prenafeta-Boldú, (2017) A review on the practice of big data analysis in agriculture, *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 143, 2017, Pages 23-37.
- Arango Alzate, Bibiana; Betancourt Hurtado, Jennifer; Martinez Lopez, Luisa Fernanda (2015) "Implementación de herramientas para el diagnóstico de innovación en una empresa del sector calzado en colombia" *RAI - Revista de Administração e Inovação*, vol. 12, núm. 3, julio-septiembre, 2015, pp. 310-329. Universidad de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Bernal Domínguez, Deyanira; Mora Palazuelos, Carlos Ernesto; Arellano Unzaga, Georgina Guadalupe; Torres Carrillo, Karla Marcela. (2014) "La alternativa del diagnóstico empresarial para la gestión directiva en las pequeñas empresas comerciales en Sinaloa" *Telos*, vol. 16, núm. 2, mayo-agosto, 2014, pp. 278-299.
- Behzadi, Golnar. Michael Justin O'Sullivan. Tava Lennon Olsen. Abraham Zhang. (2017) "Agribusiness supply chain risk management: A review of quantitative decision models" *Omega*. Volume 79, September 2018, Pages 21-42.
- Borodin, Valeria. Jean Bourtembourg, Faicel Hnaien, Nacima Labadie. (2016) "Handling uncertainty in agricultural supply chain management: A state of the art". *European Journal of Operational Research*. Volume 254, Issue 2, 16 October 2016, Pages 348-359.
- Gibson, B.J. Mentzer, J.T. and Cook, R.L. (2005) "Supply chain management: the pursuit of a consensus definition". *Journal of Business Logistics*. Vol. 26, pp. 17-25.
- Curia, Leopoldo Lisandro Horacio. Lavalle, Andrea Lina. (2011). "Estrategias de decisión en sistemas dinámicos: aplicando mapas cognitivos difusos aplicación a un ejemplo socio-económico." *Jurnal of Information Systems and Technology Management*, Brazil, vol. 8. No. 3. Sept/Dic. 2011. Pp. 663-680.
- Drango Serna, Martín. Pérez Ortega, Giovanni y Arango Martínez, Carlos. (2008) "Decisiones en la Gerencia de la Cadena de Suministro". Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, *Revista Avances en Sistemas e Informática*, Vol.5 No.2, Junio de 2008, Medellín, Colombia. ISSN 16577663
- Ferreira, José Orlando. Mário Otávio Batalha. Jean Carlos Domingos. (2016). "Integrated planning model for citrus agribusiness system using systems dynamics". *Computers and Electronics in Agriculture*. Volume 126, August 2016, Pages 1-11.
- Hernández Sampieri, Roberto. Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio, Pilar. (2006) "Metodología de la investigación" cuarta edición, editorial McGraw-Hill, México.

- Jiménez García, José Alfredo. (2013). "Análisis de la reducción de pérdidas por falta de surtimiento mediante métodos heurísticos y de optimización en una planta manufacturera caso gkn". Tesis Doctor en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de Ingeniería Industrial y de Manufactura, CIATEC. León, Guanajuato.
- Leyva Vázquez, Maikel Y. Pérez Teruel, Karina. Febles Estrada, Ailyn. Gulín González, Jorge. (2013) "Mapas cognitivos difusos para la selección de proyectos de tecnologías de la información" Contaduría y Administración, Volume 58, Issue 4, August–December 2013, Pages 95-117.
- Llamas Pérez, Geraldo Alberico. (2007). "Validación y retroalimentación del sistema de logística aplicado a la cadena de suministro de plantas para jardín" Tesis de maestría en ciencias en administración, Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato, México.
- Christopher, M. (2011). "Logistics and Supply Chain Management" 4th Edition. Prentice Hall. New York, USA. 2011.
- Mendoza Mendoza, Adel Idelfonso. Fontalvo Herrera, Tomás José; Visbal Cadavid, delmiro Alberto. (2014) "Optimización Multiobjetivo en una cadena de suministro" Revista Ciencias Estratégicas, vol. 22, num. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia 32, julio-diciembre, 2014, pp. 295-308.
- O'Rourke, Dara (2014) "The science of sustainable supply chains" SCIENCE sciencemag.org 6 JUNE 2014 • VOL 344 ISSUE 6188
- Lii, P. and Kuo, F. (2016) "Innovation-oriented supply chain integration for combined competitiveness and firm performance". International Journal of Production Economics. Vol. 174, pp. 142-155.
- Pinheiro de Lima, Orlem. Breval Santiago, Sandro. Rodríguez Taboada, Carlos Manuel. Follmann, Neimar. (2017) "Una nueva definición de la logística interna y forma de evaluar la misma A new definition of internal logistics and how to evaluate it" Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, vol. 25 N° 2, 2017, pp. 264-276.
- Delaney, R.V. (1991) "Trends in logistics and US world competitiveness". Transportation Quarterly. Vol. 45, pp. 19.
- Ruiz, A. F. Caicedo, A.L. y Orjuela, J. A. (2015). "Integración externa en las cadenas de suministro agroindustriales: Una revisión del estado del arte." Ingeniería. Universidad distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. Vol. 20. Núm. 2. Pp. 167-188.
- SAGARPA, (2018) Estudio para el establecimiento de un Programa Nacional de Agrologística 2018. Recuperado en <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Paginas/agrologis>

tica.aspx

- Salas Navarro, Katherine. Maiguel Mejía y Acevedo Chedid. (2017) “Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración en una cadena de suministro” *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 25 N° 2, pp. 326-337.
- Sablón-Cossío, Nayfe; Hernández-Nariño, Aialys; Urquiaga-Rodríguez, Ana Julia; Acevedo-Suárez, Jose Antonio; Bautista-Santos, Horacio; Acevedo-Urquiaga, Ana Julia. (2017) Matriz de selección de estrategias de integración en las cadenas de suministro. *Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría La Habana, Cuba*. vol. XXXVIII, núm. 3, septiembre-diciembre, 2017, pp. 333-344
- S. Sivakami a,^{*}, C. Karthikeyan b (2009) ” Evaluating the effectiveness of expert system for performing agricultural extension services in India”, *Expert Systems with Applications* 36 (2009) 9634–9636 b Department of Agricultural and Rural Management, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, Tamil Nadu, India ISSN: 0957-4174.
- S.R.Harrison. (1991) “Validation of agricultural expert systems” *Agricultural Systems, Department of Economics, University of Queensland, Queensland 4072, Australia*. Volume 35, Issue 3, Pages 265-285.
- Terashima, Hugo Dr. (2012) Seminario "Modelo de Hiperheurísticas Evolutivas para Resolver Problemas de Optimización" CINVESTAV Tamaulipas. http://www.tamps.cinvestav.mx/seminario_2012_7.
- O'Rourke, Dara (2014) “The science of sustainable supply chains” *SCIENCE sciencemag.org* 6 JUNE 2014 • VOL 344 ISSUE 6188
- Vergini, E. S., & Groumpos, P. P. (2016). A new conception on the Fuzzy Cognitive Maps method. *IFAC-PapersOnLine*, 49(29), 300–304.