

COMPORTAMIENTOS LOGÍSTICOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE ÚLTIMA MILLA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS EN VILLAVICENCIO, COLOMBIA

 WILSON ADARME JAIMES
MARTÍN DARÍO ARANGO SERNA
IVÁN DARÍO CÁRDENAS

RESUMEN

La logística de la ciudad es uno de los asuntos principales en logística debido que los centros urbanos tienden a crecer y consolidar las actividades económicas e industriales con aquellas sociales y humanas. La gran mayoría de los estudios se centran en el enfoque tradicional de transporte, que tiene como objetivo explicar las variables relacionadas con la oferta de transporte, en lugar de analizar la demanda real. Existe una falta de comprensión sobre el comportamiento de los clientes, lo que es explícito en estudios previos relacionados con la logística de la ciudad. Este trabajo tiene como objetivo ofrecer un análisis de las principales tendencias y el comportamiento de las compras en el hogar, específicamente en la compra de alimentos, mediante el uso de fuentes primarias de información y herramientas estadísticas. Los resultados obtenidos en un centro urbano de rápido crecimiento en Colombia, ofrecen un marco para comprender el comportamiento de las compras en los hogares, con base en tres variables principales: a) Los productos, b) Vehículos y c) La frecuencia de compra en relación con las instalaciones para la adquisición de alimentos (tiendas).

PALABRAS CLAVE: Logística de ciudad, Distribución urbana, Alimentos, distribución de última milla, compras para el hogar.

LOGISTICS BEHAVIOR IN THE LAST MILE DISTRIBUTION OF ALIMENTARY PRODUCTS IN VILLAVICENCIO, COLOMBIA

ABSTRACT

City logistics is a major issue as the urban centers tend to grow and consolidate economic and industrial activities with social and human traditional activities. The vast majority of the studies follow the traditional transport approach aiming to explain variables related to the transport supply instead of analyzing the actual demand. There exists a lack of understanding on the behavior of the customers and this concern is explicit in previous studies related

¹ Ingeniero industrial, PhD. en Ingeniería – Industria y Organizaciones. Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

² Ingeniero Industrial, PhD. en Ingeniería Industrial, Profesor Titular Escuela de Ingeniería de la Organización. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

³ Ingeniero industrial, MsC. en Ingeniería, Profesor Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.



Autor de correspondencia Jaimes, W.A. (Wilson Adarme):
Carrera 45 N. 26-85 - Edificio Antonio Nariño, Oficina 115,
Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Bogotá
(Colombia). Tel: (57 1) 316 50 00
Correo electrónico: wiadarme@unal.edu.co

Historia del artículo:

Artículo recibido: 10-X-2013 / Aprobado: 10-II-2014

Disponible online: 12 de mayo 2014

Discusión abierta hasta mayo de 2015



to city logistics. In this paper with the use of primary sources of information and statistical tools we aim to provide an analysis of the main trends and behavior of the household purchases specifically the food procurement. The results obtained in a rapidly growing urban center in Colombia provides a framework to understand the behavior of household purchases based in three main variables a) products, b) vehicles and c) purchase frequency related to the type of food procurement facility.

KEYWORDS: City Logistics; Urban Goods Distribution; Food; Last Mile Distribution; Household Purchases.

COMPORTAMENTO LOGÍSTICOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ÚLTIMA MILHA DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS EM VILLACIENCIO, COLÔMBIA

RESUMO

A logística da cidade é um dos assuntos principais em logística devido que os centros urbanos geralmente crescem e consolidam as atividades econômicas e industriais com as atividades sociais e humanas. A maioria dos estudos concentram-se no enfoque tradicional de transporte, que tem como objetivo explicar as variáveis relacionadas com a oferta de transporte, em vez de analisar a demanda real. Existe uma carência de compreensão sobre o comportamento dos clientes, o que é explícito nos estudos prévios relacionados com a logística da cidade. Este trabalho tem o objetivo de oferecer um análise das principais tendências e do comportamento das compras no lar, especificamente na compra de alimentos, mediante o uso das fontes primárias de informação e ferramentas de estadísticas. Os resultados obtidos num centro urbano de rápido crescimento em Colômbia oferecem um quadro para compreender o comportamento das compras nos lares, com base em três variáveis principais: a) os produtos, b) veículos e c) a frequência de compra em relação com as instalações para a aquisição de alimentos (lojas).

PALAVRAS-CHAVE: Logística de cidade; Distribuição urbana; Alimentos; Distribuição de última milha; Compras para o lar.

1. INTRODUCCIÓN

Las actividades logísticas que tienen lugar entre ciudades así como en su interior son de vital importancia para el desarrollo económico y social de las comunidades, garantizan la operación continua de las diferentes actividades económicas e industriales proporcionando fuentes de empleo y bienestar para los habitantes y garantizando el acceso a bienes y servicios necesarios para satisfacer sus necesidades.

A pesar de la importancia de la actividad logística, es preciso considerar las externalidades negativas que de ella se derivan (Russo y Comi, 2011), impactos que se manifiestan como congestión vehicular, reducción en la capacidad de las vías por operaciones de carga o descarga, impactos visuales, sonoros, ambientales e incremento del riesgo de accidentes por la presencia de medios de transporte pesados. Por ejemplo las

emisiones de óxido de nitrógeno en áreas urbanas se atribuyen en un 28 % en Londres, 50 % en Praga y 77 % en Tokio al transporte de carga, mientras los países experimentan un rápido crecimiento de la población urbana que se espera alcance a convertirse en el 85 % de la población mundial en 2020 (OECD, 2003).

Las actividades inherentes a procesos logísticos a nivel urbano contribuyen a que esta problemática obedezca a un contexto en donde se presentan conflictos por los intereses públicos, el uso de recursos escasos: el espacio público y otros como el aire, el ambiente sonoro y la seguridad (Danielis, Ritaris y Marcucci, 2010). Taniguchi (2001) define la logística urbana como «el proceso de optimizar totalmente las actividades privadas de transporte y logística en las áreas urbanas considerando el tránsito, la congestión y el consumo de energía dentro de la estructura de una economía de mercados».

Las consideraciones previas implican que la planeación logística urbana debe tratarse como un proceso agregado, no visto a nivel local, sino con un enfoque holístico considerando el desempeño total del sistema, esta tarea tradicionalmente ha recaído entre las responsabilidades de la administración pública por medio de políticas alrededor de la logística urbana en busca de promover e implementar estrategias sostenibles y coordinadas para el control y monitoreo de las externalidades causadas permitiendo a la vez el desarrollo de las actividades económicas que tienen lugar en la ciudad (Russo y Comi, 2011).

La complejidad y la relevancia que conllevan la planeación logística hacen que esta problemática sea de gran interés tanto para la comunidad científica como práctica, y que de forma paralela se hayan explorado diferentes aproximaciones desde diversos enfoques en busca de contribuir a la comprensión y solución de las externalidades ocasionadas por la distribución urbana de mercancías. Uno de estos enfoques es el conocido como el problema de la distribución de última milla.

El 28 % de los costos totales del transporte de un producto son atribuidos al tramo final de la red de suministro (Goodman, 2005). La atención al «problema de la última milla» propende por la mejor asignación de recursos de manera que se maximice el nivel de servicio y los costos sean mínimos en el segmento final del transporte (Balcik, Beamon y Smilowitz, 2008).

Aunque la situación de la última milla ha recibido importante atención en los últimos años, cada red experimenta diversas problemáticas asociadas a este tipo de distribución, en especial para productos alimenticios donde múltiples individuos acuden a centros de abasto, grandes y pequeñas superficies para obtener productos necesarios para su sustento generándose rutas de múltiples orígenes a múltiples destinos. De acuerdo a estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (World Health Organization, 2012) en Colombia se consumen en promedio 1,24 kg de alimentos per cápita-día, **estas cifras para una población como Villavicencio** (ciudad objeto de estudio) con unos 400.000 habitantes, implica que a diario deben ser transportadas alrededor de 500 toneladas tan sólo de productos alimenticios entre los diferentes nodos de la red.

Este artículo propone una metodología para contribuir al entendimiento de los comportamientos logísticos a nivel micro en el abastecimiento de productos alimenticios, analizando los viajes de compra de las unidades familiares. La evaluación se soporta con un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) (Le Roux y Rouanet, 2004), así mismo plantea establecer como se relacionan las características específicas de diferentes tipos de productos alimenticios con la operación de logística urbana, finalmente los resultados permiten identificar importantes tendencias que deben ser consideradas en la planeación del transporte de última milla.

2. REVISION DE LA LITERATURA

En el estado del arte se pueden evidenciar dos cuerpos de literatura relevantes para este trabajo; primero el análisis de metodologías utilizadas, tanto para la recolección como para el análisis de datos que permitan tomar decisiones respecto al transporte urbano de carga y, segundo, las necesidades de investigaciones futuras identificadas. A continuación se revisarán los principales aportes en estos dos aspectos. Un sinnúmero de alternativas existentes deben ser estudiadas y es necesario considerar que el entorno urbano particular causa que políticas exitosas, en ciertos contextos, sean fracasos en otros (Danielis, Ritaris y Marcucci, 2010).

2.1 Metodologías para la obtención y análisis de datos.

Buena parte de las metodologías aplicadas a la optimización del transporte de carga corresponden a aproximaciones metodológicas robustas provenientes del transporte de pasajeros, las características particulares del transporte de carga hacen que no sea posible adaptarlas totalmente (Holguin-Veras y Thorson, 2000), (Benjelloun y Crainic (2008). En consecuencia, diferentes autores coinciden en que existen amplias oportunidades de investigación en los aspectos metodológicos de la logística urbana ya que estos aún se encuentran en una etapa experimental (Crainic, Ricciardi y Storchi, 2009), (Ambrosini y Routhier, 2004). Otro elemento esencial es la necesidad de incluir la coordinación entre actores de la red (Adarme, Arango y Otero, 2011), así como las posibles estrategias que subyacen (Arango, Zapata y Adarme, 2011).

En un estudio de Ambrosini y Routhier (2004), se revisan metodologías implementadas para la recolección y análisis de información en diferentes ciudades alrededor del mundo, encontrando que el desarrollo metodológico está relacionado con las necesidades de logística urbana de los países. Por ejemplo, para naciones que cuentan con amplias infraestructuras y espacios, como Estados Unidos, Australia o Canadá, los estudios se enfocan en el análisis de los vehículos comerciales, mientras que en países con áreas urbanas altamente densas como los países europeos o Japón, los estudios consideran una mayor cantidad de elementos como las dinámicas logísticas de sus habitantes o incluso la recolección de desechos.

Para Holguín-Veras y Thorson (2000) adaptar los modelos de transporte de pasajeros al transporte de carga no es válido, considerando por ejemplo una población compleja como Nueva York, donde se observa que el transporte de pasajeros es unidimensional en términos de la demanda, ya que el pasajero es la unidad fundamental del modelo, sin embargo en el transporte de carga aparecen otras dimensiones (volumen, peso, viajes, valor de la mercancía), que deben ser considerados como medidas de la demanda. Otro aspecto que cobra relevancia según los autores es el nivel de decisión, mientras en el transporte de pasajeros, el usuario es el agente que toma las decisiones, en el transporte de carga diferentes compañías con diferentes objetivos e información disponible toman decisiones aumentando la complejidad del sistema y a la vez enfatizando en la importancia que tiene los aspectos del comportamiento de humano en las decisiones.

Con esta perspectiva Routhier, Patier y Aubert (1996) proponen una metodología en la que no se reconstruyan matrices origen/destino, sino que la información recolectada tenga como objetivos: a) Estimar los flujos de vehículos de acuerdo a la actividad comercial o industrial a la que están asociados, b) Conocer los esquemas organizacionales del transporte en el área urbana (contratados o propios) y c) Identificar condiciones de carga/descarga en los establecimientos. La recolección de información se lleva a cabo por medio de encuestas en establecimientos y a transportistas enfatizando en las actividades de carga/descarga. La información permite elaborar y evaluar

a un modelo del sistema por medio de simulación, las alternativas incluyen: a) Logísticas (plataformas, modos de transporte y operación y medios de transporte, empaque y manipulación), b) Legales (restricciones de tiempo y localización para las actividades logísticas) y c) Planeación urbana (infraestructura de transporte). Un enfoque similar se encuentra en Allen, Anderson y Jones (2000), esta vez con técnicas participativas a cambio de encuestas.

Otras aproximaciones al análisis plantean la inclusión de técnicas novedosas para el tratamiento de información como la simulación y la inclusión de modelado de decisiones discretas para caracterizar los procesos de decisión de diferentes agentes presentes en la operación logística (Taniguchi y Heijden, 2000), (Danielis, Ritaris y Marcucci, 2010), (Holguín-Veras, Silas, Polimeni y Cruz, 2007), (Holguín-Veras, Polimeni y Cruz, 2008).

En conclusión, las técnicas utilizadas para la investigación en problemas de logística urbana han migrado desde el enfoque tradicional influenciado por el transporte de pasajeros hacia un enfoque que aporte a la comprensión de los flujos de bienes y servicios, el transporte urbano y las políticas que proporcionan la sostenibilidad (Allen, Anderson y Jones, 2000). Este enfoque se centra en las dinámicas industriales y comerciales mientras enfatiza en los elementos relacionales entre los diferentes agentes y los procesos de toma de decisiones que son determinantes en el funcionamiento del sistema logístico.

2.2 Necesidades de investigación identificadas

Aunque son considerables las contribuciones académicas al estado del arte en el ámbito de la logística urbana, aun se evidencian brechas en el conocimiento actual, motivando a la realización de esta investigación. A nivel general las contribuciones propenden por considerar una cantidad más numerosa de variables que contribuyan a entender, modelar, analizar, evaluar y decidir los aspectos concernientes a la distribución urbana de mercancías. A continuación se contemplan las perspectivas propuestas desde los resultados de la investigación previa.

Se identifican tendencias que están en espera de ser estudiadas de una manera detallada, como es el caso del desarrollo de estructuras subterráneas para el transporte de mercancías (Ambrosini y Routhier, 2004). Los últimos avances tecnológicos y las dinámicas urbanas hacen que se deban considerar estas alternativas en el futuro. Otras tendencias de relevancia en la actualidad son las relacionadas a la evolución de sistemas logísticos, filosofías como el *lean logistics* así como el comercio electrónico, han producido modificaciones en el comportamiento de las redes (Ambrosini y Routhier, 2004). El uso de empaques y embalajes inteligentes, en armonía con el desarrollo de sofisticados sistemas de información y comunicación mantienen la expectativa de avances en logística.

Un enfoque apremiante y presente en diversos estudios está enfocado a las necesidades de coordinación entre los agentes involucrados en el proceso logístico. Al respecto surgen dos ámbitos de posibles escenarios en necesidad de coordinación, de un lado aparecen un escenario intra-ciudad en donde las interacciones a coordinar se efectúan entre los agentes urbanos participantes como generadores y demandantes de carga, transportistas y proveedores de servicios a la carga como centros de consolidación, bodegas de almacenamiento y prestadores de diferentes actividades como empaque, carga/descarga, agencias, entre otros.

Ambrosini y Routhier (2004) resaltan el trabajo realizado en Alemania por el programa «City Logistics» logrando que los agentes involucrados en el transporte de mercancías establezcan modos de cooperación de acuerdo a características de la mercancía como tipo, cantidad o localización. Los autores enfatizan en la importancia de identificar los diferentes agentes participantes así como los roles e interacciones presentes en el sistema, al respecto (Danielis, Ritaris, y Marcucci (2010), recomiendan la utilización de modelos de elección discreta como los utilizados por diferentes autores (Holguín-Veras, Silas, Polimeni y Cruz, 2007), (Marcucci y Danielis, 2008). Igualmente, estos autores, relacionan con la coordinación a nivel inter-ciudad, en el que ciudades que por su localización o por las actividades económicas que desarrollan guardan interacciones que deben ser coordinadas. Al respecto estudios resaltan la necesidad de armonización entre las políticas de logística urbana

entre diferentes ciudades, entre el orden nacional e incluso entre diferentes países; aunque la coordinación en este último hasta ahora parece ser inexistente (Ambrosini y Routhier, 2004); con el objetivo de reducir costos logísticos que pueden estar asociados a la descoordinación entre las políticas (Quak y Koster, 2007).

Otro enfoque presente en la literatura es el de considerar un espectro mayor de elementos y variables que a pesar de existir en los sistemas de logística urbana se han mantenido al margen en los diferentes estudios. Ambrosini y Routhier (2004) evidencian que es necesario considerar variables como las compras familiares o los viajes de recolección de desechos. De otro lado, hay una tendencia dirigida a los movimientos de mercancías que ingresan o salen de la ciudad restándole importancia de forma equivocada a los movimientos con orígenes y destinos al interior de la ciudad (Crainic, Ricciardi y Storchi, 2009).

Los sistemas de logística urbana se soportan principalmente en la consolidación, estas actividades tienen lugar en los Centros de Distribución (CD) urbanos en donde arriban transportes de tramo largo y descargan mercancías. Una vez ahí las mercancías son organizadas y consolidadas en vehículos de menor capacidad (Crainic, Ricciardi y Storchi, 2009). Sin embargo en la actualidad las iniciativas alrededor de los CD se consideran de forma general poco exitosas sobre todo en términos de su viabilidad financiera, con una fuerte tendencia a necesitar de subsidios financieros municipales (Ambrosini y Routhier, 2004). Al respecto Crainic, Ricciardi y Storchi (2009) contrastan las experiencias en Alemania y Suiza contra experiencias en Mónaco y Holanda del cual se evidencia la importancia del papel que juega el gobierno local y central en el éxito y sostenibilidad de los CD urbanos. Entre los casos exitosos se encuentran los CD ubicados en los aeropuertos cuyas connotaciones hacen que la operación, porque al existir un intercambio modal la consolidación en el CD es obligatoria (Ambrosini y Routhier, 2004).

Algunos estudios indican que la utilización de un CD está relacionada al tipo de mercancía (Ambrosini y Routhier, 2004), (Comune di Venezia, 2004) y a la estructura de la red de suministro en la que se circunscribe el CD. Estos dos últimos aspectos determinan los modos y medios utilizados en la operación logística

(Dufour y Patier, 1999). En consecuencia, las políticas que se adopten afectarán de una u otra manera cada red (Danielis, Ritaris y Marcucci, 2010). Es necesario comprender de manera detallada el funcionamiento de las redes de forma particular (Ambrosini y Routhier, 2004) para poder establecer de qué forma se verá afectada por las intervenciones propuestas.

Entre los hallazgos presentes en diferentes estudios se resalta la necesidad de indagar de manera más profunda sobre el comportamiento individual de los agentes involucrados (Regan y Garrido, 2000). Entre las propuestas en este aspecto está la utilización de métodos de recolección de información cualitativa incluyendo los grupos de discusión que pueden permitir mejores resultados. En especial entre estos comportamientos se debe contemplar los del abastecimiento realizado por unidades familiares que han sido escasamente considerado en los estudios de transporte de mercancías urbanas (Ambrosini y Routhier, 2004). Al respecto contribuciones como las herramientas de modelado propuestas por «Freturb» en Francia han hecho un esfuerzo por considerar los «viajes de compras» realizados por las familias inscritas al ciudad por medio de encuestas a hogares e individuos, como una aproximación para entender los comportamientos de estos viajes y así obtener insumos para la planeación de minoristas y *retailers* (Routhier, Segalou, y Durand, 2001).

3. METODOLOGIA

El enfoque metodológico que se siguió para el desarrollo de este trabajo se divide en cuatro fases: a) Planeación, b) Trabajo de campo, c) Consolidación de los datos, d) Análisis y resultados. Fases que fueron sistemáticamente ejecutadas en el contexto de la elaboración del plan de movilidad del ciudad de Villavicencio.

La fase de planeación comprendió las actividades de recopilación de información secundaria, reconocimiento del sistema logístico de la ciudad, estimación de la muestra, diseño y elaboración de los instrumentos de recolección de información primaria los cuales incluyen preguntas de selección múltiple con única respuesta que resumen la caracterización de aprovisionamiento de alimentos que se explica

esencialmente a través de variables a tener en cuenta para diferentes familias de productos: abarrotes, carnes-huevos, cereales, plátanos y tubérculos, hortalizas, verduras y granos, frutas y leche y derivados. Los rasgos observados son: lugar donde se realizó la compra del producto, frecuencia con la que se realiza la compra y el medio de transporte que se utiliza para la adquisición de cada producto. Los valores para las variables del instrumento fueron establecidos de acuerdo a la revisión de información secundaria: se toman los principales centros de compra de la ciudad, los medios de transporte (a pie, bicicleta, bus, taxi, moto, carro particular, camioneta) y la frecuencia de compra (diario, semanal quincenal, mensual).

En total, se estimó una muestra de 705 encuestas mediante un muestreo aleatorio simple, la población objetivo sobre la cual se obtuvo esta estimación fue de 101.717 hogares de la ciudad de interés según el Contexto Sectorial Villavicencio-Meta, realizado por el Centro de estudios de la construcción y el desarrollo urbano y regional (2013). El error aproximado es del 3 %, por medio de la estimación de la población estimada en la muestra.

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot z_{\alpha}^2}{i^2 (N-1) + z_{\alpha}^2 p \cdot (1-p)} \text{ Donde;}$$

n : Tamaño de la muestra

N : Tamaño de la población objetivo

z : Valor del cuartil según la distribución normal con error α .

p : Prevalencia del parámetro a estimar

i : Error que se prevé cometer.

Una vez revisado y evaluado el instrumento mediante pruebas piloto se ejecutó la etapa de trabajo de campo en el que se obtuvieron datos mediante la aplicación de encuestas a) En hogares y b) En puntos estratégicos de la ciudad en donde se abordaron sus habitantes para recoger la información objetivo.

Para la fase de consolidación de la información por medio de una hoja electrónica se tabularon los datos y por medio de la utilización del *software* estadístico SPAD, programa de análisis de datos, minería de datos y minería de textos; se realizó el análisis de los datos, permitiendo una aproximación descriptiva y exploratoria.

El análisis propuesto corresponde a la aplicación del método de análisis de correspondencias múltiples por medio del cual es posible establecer relaciones entre variables que se encuentren en una tabla de contingencia múltiple. Este método tiene la capacidad de analizar relaciones entre las filas y columnas de dicha tabla mediante la reducción de la dimensionalidad de la matriz donde se tiene la información mediante la distancia Chi-cuadrado. En este estudio el análisis cumple la función de facilitar la construcción de diferentes comportamientos de los individuos al comparar todas las características observadas mediante las modalidades que estas presentan y concluir sobre las relaciones entre las variables de estudio y a su vez entre las modalidades que presentan (Greenacre, 2008). El desarrollo del método propuesto incluyó la elaboración de un plano en el que se proyectan las modalidades de las variables logrando visualizar las relaciones de manera gráfica en la matriz obtenida con dimensión 705 x 32.

Con el fin de establecer las relaciones entre el lugar de compra, los medios de transporte utilizados y la frecuencia con las que se realizan los viajes de compra de las unidades familiares se desarrollaron planos cartesianos conformados por las variables relacionadas en la **Tabla 1** que permiten identificar los comportamientos individuales de compras de productos alimenticios y tendencias que sirven de insumo en la planeación del transporte de última milla.

4. ESTUDIO DE CASO

La ciudad de Villavicencio tiene alrededor de 400.000 habitantes según las fuentes de información disponibles, sin embargo se considera que esta cifra puede superar los 600.000 debido a las dinámicas económicas y sociales que se presentan en la ciudad, atendiendo que es el principal acceso a los Llanos Orientales desde el centro del país (**Figura 1**). Esta situación geográfica tiene importantes consecuencias desde el punto de vista logístico, de un lado a la ciudad ingresan diversos productos industriales provenientes del centro del país para abastecer a toda la región de los Llanos Orientales. Por otra parte en esta región se encuentra alrededor del 70 % de la producción de petróleo del país que ante la insuficiente capacidad de la infraestructura de ductos debe utilizar el modo

Tabla 1. Especificación de variables relacionadas por cada plano cartesiano obtenido

	Primer Variable Relacionada	Segunda Variable Relacionada
Primer Plano Factorial	Lugar de compra	Medio de transporte utilizado
Segundo Plano Factorial	Lugar de compra	Frecuencia de compra

Figura 1. Localización del ciudad de Villavicencio



carretero para movilizar el petróleo desde los yacimientos hasta las refinerías y puertos de exportación.

Esta situación hace que la ciudad atienda actividades logísticas no sólo originadas en sus dinámicas internas sino también como soporte de las actividades económicas del oriente del país. En este último aspecto se han realizado diversos estudios que han recopilado información de los productos que se movilizan en las carreteras regionales y que conectan a Villavicencio con Bogotá y con los yacimientos petroleros.

5. RESULTADOS

El estudio permitió identificar ocho centros principales (**Figura 2**) de distribución de alimentos en los cuales se concentran el 75 % de las compras de alimentos del ciudad, entre estos centros se encuentra Llanoabastos, centro de distribución construido en las afueras de la ciudad para el acopio de productos agrí-

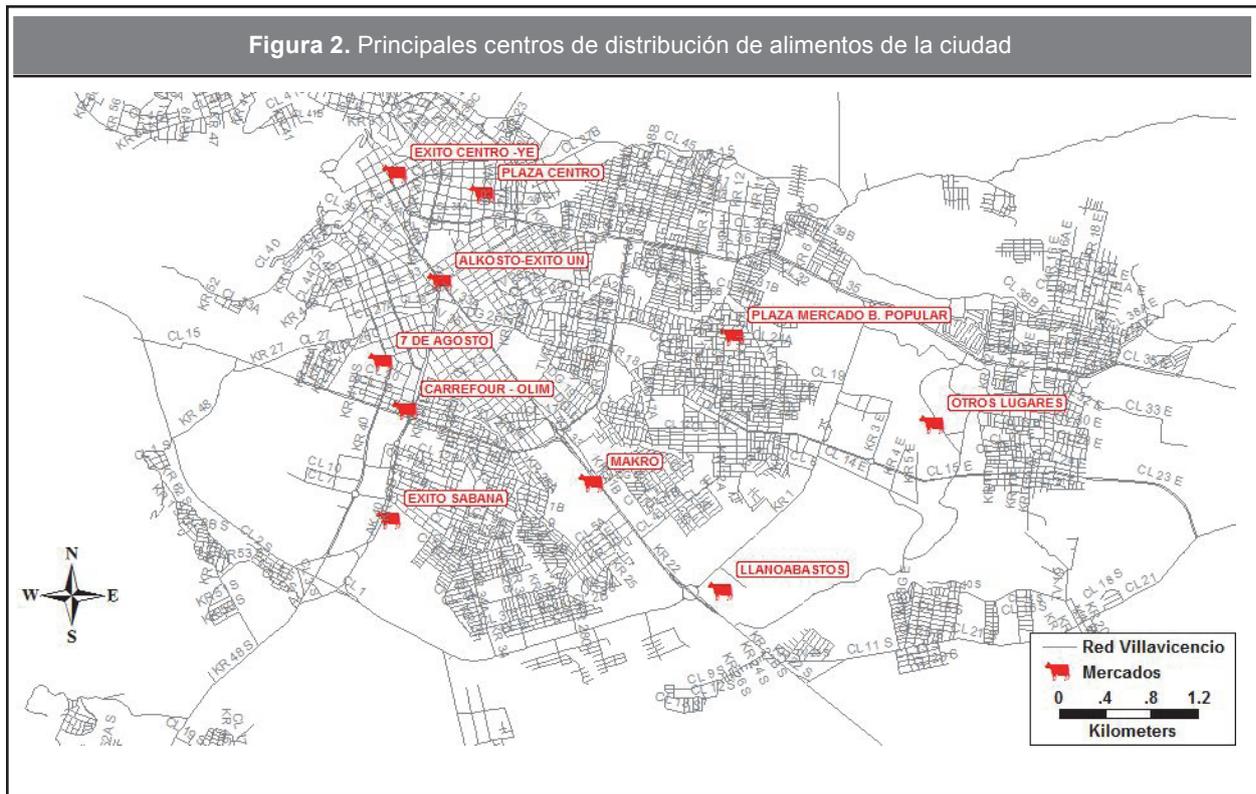


Tabla 2. Descripción de las relaciones brindadas por los planos factoriales obtenidos

Relaciones Establecidas	
Primer Plano Factorial	Distribución del medio de transporte según el lugar de compra.
Segundo Plano Factorial	Distribución de la frecuencia de compra de acuerdo al lugar de distribución.

colas, el cual tiene un participación del 15 % en todos los productos seleccionados exceptuando lácteos.

El análisis de los instrumentos permitió evidenciar la vocación que posee cada uno de los centros de distribución identificados en la ciudad. Los productos alimenticios seleccionados se compararon con los lugares en que se compraban generando los siguientes resultados. Las grandes superficies, mercados centralizados de extenso tamaño evidenciaron que su oferta de abarrotes se constituye en su principal vocación, las plazas de mercado, mercados descentralizados y aglomerados de carácter individual, poseen una vocación enfocada a la comercialización de verduras, cereales y similares, mientras que las frutas se encuentran entre este tipo de mercado y las *tiendas*; establecimientos de comercialización individuales y aislados cuya vocación

es la provisión de lácteos y huevos tal como se observa en la **Figura 3**.

Una vez realizado este análisis se elaboraron dos planos factoriales con las salidas obtenidas, tomando los distintos puntos (individuos) de acuerdo a las respuestas dadas y describiendo el comportamiento dentro del aprovisionamiento de alimentos como se observa en la **Tabla 2**.

Por medio del análisis de correspondencias simples se evaluaron las contribuciones a cada uno de estos ejes, de cada artículo de interés: abarrotes (1), carnes y huevos (2), cereales, plátanos y tubérculos (3), hortalizas, verduras y granos (4), frutas (5), leches y derivados (6); con respecto al lugar de compra y el medio de transporte utilizado con la intención de de-

Figura 3. Vocación de los principales centros de distribución

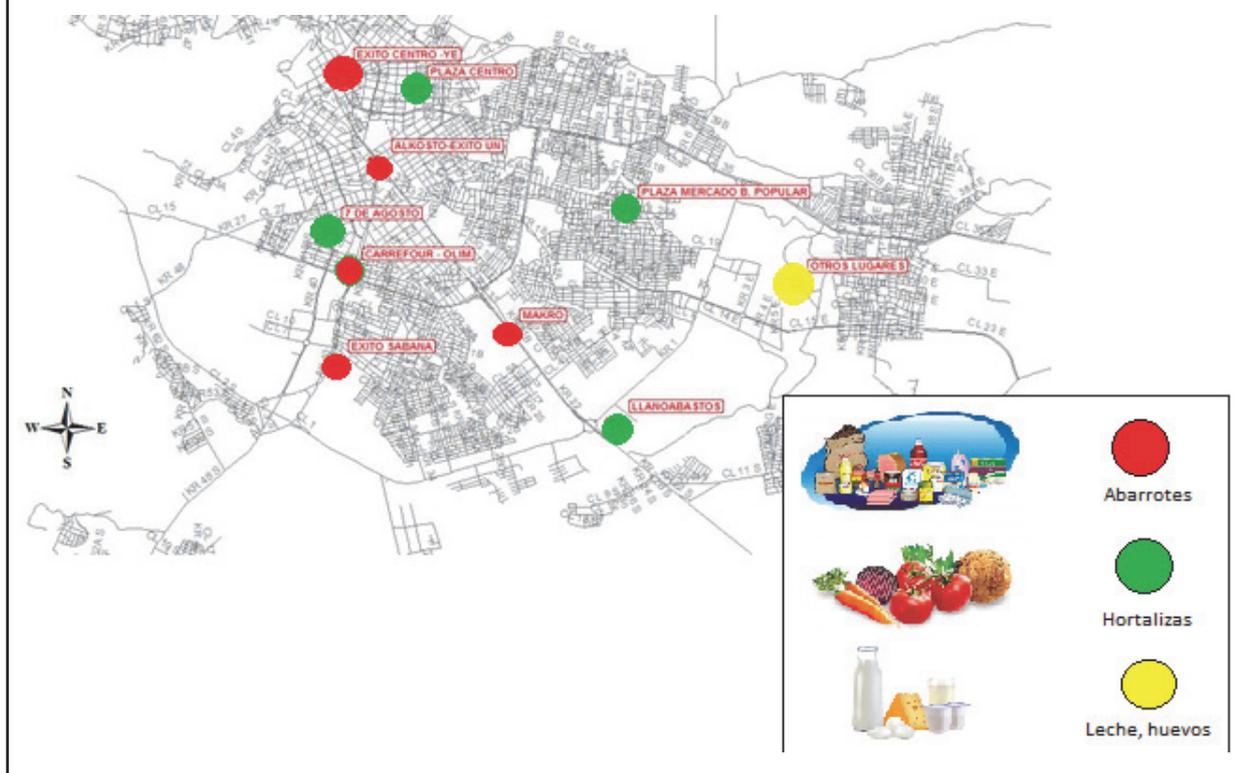


Tabla 3. Contribuciones de los productos sobre los cuatro primeros ejes para el lugar de compra y el medio de transporte utilizado

	Lugar				Transporte			
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
1	6,4	3,8	1,7	3,9	9,0	9,7	13,2	10,9
2	6,1	5,4	3,7	3,9	10,1	10,5	13,5	11,5
3	7,5	7,6	4,1	5,1	10,3	11,3	13,6	13,0
4	7,1	7,4	3,4	5,9	10,1	11,1	12,9	13,0
5	6,6	6,9	3,8	5,0	9,8	10,3	13,2	12,5
6	7,3	6,1	3,6	4,1	9,8	10,0	13,2	11,1

terminar el plano sobre el cual se hará la interpretación de las proyecciones.

Los resultados del análisis proporcionaron información sobre los medios de transporte utilizados para los desplazamientos a los lugares de compra de productos de alimenticios como se evidencia en la **Tabla 3**. Se encontró que medios como la moto,

bicicletas y los viajes caminando están relacionados con lugares de compras en el centro de la ciudad, explicado principalmente por la congestión y las restricciones de parqueo en estas zonas.

El transporte privado aparece relacionado a las compras realizadas en *grande superficies* con bahías de parqueo extensas y ubicadas en la periferia de la

Tabla 4. Contribuciones de los productos sobre los cuatro primeros ejes para el lugar de compra y la frecuencia de compra.

	Lugar				Frecuencia			
	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 1	Eje 2	Eje 3	Eje 4
1	7,2	6,3	6,3	12,0	8,1	7,2	6,9	3,0
2	8,9	7,1	8,7	13,3	8,4	9,1	7,6	3,8
3	8,3	8,2	9,1	14,6	8,4	10,1	8,8	3,7
4	8,4	8,1	9,1	13,6	8,1	10,2	9,3	3,8
5	8,6	7,7	8,6	13,1	8,5	10,1	8,0	3,9
6	8,5	7,5	8,9	12,0	8,7	8,4	8,7	3,2

Tabla 5. Resultados obtenidos

Establecimiento	Tipo de alimentos	Medio de transporte	Frecuencia
Plazas de mercado	Frutas y verduras	A pie, moto, taxi	Quincenal
Grandes superficies	Abarrotes	Carro particular	Mensual
Tiendas	Lácteos y derivados	Bus, a pie	Semanal, diaria

ciudad. Además de las capacidades de parqueo la generación de viajes en transporte privado a estas superficies está relacionada también con las capacidades adquisitivas de los demandantes. Finalmente los taxis públicos, se asocian con plazas de mercado y centrales de abastos en las que a pesar de tener accesos descongestionados, existen limitaciones de parqueo y principalmente no son atendidas por compradores con alta capacidad de adquisición. Para las tiendas el principal medio corresponde a buses públicos y viajes caminando.

El análisis final se realizó considerando variables relacionadas con la frecuencia de compra de los productos, como se puede observar en la **Tabla 4**. A manera de resultados se encuentra principalmente que los viajes con mayores frecuencia (semanal, diaria) están relacionados con compras en tiendas y por ende a medios como el bus y el desplazamiento a pie. Las compras asociadas a plazas de mercado e hipermercados ubicados en el centro presentan frecuencias quincenales que pueden estar asociadas al tipo de vehículo utilizado para el desplazamiento (moto, a pie). Las grandes superficies se asocian a compras con frecuencia mensual explicadas no sólo por los

vehículos utilizados sino también por las posibilidades de ahorros en las compras al por mayor.

En la **Tabla 5** se compilan los principales resultados asociados a los tres tipos de establecimientos identificados en el sistema de suministro de alimentos junto con los principales comportamientos logísticos relacionados con los mismos.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se realizó una investigación de tipo cuantitativa-cualitativa, buscando encontrar las principales tendencias de las compras de unidades familiares en el abastecimiento de alimentos. Los resultados de la investigación identifican tendencias relacionadas al lugar de compra con respecto del tipo de productos que se compran, el vehículo utilizado para efectuar la compra y su frecuencia.

Los resultados obtenidos son un importante insumo para la toma de decisiones de políticas públicas alrededor de la logística urbana, en el nivel estratégico para proyectar instalaciones como plataformas logísticas y centros de consolidación urbana y tácticas/ope-

rativas como restricciones vehiculares y de parqueo y mecanismos de coordinación. También se busca contribuir al estado del conocimiento proporcionando análisis sobre el comportamiento individual de los consumidores que ha sido ampliamente desatendido por estudios previos.

La metodología de análisis de correspondencias múltiples utilizada para este estudio debe ser evaluado en otros contextos para verificar su precisión y utilidad, considerando centros urbanos de mayor y menor escala. Otra posible línea de investigación se debe concentrar en proporcionar mejores herramientas para el análisis de la información como las que se enfocan en los comportamientos individuales de los actores y han sido utilizados en otros estudios (comunidades de agentes y modelos de selección discreta, entre otras).

También es necesario considerar un mayor espectro de variables logísticas a evaluar como el monto de las compras, el volumen y peso, las ventanas de tiempo en las que se hacen estas compras y los comportamientos estacionales. Así mismo estos análisis deben ser implementados para la adquisición de otro tipo de productos y por otro tipo de compradores; diversos estudios resaltan la relevancia de la red de suministro del sector de construcción en el impacto de la logística urbana.

Es necesario construir modelos de decisión que reciban estos resultados como insumo y proporcionen soluciones logísticas en horizontes estratégicos y tácticos, no sólo para las decisiones públicas sino también para proporcionar mecanismos de coordinación entre los diferentes agentes privados involucrados en las redes de suministro. En este sentido la literatura propone explorar alternativas de cooperación y coalición como ofertas conjuntas, sitios de parqueo compartidos y otras similares.

7. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue realizada bajo la formulación del Plan Maestro de Movilidad de Villavicencio, financiado por la Alcaldía de Villavicencio. Los autores desean agradecer a los habitantes, comerciantes y transportistas de la ciudad por su gentil colaboración.

REFERENCIAS

- Adarme, W.; Arango, M. y Otero, M.A. (2011). Coordinación de abastecimiento con información compartida, inventario gestionado por el vendedor, en Pymes agroalimentarias Colombianas. *Revista DYNA*. Vol. 78(167), junio, pp. 203-212.
- Arango, M.; Zapata, J. y Adarme, W. (2011). Aplicación del modelo de inventario manejado por el vendedor en una empresa del sector alimentario colombiano. *Revista EIA*. 8(15), junio, pp. 21-32.
- Allen, J.; Anderson, S.; Browne, M. y Jones, P. A. (2000). Framework for Considering Policies to Encourage Sustainable Urban Freight Traffic and Goods/Service Flows. *University of westminster*. [En línea] [Consultado el 1 de octubre de 2013]. Disponible en: < <http://home.wmin.ac.uk/transport/projects/u-d-summ.htm>>
- Ambrosini, C. y Routhier, J.-L. (2004). Objectives, Methods and Result Surveys Carried out in the Field of Urban Freight Transport: An International Comparison. *Transport Reviews*, 24(1), pp. 57-77.
- Balcik, B.; Beamon, B. M. y Smilowitz, K. (2008). Last Mile Distribution in Humanitarian Relief. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 12(2), pp. 51-63.
- Benjelloun, A. y Crainic, T. G. (2008). Trends, Challenges and Perspectives in City Logistics. *Transportation and Land Use Interaction, Proceedings TRANSLU'08*, pp. 269-284.
- Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional CENAC. Contexto sectorial Villavicencio – Meta. *Boletín Estadístico* [En Línea] 2013, [Consultado el 9 de julio de 2013]. Disponible en: <www.cenac.org.co/apc-aa-files/bfa6177b81c83455250e861305d7a28f/contexto-sectorial-villavicencio-meta_1.pdf>
- Comune di Venezia. (2004). Progetto logistics city di Mestre, Rapporto finale. [En Línea] 2004, [Consultado el 10 de julio de 2013]. Disponible en: < <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCgQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.comune.venezia.it%2Fflex%2Fcm%2Fpages%2FServeAttachment.php%2FL%2FIT%2FD%2FD.c261386210f3c69516e8%2FP%2FBLOB%253AID%253D16947&ei=DNiKUtrKNbLe4AP424GwDg&usg=AFQjCNEWB5WwgE7v4FpqRLWnLpCmXXdzUA&bvm=bv.53371865,d.dmg>>
- Crainic, T. G.; Ricciardi, N. y Storchi, G. (2009). Models for Evaluating and Planning City Logistics Systems. *Cirrelt* [En Línea] 2009, [Consultado el 15 de mayo

- de 2013]. Disponible en: < <https://www.cirrelt.ca/DocumentsTravail/CIRRELT-2009-11.pdf>>
- Danielis, R.; Ritaris, L. y Marcucci, E. (2010). Urban Freight Policies and Distribution Channels. *European Transport*(46), pp. 114-146.
- Dufour, J. y Patier, D. (1999). Introduction to the Discussion Based on the Experience of the French Experimental and Research Programme. En E. OECD, *Freight transport and the city, Round Table 109*, pp.29-100. Paris.
- Goodman, R. (2005). Whatever You Call It, Just Don't Think of Last-Mile Logistics, Last. *Global Logistics & Supply Chain Strategies*, pp. 1-6.
- Greenacre, M. *La practica del Análisis de Correspondencias. Bilbao (España):* Fundación BBVA. (2008).
- Holguin-Veras, J. y Thorson, E. (2000). An Investigation of the Relationships Between the Trip Length Distributions in Commodity-Based and Trip-Based Freight Demand Modeling. *Transportation Research Record*, pp. 37-48.
- Holguín-Veras, J., S. M., Polimeni, J. y Cruz, B. (2008). An Investigation on the Effectiveness of Joint Receiver-Carrier Policies to Increase Truck Traffic in the Off-peak Hours. *Network Spatial Economics*, 8(4), pp. 327-354.
- Holguín-Veras, J., Silas, M., Polimeni, J. y Cruz, B. (2007). An Investigation on the Effectiveness of Joint Receiver-Carrier Policies to Increase Truck Traffic in the Off-peak Hours. Part I: The Behavior of Receivers. *Network Spatial Economics*, 7(3), pp. 277-295.
- Le Roux, B. y Rouanet, H.. *Geometric Data Analysis, From Correspondence Analysis to Structured Data Analysis*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. (2004).
- Marcucci, E. y Danielis, R. (2008). "The potential demand for a urban freight consolidation centre". *Transportation*, 35, 269-284.
- OECD. Delivering the Goods: 21st Century Challenges to Urban Goods Transport. [En Línea] 2003, [Consultado el 3 de Julio de 2013]. Disponible en: <<http://www.internationaltransportforum.org/pub/pdf/03DeliveringGoods.pdf>>
- Quak, H. y Koster, M. (2007). Exploring Retailers' Sensitivity to Local Sustainability Policies. *Journal of Operations Management*, 25, 1103-1122.
- Regan, A. C. y Garrido, R. A. (2000). Modeling Freight Demand and Shipper Behaviour: State of the Art, Future Directions. *9th International Association for Travel Behaviour Research Conference*. Gold Coast, Queensland, Australia.
- Routhier, J. L.; Segalou, E. y Durand, S. Mesurer l'Impact du Transport de Marchandises en Ville. *Programme National Marchandises en Ville* [En Línea] 2001, [Consultado el 3 de Julio de 2013]. Disponible en: < <http://tmv.let.fr/documents/rapports/plaquette2.pdf>>
- Routhier, J.-L., Patier, D. y Aubert, P.-L. An attempt at modelisation of good transport in urban area. *COST 321 Meeting, Group B* [En Línea] 1996, [Consultado el 10 de Agosto de 2013]. Disponible en: < <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.docapolis.com%2Fweb%2Fdocument%2Fdownload%2Fid%2F1963&ei=Et9KUtTZGMri4AOsioD4Dw&usq=AFQjCNE3qQApWXqVpCQLFGT8toVnYHbjZw&bvm=bv.53371865,d.dmg>>
- Russo, F. y Comi, A. (2011). Measures for Sustainable Freight Transportation at Urban Scale: Expected Goals and Tested Results in Europe. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(2), pp. 142-152.
- Taniguchi, E. (2001). City Logistics. *Infrastructure Planning Review*, pp. 1-16.
- Taniguchi, E. y Heijden, R. E. (2000). An Evaluation Methodology for City Logistics. *Transport Reviews*, 20(1), pp. 65-90.
- World Health Organization. (2012). *Global Environment Monitoring System - Food Contamination Monitoring and Assessment Programme (GEMS/Food)*. Recuperado el 27 de 03 de 2013, Disponible en: <<http://www.who.int/foodsafety/chem/gems/en/index1.html>>

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /
PARA CITAR ESTE ARTIGO /**

Adarme-Jaimes, W.; Arango-Serna, M.D.; Cárdenas, I. D. (2014) Comportamientos logísticos en la distribución de última milla de productos alimenticios en Villavicencio, Colombia. *Revista EIA*, 11(21) enero-junio, pp. 145-156. [Online]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.14508/reia.2014.11.21.145-156>