

LOS DETERMINANTES DE LOS MÁRGENES PRECIO COSTO EN EL AUTOTRANSPORTE MEXICANO: UN ENFOQUE DE ECONOMETRÍA ESPACIAL*

Ignacio J. Cruz Rodríguez

Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen: Con técnicas de econometría espacial este trabajo valida la existencia de efectos espaciales en los márgenes precio costo del autotransporte de carga mexicano a nivel tamaño de empresa. La distribución de dicha variable exhibe un patrón no aleatorio sobre el espacio, pero el patrón varía entre tamaños de empresa. Los principales hallazgos muestran que los efectos espaciales son la variable de mayor impacto de una serie de determinantes encontrados, además, se observa que la magnitud de tales efectos disminuye conforme aumenta el tamaño de la firma.

Abstract: By using spatial econometric techniques this paper validates the existence of spatial effects on Price Costs Margins of Mexican road transport at firm size level. The distribution of this variable shows a non random pattern over de space but this pattern differs among size of firm. The main results shows that spatial effects are the variable with grader impact of a series of determinants, also there is a decline on the magnitude of those effects among size of firm.

Clasificación JEL/JEL Classification: L91, R12

Palabras clave/keywords: economía del transporte, econometría espacial, margen precio costo, transport economics, spatial econometrics, price cost margins

Fecha de recepción: 26 III 2010

Fecha de aceptación: 19 I 2011

* El autor agradece las valiosas sugerencias y comentarios de los dictaminadores. iker.izquierdo1@hotmail.com

Estudios Económicos, vol. 26, núm. 1, enero-junio 2011, páginas 69-95

1. Introducción

El movimiento de mercancías (insumos o productos) sobre el espacio es la base de la interacción económica entre dos o más demarcaciones. El movimiento sobre el espacio es la característica principal de la actividad económica transportista, el cual genera ingresos que, restados de sus costos, desembocan en la obtención de beneficios para dicho sector. Dadas las diferentes localizaciones que tienen las empresas de autotransporte a nivel nacional, la pregunta que nuestro trabajo pretende responder es si la contigüidad de las localizaciones de las firmas de este sector puede influir en los márgenes precio costo (MPC), de ser así el espacio puede ser cuantificado como un determinante de los mismos.

La gran mayoría de los estudios sobre los MPC tienen como objeto de estudio al sector manufacturero, mientras que aquí se toma al sector autotransportista de carga de materiales para construcción. Al mismo tiempo, el espacio es ignorado al estudiar los MPC, las investigaciones existentes se concentran en calcular dicha variable y observar su comportamiento, ya sea en el tiempo o sus variaciones como resultado de algún evento. En el presente trabajo el espacio es el centro de atención. El tamaño de firma no es común encontrarla al analizar los MPC, en particular para México, en esta investigación el tamaño de la firma es de crucial importancia, pues los efectos espaciales cambian de nivel al ser comparados entre tamaños de firma. Lo que resta del trabajo se organiza de la siguiente manera: en la segunda sección se esgrimen los argumentos teóricos y empíricos de la economía del transporte que sustentan la exploración espacial de los MPC; en la tercera se presenta un análisis exploratorio de datos espaciales, que ofrece una primera idea sobre la incidencia del espacio en la variable de interés; en la cuarta sección se exhiben los resultados del análisis econométrico espacial y en la última se presentan las conclusiones.

2. Movimiento sobre el espacio de mercancías

El movimiento de mercancías sobre el espacio implica la presencia de un origen y un destino (OD). La distancia recorrida entre ese OD representa la actividad económica del sector transporte. Para las empresas que requieren un servicio de transporte, –en adelante empresas requirentes–, desplazar su mercancía de un lugar a otro representa un costo de transporte, no obstante, dichos costos constituyen los ingresos por llevar a cabo su actividad de las firmas transportistas. Al moverse, los vehículos transportistas pueden cruzar fronteras

estatales o internacionales, de ahí que la actividad económica transportista conecte económicamente dos o más localizaciones separadas por cierta distancia.

La importancia de tomar en cuenta el espacio inicia cuando se considera la interacción económica entre dos localizaciones, de la cual el transporte es responsable de materializar. Esta interacción se aprecia al suponer dos localizaciones (**A** y **B**), ambas pertenecientes a unidades político-administrativas diferentes. En la localización **A** una empresa de autotransporte levanta carga de una firma requirente y la transporta a **B**, lo cual implica que tuvo que cruzar una frontera. En **B** se descarga la mercancía y se busca tomar nueva mercancía para trasladarla hacia **A**. Por ambos viajes las firmas transportistas obtienen ingresos que, restados de sus costos, desembocan en la obtención de beneficios. De la misma forma, empresas transportistas pueden partir de **B** hacia **A** y regresar. Para las firmas localizadas en **A** los ingresos por carga en ambos sentidos se reportan en **A** y para las firmas localizadas en **B** sus ingresos son reportados en esta ubicación. La situación puede extenderse si la firma transportista presenta tanto en **A** y en **B** algún tipo de franquicia, en cuyo caso puede suceder que los beneficios por el viaje de ida se reporten en **A** y los de regreso en **B**. Si se suponen más de dos demarcaciones se puede sugerir que los beneficios de una demarcación tienen efectos positivos en las demarcaciones contiguas.

Al interior de una economía coexisten firmas de diferente tamaño que las hace diferentes. En el sector transporte las principales diferencias de los diversos tamaños de empresa están en el volumen de carga transportada y en la distancia recorrida por sus vehículos. Las empresas de mayor tamaño tienen mayor cantidad de vehículos y espacios cúbicos de carga, por lo que pueden llevar una mayor cantidad de mercancía; mientras que las empresas de menor tamaño poseen menor cantidad de vehículos y espacios cúbicos de carga de menores dimensiones, y por ello su capacidad de traslado de mercancía es menor. Por esta diferencia se puede aseverar que, las firmas de mayores tamaños, pueden obtener ingresos mayores que las de menor tamaño, al llevar más volumen de mercancía.

Al mismo tiempo, las distancias que recorren los diferentes tamaños de firma no son iguales. La base para entender la diferencia entre distancias recorridas es que, según Hernández (1985), los establecimientos manufactureros de carácter artesanal que poseen producción de baja escala se orientan a abastecer mercados locales y regionales; mientras que las plantas de producción de gran tamaño que tienen economías de escala se orientan al abastecimiento de mer-

cados nacionales e internacionales. Bajo tal argumento las empresas manufactureras representan a las firmas requirentes cuyas necesidades de envío de carga dependen del tamaño de su producción. Para las requirentes pequeñas sus mercancías deben recorrer poca distancia, ya que sus mercados son locales y por ello las empresas transportistas contratadas recorren una distancia relativamente corta; mientras que, para las requirentes de mayor tamaño, su mercancía debe recorrer una mayor distancia, al ser sus mercados nacionales e internacionales, y, por lo mismo, las empresas transportistas contratadas recorren una distancia mayor que las de menor tamaño. Esta situación tendrá como impacto la obtención de diferentes magnitudes de ingresos para las firmas transportistas. Empíricamente, la validación de las diferencias de volumen de carga y distancia recorrida entre tamaños de empresa se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 1
*Diferencias de distancia recorrida y carga transportada
entre tamaños de empresa*

	<i>Distancia promedio en kilómetros por viaje</i>	<i>Carga promedio en toneladas por viaje</i>
Empresas pequeñas	130	17
Empresas grandes	580	22.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2007).

El criterio para la caracterización de empresa pequeña y grande fue el número de personas empleadas. Si el personal ocupado fue menor a 50 personas se considera pequeña empresa, en tanto que el personal superior a 50 se considera empresa grande.

La distancia es parte de otras variables vinculadas al espacio, el cual es de especial interés en la economía del transporte. La importancia del espacio para este sector se expresa de otras formas, las que, a su vez, están vinculadas a la obtención de ingresos de las empresas del sector y, por tanto, a los MPC. Aunque es reconocido que los precios y tarifas, así como los ingresos de las firmas de transporte, presentan una relación positiva con la distancia recorrida, como lo demuestran Avalos y Valdés (2006), puede suceder que, las variables mencionadas, también resulten afectadas por la concentración de mercado tal como ellos lo documentan.

Otras variables en las cuales se expresa el espacio son sentido y dirección. Las que, a su vez, están ligadas a otras variables que tienen que ver con el tamaño de la empresa, como son el número de unidades para transportar mercancía y la capacidad de carga que tienen tales unidades. Todas estas variables inciden en la determinación de los ingresos de dichas empresas.

El sentido se desagrega en viaje de ida y en viaje de vuelta. El sentido es importante debido a que, en su viaje de ida, la empresa lleva carga que, al descargar en su destino, buscará volver a levantar carga para llevar a su origen en el viaje de vuelta. Trasladar carga en dos sentidos afectará positivamente a los MPC. No así, en el momento en que la unidad transporte mercancía en uno sólo de los sentidos, pues en el otro sentido el viaje se hará en vacío afectando de manera negativa los ingresos. Por su parte, la variable dirección toma relevancia para los ingresos de las firmas transportistas, en el momento en el que se toma en cuenta el número de unidades, es decir, el tamaño de la empresa. Una firma de gran tamaño que posee cierto número de camiones puede enviar mercancía a diferentes direcciones al mismo tiempo, lo cual no puede hacer una empresa de menor tamaño que posea una o pocas unidades, afectando el nivel de los beneficios. Por tal razón, la actividad económica de este sector, y sus beneficios, pueden estar influenciados por una relación multidireccional sobre el espacio.

Además, existe otro factor asociado al tamaño y a la dirección: la frecuencia de viajes que pueden realizar las empresas con disímil cantidad de unidades. Una empresa de gran tamaño puede tomar carga con varias de sus unidades y enviarlas una tras otra, si la demanda así lo requiere. En cambio, las empresas más pequeñas no están en condiciones de hacerlo. Su menor número de unidades hace que estén limitadas a la espera de que el único camión vuelva del viaje una vez que ha tomado carga. Por el anterior se puede afirmar que las empresas transportistas de mayor tamaño son más intensivas en la utilización del espacio como insumo que las empresas de menor tamaño.

Estas diferencias en los niveles de tamaño de empresa transportista serán tomadas en cuenta al incluir el espacio al análisis de los MPC, el cual se lleva a cabo a continuación.

3. Análisis exploratorio de datos espaciales

En el ámbito de la economía espacial existe un conjunto de técnicas que permiten recoger la incidencia del espacio en los MPC. Por inciden-

cia del espacio se entiende que: una variable en una área geográfica está determinada, no solamente por elementos propios del área en cuestión, sino por variables de áreas que se consideran vecinas. En este apartado se aplica un análisis exploratorio de datos espaciales. Con el uso de dicha técnica se busca probar que la distribución de los MPC de las empresas de autotransporte de carga en México forma aglomeraciones tanto de altas como de bajas ganancias, con lo que se explorará la relación que tiene el MPC de una área geográfica con sus vecinas. Además, el análisis exploratorio de datos espaciales se utiliza para probar que la distribución sobre el espacio de esta variable no es aleatoria.

El centro de atención en la presente sección es el concepto de autocorrelación espacial, mismo que se define como: "...la existencia de una relación funcional entre lo que sucede entre un punto dado en el espacio y lo que ocurre en cualquier otro..." (Pérez, 2006:136). Es una situación que suele reflejar la ausencia de independencia en observaciones de conjuntos de datos de tipo transversales (Anselin, 1988; LeSage, 1998). El que una observación asociada a una localización i se relacione con otra observación en una localización $j \neq i$, tal relación se expresa por el momento condicional de la covarianza entre ambas localizaciones (Pérez, 2006). Puede haber dos tipos de autocorrelación espacial, la positiva y la negativa. La primera indica que hay localizaciones con altos niveles de una variable que se encuentran rodeadas de localizaciones que presentan altos niveles de la misma variable y, también, que existen localizaciones que presentan bajos niveles de una variable rodeadas de localizaciones con bajos niveles de la variable en cuestión. Mientras que, la autocorrelación espacial negativa, implica que existen localizaciones con altos niveles de una variable rodeadas de localizaciones con bajos niveles de dicha variable y que hay localizaciones con bajos niveles de una variable rodeadas de localizaciones con altos niveles de la misma.

En términos económico-regionales la autocorrelación espacial positiva significa que:

"...la existencia de un fenómeno determinado en una región dada propicia su expansión a otras regiones circundantes y dicha expansión genera la concentración del mismo, mientras que de manera opuesta, la autocorrelación espacial negativa se refiere a la existencia de fenómenos en una región que impiden u obstaculizan la aparición de estos en otras regiones vecinas..." (Pérez, 2006:136).

La autocorrelación espacial global puede ser calculada mediante el índice de Morán I, Morán (1948):

$$I = \frac{N \sum_{ij} w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (1)$$

Donde x_i es una variable cuantitativa en una región i , \bar{x} es la media muestral de las observaciones en las i regiones de dicha variable, w_{ij} son los pesos de la matriz de proximidad W . N es el tamaño de la muestra y $S_0 = \sum \sum w_{ij}$. Este estadístico ofrece una medida, el grado de asociación lineal entre un vector de valores observados y el promedio ponderado de los valores de los vecinos de una observación. Los elementos de la matriz de proximidad (w_{ij}) toman valores unitarios cuando las zonas en cuestión comparten frontera y cero en otro caso. Esta matriz será multiplicada por el vector de la variable que se pretenda someter a la exploración espacial, para obtener un vector de valores ajustados por una matriz de pesos espaciales, conocido también como rezago espacial. La matriz W recoge las interdependencias asociadas a las regiones de una variable, esta interdependencia es multidireccional sobre el espacio para la actividad económica transportista.

El índice de Morán es complementado con el diagrama de Morán. Este diagrama se usa para apreciar la categoría de correlación espacial ya sea positiva o negativa y se divide en cuatro cuadrantes en donde se localiza cada una de las observaciones computadas. Las que se encuentran en el primer cuadrante presentan un valor alto de la variable en cuestión (respecto de la media) e implica que está rodeada de localizaciones con altos valores, es decir, forman *clusters* de altos niveles de una variable, patrón que se le llama “Alto-Alto”. En el cuadrante tres aparecen las observaciones que reportan bajos niveles de una variable y que, además, están rodeadas de localizaciones con bajos niveles de tal variable, de manera que, a este patrón, se le llama “Bajo-Bajo”. Ambos patrones forman la autocorrelación espacial positiva. La autocorrelación espacial negativa se forma cuando las observaciones se concentran en los cuadrantes dos y cuatro, que se conocen como “Bajo-Alto” y “Alto-Bajo”. Lo anterior significa que una observación puede presentar valores altos (bajos) en la variable de interés y estar rodeada de localizaciones que presenten valores bajos (altos) de la variable en cuestión.

Otro indicador importante es el conocido como LISA,¹ mismo que se utiliza para probar la hipótesis de distribución aleatoria a través de comparar los valores de cada localización con los valores de sus vecinos (Le Gallo y Etur, 2000). Un indicador LISA es un indicador que

¹ Por sus siglas en inglés: *Local Indicator of Spatial Association*.

consigue dos objetivos: primero, que el valor del estadístico obtenido suministre información acerca de la relevancia de una agrupación espacial de valores similares alrededor de la misma y, segundo, que la suma del valor del estadístico para todas las observaciones sea proporcional a un indicador de asociación espacial global (Vayá y Moreno, 2000).

La principal diferencia entre el LISA y el Morán es que el primero sirve para analizar autocorrelación espacial local, mientras que el segundo examina autocorrelación espacial global. La medición de la autocorrelación global no permite detectar agrupaciones de valores disímiles, es decir, regiones que muestran un valor significativamente inferior o superior al mostrado por sus regiones colindantes, que si se pueden observar con el estadístico de LISA (Vayá y Moreno, 2000).

Un indicador de Morán local que cumple con la función de un LISA es el siguiente:

$$I_i = \frac{z_i}{\sum_i z_i^2 / N} \sum_{j \in J_i} w_{ij} z_j \quad (2)$$

Donde z_i es el valor correspondiente a la región i de la variable y J_i el conjunto de las regiones vecinas a i . Se puede asumir la hipótesis de que el estadístico se distribuye como una normal $N \sim (0, 1)$. Tras su estandarización un valor positivo (negativo) del estadístico indicará la existencia de una aglomeración de valores similares (disímiles) de la variable analizada alrededor de la región i .

La existencia de cualquiera de los dos tipos de autocorrelación espacial (positiva o negativa) tiene implicaciones para la economía del transporte. La autocorrelación espacial positiva implica aglomeraciones de territorios que se caracterizan por tener valores similares de MPC, lo que significa para las firmas autotransportistas que operan al interior de este conjunto de entidades que sus MPC obtenidos por trasladar carga dentro de la aglomeración tendrán un valor por encima o por debajo de la media nacional; pues tanto su origen como su destino reportan MPC de niveles similares. La autocorrelación espacial negativa implica aglomeraciones de territorios con valores disímiles en los MPC, por lo cual, para las empresas que operan dentro de dichas aglomeraciones el viaje de ida puede reportar MPC por arriba de la media nacional y el regreso MPC por debajo de la media nacional, y viceversa, dependiendo de donde se origine el viaje.

Las estimaciones empíricas del índice de Moran para los MPC de las empresas de autotransporte han sido calculados para cinco diferentes tamaños de firma teniendo como área geográfica de observación las entidades federativas del país con datos censales de 2004. Estos

tamaños de empresa se tomaron de acuerdo con los criterios establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). La definición considera cuatro tamaños de empresa, no obstante, para enriquecer el análisis se propone un tamaño más, denominado empresa hombre-camión, que se refiere a un tamaño de firma más pequeña que la microempresa. Los criterios de fijación para los tamaños de firma son los siguientes:

Cuadro 2
Clasificación de tamaño de empresa autotransportista

<i>Nombre del tamaño de la empresa</i>	<i>Rango de personal ocupado (número de personas)</i>
Empresa hombre-camión	De 0 a 2
Microempresa	De 3 a 20
Pequeña empresa	De 21 a 50
Mediana empresa	De 51 a 100
Empresa grande	De 101 en adelante

Fuente: Elaboración propia.

Como su nombre lo indica la empresa tipo hombre-camión se caracteriza por tener una correspondencia de personas ocupadas con número de vehículos de uno o menor que uno. Como puede apreciarse en el cuadro 3 los índices de Morán resultan positivos y significativos para los tres tamaños menores de empresa, aportando evidencia de autocorrelación espacial positiva. Mientras que para los tamaños mayores de empresa el índice es negativo y sólo significativo para las medianas, por lo que se obtiene autocorrelación espacial negativa. La significancia estadística está basada en un enfoque de permutaciones aleatorias (Anselin, 1995). Entre paréntesis se presenta el *p*-valor encontrado con 999 permutaciones.

Cuadro 3
Índices de Morán

	<i>Hombre-Camión</i>	<i>Microempresa</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	<i>Grande</i>
Índice de Morán	.2497 (.0168)	.1947 (.0370)	.1201 (.0146)	-.3271 (.0160)	-.1618 (.2020)

Fuente: Elaboración propia.

Al combinar la información que ofrece el estadístico de Morán con los indicadores de LISA se obtiene el mapa de significancia de Morán, que muestra las regiones con un LISA significativo e indica, con un código de color, la existencia de un *cluster* de altos o bajos valores en la variable de interés.

Los mapas que aquí se presentan pertenecen a cada tamaño de empresa analizada en este trabajo. No se incluyó un mapa para las empresas grandes, ya que no aparece ninguna observación estadísticamente significativa. En la primera línea, de izquierda a derecha, el primer mapa pertenece a las empresas hombre-camión y el de la izquierda a las microempresas. En tanto que, en la segunda línea, el mapa de la izquierda corresponde a las empresas pequeñas y el de la derecha a las medianas.

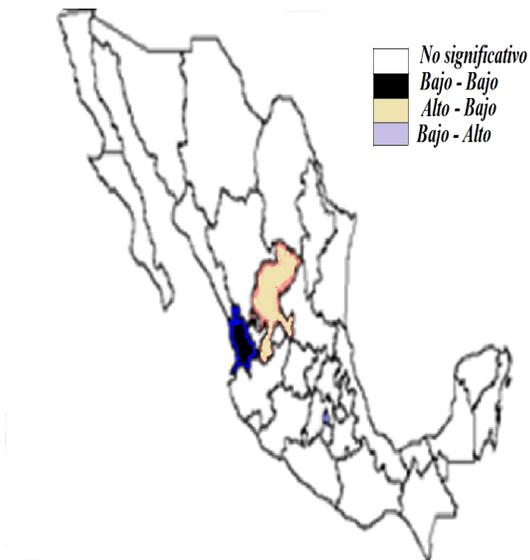
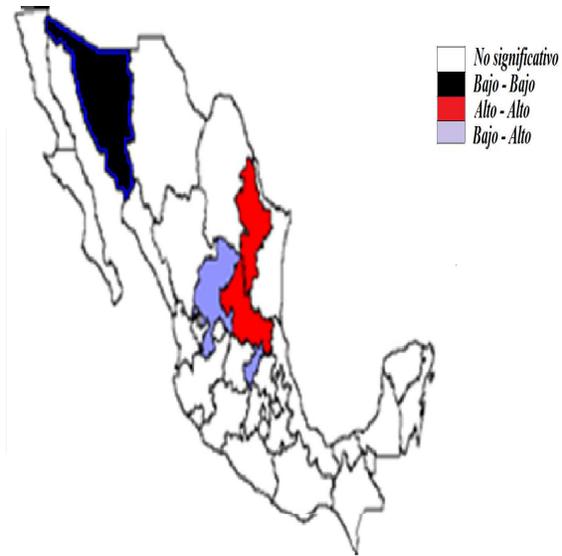
El análisis llevado a cabo en esta sección sugiere que el espacio incide sobre los MPC de los diferentes tamaños de empresa autotransportistas. Además, la información revela que los MPC de las firmas del sector no presentan una distribución aleatoria sobre el espacio, sino que exhiben un patrón espacial definido caracterizado por una estructura de dependencia espacial en los niveles de la variable que se considera endógena. Esta afirmación tendrá un impacto decisivo en la elección de los modelos a estimar que se llevan a cabo en la próxima sección.

Los datos espaciales en la variable endógena no son homogéneos debido a que, en cada entidad federativa y sus vecindades, las condiciones económicas que llevan a la obtención de beneficios son diferentes. La heterogeneidad de los datos sobre el espacio se conoce como inestabilidad estructural, que puede repercutir en las formas funcionales y en la variación de los parámetros de una regresión (Pérez, 2006).

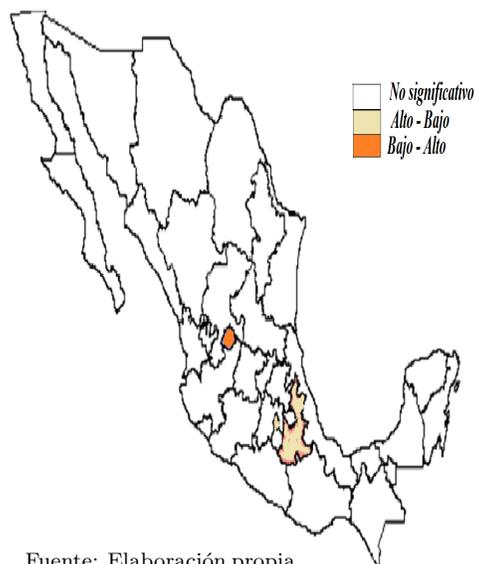
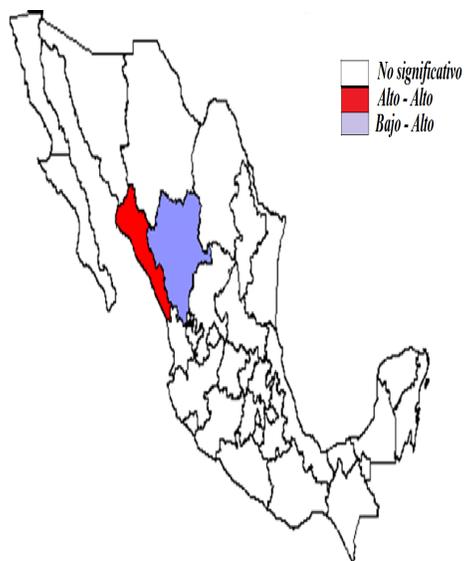
4. El análisis confirmatorio

La elección del tipo de modelo a especificar, para tratar con los efectos espaciales identificados, pasa por identificar dos tipos de dependencia espacial. La residual y la sustantiva. La dependencia residual hace referencia a algún tipo de autocorrelación espacial en los errores del modelo, mientras que la sustantiva lo hace a la existencia de algún tipo de autocorrelación en la variable endógena. Los modelos para la dependencia sustantiva son los de rezago espacial, en tanto que para incorporar la dependencia sustantiva se utilizan los de error.

Mapa 1
Diagrama de Morán para diferentes tamaños de empresa



Mapa 1
(continuación)



Fuente: Elaboración propia.

En un artículo seminal, Martin (1988) incluyó 185 industrias manufactureras norteamericanas para el año 1972, la variable explicada fueron los MPC. Al utilizar mínimos cuadrados en tres etapas el modelo permitió concluir que la productividad es la variable que mejor explica las variaciones de los MPC, teniendo éstas una relación positiva; la variable que le siguió en orden de importancia fue la participación de mercado. En este artículo se probó que el indicador de participación de mercado se relaciona negativamente con las empresas de menor tamaño y positivamente con las de mayor dimensión. Otras variables incluidas con impactos positivos fueron los requerimientos de capital y el gasto en publicidad.

En el presente trabajo se seguirá dicho enfoque. Para el caso de México, Ramírez (1999) encuentra que las variables que determinan los MPC son: la concentración de mercado, los requerimientos de capital y la diferenciación de producto; tales variables presentan impactos positivos. Sin embargo, observa que los impuestos al comercio exterior influyen de manera negativa sobre los MPC. En términos del poder explicativo de los regresores el coeficiente asociado a la cuota de mercado es el mayor, siguiéndole en orden descendente los coeficientes asociados a los requerimientos de capital, los impuestos al comercio y la diferenciación de producto. Castañeda y Mulato (2006) encuentran para México que, los determinantes de los MPC para la industria manufacturera, son un índice de concentración de mercado, una relación capital producto y la penetración de importaciones, el cual se torna importante para la economía mexicana después de la apertura comercial. Estos análisis tienen dos particularidades a destacar: en primer lugar, el objeto de estudio es la industria manufacturera y, en segundo, el espacio es completamente ignorado como determinante de los MPC. Cabe mencionar que no fueron hallados estudios en donde se aplicaran técnicas econométricas espaciales a los MPC en el sector transporte.

Si seguimos a Anselin (2005) la decisión de aplicar modelos que busquen efectos espaciales pasa en primera instancia por correr una regresión lineal vía mínimos cuadrados ordinarios (MCO), que puede ser expresada de la siguiente forma:

$$y = X\beta + u \quad (3)$$

$$u \sim N(0, \sigma^2)$$

Donde X es una matriz de orden $K \times N$ de variables explicativas de la variable endógena. Una vez obtenidos los resultados se revisa

un batería de pruebas que inician con el contraste LM-ERROR cuya expresión es:²

$$\text{LM} - \text{ERROR} = \frac{[e'W e/s^2]^2}{T_1} \quad (4)$$

Donde e es el vector de residuos de MCO de la regresión inicial, W es la matriz de pesos espaciales, $T_1 = \text{tr}(W'W + W^2)$ y s^2 es la estimación de la varianza residual de dicho modelo, la prueba sigue una distribución χ^2 con un grado de libertad. La hipótesis nula a contrastar es la ausencia de dependencia espacial. El estadístico tiene una versión robusta, ante posibles especificaciones erróneas, siguiendo la notación de Vayá y Moreno (2000) se muestra a continuación:

$$\text{LM} - \text{EL} = \frac{[e'W e/s^2 - T_1(RJ_{\rho-\beta})^{-1}eW y/s^2]^2}{[T_1 - T_1^2(RJ_{\rho-\beta})^{-1}]} \quad (5)$$

Donde $RJ_{\rho-\beta} = [T_1 + (WX\beta)'M(WX\beta)/s^2]$ el resto de la notación había sido ya definida. Esta expresión se distribuye, igual que la anterior, como una χ^2 con un grado de libertad y comparte la hipótesis nula del estadístico anterior.

Estos primeros contrastes aplican para el modelo que busca incorporar dependencia espacial residual. Para el caso de la dependencia espacial sustantiva los contrastes que se deben analizar son los siguientes:

Los contrastes LM-LAG³ y el LM-LE serán analizados a continuación, el primero, propuesto por Anselin (1988):

$$\text{LM} - \text{LAG} = \frac{[e'W y/s^2]}{RJ_{\rho-\beta}} \quad (6)$$

Todos los elementos de la notación han sido ya expresados, de la misma forma que con los estadísticos mencionados esta prueba se distribuye como una ρ^2 con un grado de libertad. El último estadístico por mencionar es el LM-LE (Bera y Yoon, 1992) su cálculo se realiza mediante la expresión:

² En lo sucesivo las siglas LM significan multiplicador de Lagrange.

³ Las siglas LAG significan rezago, de manera que, en adelante, serán usados como sinónimos.

$$\text{LM} - \text{LE} = \frac{[e'Wy/s^2 - e'We/s^2]^2}{RJ_{\rho-\beta} - T_1} \quad (7)$$

Para este estadístico la notación se mantiene igual que para los anteriores y se distribuye como una χ^2 con un grado de libertad. La diferencia de LM-LE con LM-LAG es que el primero es robusto ante posibles especificaciones erróneas.

Los cuatro estadísticos son la base sobre la que se toma la decisión de la incorporación de dependencia espacial en un modelo. Como ya se mencionó, el primer paso es estimar el modelo MCO. Después se deben observar los valores tanto del LM-LAG como del LM-ERROR, si ninguno de los dos posee significancia estadística se acepta la hipótesis nula y, por tanto, se concluye que no existe ningún esquema de dependencia espacial, debiéndose aceptar por ello los resultados de MCO. Si sólo es significativo el LM-LAG se sugiere que se estime el modelo de rezago espacial. Si nada más es significativo el LM-ERROR se aconseja que se estime el modelo de error espacial. Si ambos son significativos hay que observar los resultados de los estadísticos robustos. Si es significativo el LM-LE, se sugiere estimar el modelo de rezago espacial, mientras que si es significativo el LM-EL es evidencia que apoya la estimación del modelo de error espacial. Cuando el LM-rezago y el LM-ERROR resultan significativos y, al mismo tiempo, sus versiones robustas no lo son, la regla de decisión es comparar el valor de los *tests* de los que resultaron significativos y estimar el que resulte mayor.

El diagnóstico para la aplicación de modelos espaciales se presenta en el cuadro 4. Se puede observar que, para las empresas tipo hombre-camión, el estadístico LM-LAG es estadísticamente significativo, lo cual implica rechazar la hipótesis nula de no existencia de efectos espaciales. Al mismo tiempo, la versión robusta del LM no resulta estadísticamente significativa, por su parte, el LM-ERROR, también resulta estadísticamente significativo, no obstante el valor del *test* LM-LAG es mayor que LM-ERROR ($3.780 > 3.0938$); por lo que la elección del modelo a estimar es el modelo de rezago espacial. Para las microempresas se puede apreciar que tanto el LM-LAG como el LM-ERROR son estadísticamente significativos, mientras que las versiones robustas de estos indicadores sólo es significativo el LM-LAG al 10%, lo que sugiere rechazar la hipótesis nula de no existencia de efectos espaciales, estimando el modelo de rezago espacial, pues el *test* de LM-LAG es mayor que el correspondiente al LM-ERROR ($8.9936 > 3.0963$).

Cuadro 4
Diagnóstico de dependencia espacial

	<i>Hombre- Camión</i>	<i>Microem- presa</i>	<i>Peque- ña</i>	<i>Media- na</i>	<i>Grande</i>
Índice de Morán (error)	0.2497	0.1947	0.1201	-0.3271	-0.1618
LM (rezago)	3.7800*	8.9936*	5.6883*	3.0894**	0.8904
LM robusta (rezago)	1.1626	6.1396***	1.2503	1.5965	0.9382
LM (error)	3.0938**	3.0963**	5.6447*	1.7840	0.4822
LM robusta (error)	0.4764	0.2423	1.2066	0.2912	1.5299

Nota: estadísticamente significativo: * al 5%, ** al 1% y *** al 10%

Por su parte, para las pequeñas empresas se puede destacar que los LM-LAG y LM-ERROR resultan estadísticamente significativos, con lo que se puede rechazar la hipótesis nula de no existencia de efectos espaciales. No obstante, las versiones robustas de cada uno no resultan significativas. Para este tamaño de empresa el *test* de LM-LAG resulta ligeramente superior que el de LM-ERROR ($5.6883 > 5.6447$), lo que sugiere estimar el primer modelo.

Para el caso de las empresas medianas puede decirse que sólo para el LM-LAG se puede rechazar la hipótesis nula de no existencia de efectos espaciales, los demás no resultan estadísticamente significativos; por lo que se estimará el modelo de rezago espacial. Por último, para las grandes empresas el diagnóstico de dependencia espacial indica que para el LM-LAG y el LM-ERROR no se puede rechazar la hipótesis nula de no existencia de efectos espaciales, lo que indica que no se debe estimar un modelo con efectos espaciales para este tamaño de empresa.

Con excepción de las empresas grandes, en el resto de los tamaños de firma se sugiere estimar modelos de rezago espacial. Dicho modelo se formaliza como sigue:

$$y = \rho W y + X\beta + \varepsilon \quad (8)$$

Donde y es un vector de observaciones de la variable dependiente, $W y$ es la variable dependiente espacialmente rezagada, ajustada por una matriz de pesos espaciales W . X es una matriz de

observaciones de variables explicativas, ε es un vector de errores independientes e idénticamente distribuidos y ρ y β son coeficientes a calcular. De acuerdo con Alañon (1999), si la variable endógena se distribuye como una normal la estimación se llevará a cabo por máxima verosimilitud.⁴ Este modelo es conocido también como modelo mixto regresivo-autorregresivo espacial de primer orden.

Por último, para aplicar las matrices de contactos espaciales utilizadas en cada regresión, se tomó el criterio de Anselin (1988), en donde se supone no existe mecánica definida para elegir una matriz de este tipo, por ello, las matrices que se tomaron en cuenta fueron las que optimizaron la dependencia espacial. Para las empresas hombre-camión y las microempresas se tomaron matrices entre regiones que comparten frontera. Mientras que para las pequeñas y medianas empresas se tomó una matriz de orden superior, que consideró, no sólo las que comparten frontera, sino también las que comparten frontera con estas últimas. Para las grandes empresas se probaron varios tipos de matrices de órdenes superiores y matrices de distancias, pero no hubo significancia estadística.

La especificación del modelo es la siguiente:

$$MPC = \alpha + \beta_1 W_MPC + \beta_2 PT - \beta_3 CRX + \beta_4 DUMNORTE \quad (9)$$

Donde MPC son los márgenes precio costo del tamaño, de los diferentes tamaños de empresa, W_MPC representa la vecindad de los MPC de las empresas transportistas del mismo tamaño. Cabe detenerse en la construcción de esta variable. El vector de MPC es multiplicado por la matriz de pesos espaciales W . Para las firmas hombre-camión y las microempresas la matriz de pesos espaciales empleada usó una contigüidad tipo reina con una vecindad de primer orden; mientras que para las pequeñas y medianas se utilizó una matriz tipo k-vecinos.⁵ PT es la productividad del trabajo asociada a las empresas referidas, $DUMNORTE$ es una variable *dummy* que toma valores, de uno, para los estados fronterizos y, cero, para las demás entidades; por último, CRX es el coeficiente de concentración industrial normalmente conocido como Cr4.⁶ Las variables utilizadas se encuentran en niveles, mientras que α , β_1 , β_2 , β_3 y β_4 son parámetros a estimar.

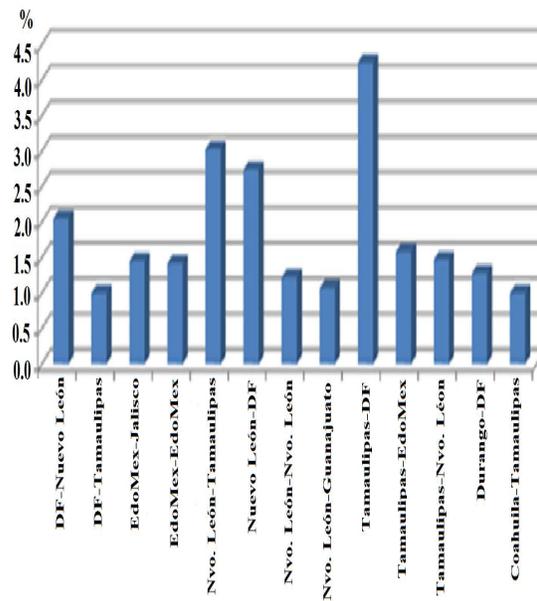
⁴ Al aplicarle una prueba de normalidad de Wald los estadísticos fueron: *test* (1.631172) y probabilidad (0.413072) concluyendo una distribución normal en los MPC.

⁵ Para la construcción detallada de estas matrices ver Anselin (2005).

⁶ La metodología para el cálculo de las variables mencionadas se puede consultar en el anexo 1.

La variable binaria se justifica bajo la idea de que la cercanía con la frontera norte de México genera una ventaja de localización para las empresas transportistas debido al tamaño del mercado norteamericano. La información que ofrece al respecto el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, se aprecia en la siguiente gráfica.

Gráfica 1
Principales pares origen-destino, según ingresos



Fuente: INEGI (2008).

Se puede observar que 4.25% de los ingresos de las firmas transportistas se origina por recorrer la ruta Tamaulipas (origen)-Distrito Federal (destino), que es el más alto a escala nacional. Salta a la vista que de los trece principales pares origen-destino, OD, diez de ellos están involucrados con entidades federativas fronterizas, lo que remarca la importancia de su cercanía con Estados Unidos. A su vez, el comercio interregional-fronterizo (comercio entre estados de la frontera) es

importante, ya que, de los trece principales OD, cuatro pertenecen a dicho tipo de comercio. De la misma forma, los tres primeros lugares de ingresos tienen como origen Nuevo León y Tamaulipas. Es importante aclarar que tal información no se presenta para cada tamaño de empresa, si no que es en general.

Se espera que los coeficientes ligados a W_MPC resulten positivos para los tres primeros tamaños de firma y negativos para las empresas medianas y grandes, pues deben reflejar el efecto del tipo de autocorrelación espacial hallado en la sección anterior y reportado en el cuadro 3. Por su parte, la productividad del trabajo debe ser positiva para los cinco tamaños de firma, ya que, si los trabajadores son más eficientes, pueden ofrecer una mayor cantidad de producto o menores costos en la realización de su labor. El coeficiente asociado al CRX es el que se espera negativo para los cuatro tamaños de firma más pequeños y positivo para las empresas de mayor tamaño, debido a que indica que las ventas de las firmas de mayor tamaño impactan negativamente los beneficios de las firmas de menores dimensiones.

En el cuadro 5 se incluyen los coeficientes estimados para los modelos con y sin efectos espaciales. Las letras en negritas corresponden a los resultados con la variable espacial incluida, los otros coeficientes pertenecen a los modelos sin variable espacial, el modelo sin efectos espaciales fue estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios.

La comparación entre los modelos que incluyen efectos espaciales y los que no lo hacen resultará muy importante, puesto que se podrá ofrecer un juicio sobre si la inclusión del efecto espacial sesga, de alguna manera, los coeficientes del resto de las variables involucradas.

Cuadro 5

Resultados de la estimación del modelo con y sin efectos espaciales

	<i>Hombre-Camión</i>	<i>Microem-presa</i>	<i>Peque-ña</i>	<i>Media-na</i>	<i>Grande</i>
W - MPC	0.4780** (0.1704)	0.4058** (0.1317)	0.2262* (0.0956)	-0.3689** (0.1521)	-0.0137 (0.2201)
Constante	0.1917** (0.0592)	0.0017 (0.0635)	0.0634 (0.0544)	0.5415** (0.0609)	0.1969* (0.0910)
	0.3022* (0.0489)	0.3072* (0.0593)	0.1674* (0.0411)	0.3573* (0.0633)	0.1568* (0.0702)

Cuadro 5
(continuación)

	<i>Hombre-Camión</i>	<i>Microem-presa</i>	<i>Peque-ña</i>	<i>Media-na</i>	<i>Grande</i>
<i>PT</i>	— 0.0013* (0.0006)	0.0098** (0.0008) 0.0009* (0.0004)	0.0105* (0.0009) 0.0102* (0.0010)	0.0017** (0.0004) 0.0025 (0.0016)	0.0012 (0.0018) 0.0010 (0.0020)
<i>CRX</i>	-0.1068 (0.0681) -0.0750* (0.0383)	-0.1906** (0.0680) -0.1179 (0.1208)	-0.1638* (0.0711) -0.1709** (0.0835)	-0.3465** (0.0997) -0.2858* (0.1292)	0.2568 (0.0857) 0.2743* (0.1402)
<i>DUMNORTE</i>	0.0712* (0.0338) 0.0957* (0.0436)	0.0588* (0.0354) 0.1810* (0.0720)	0.0752* (0.0373) 0.0748** (0.0439)	-0.0950 (0.0429) -0.0836** (0.0467)	-0.0126 (0.0683) -0.0125 (0.0740)

Notas: *significativo al 5%, **significativo al 1%, error estándar entre paréntesis.

4.1. *Empresas hombre-camión*

En estas empresas, como puede verse en el cuadro 5, se comprueba, en estas empresas, la existencia de una relación positiva, estadísticamente significativa y de mayor impacto en los MPC. Lo cual constituye uno de los hallazgos más importantes de este trabajo, ya que los modelos de determinantes de los MPC no habían tomado, explícitamente, el espacio como regresor. La variable *DUMNORTE* resulta significativa y con el signo esperado, denotando que existe una ventaja para las firmas de este tamaño de operar en los estados fronterizos. La productividad laboral no fue estadísticamente significativa, cuya explicación radica en el hecho de que en dicho tamaño de empresa el capital por trabajador es pequeño, y un incremento en la productividad laboral no es suficiente como para impactar la rentabilidad. Es decir, la dotación de capital por trabajador es tan pequeña que no impacta los MPC, razón por la que fue omitida del modelo. Respecto a la regresión que no incorpora variable espacial, puede apreciarse que los signos se mantienen, la constante es mayor que la que si tiene

efectos espaciales, el coeficiente de la variable *DUMNORTE* presenta una diferencia muy pequeña y el *CRX* es menor, lo que puede estar subestimando el efecto de la concentración de mercado en los MPC.

4.2. *Microempresas*

En las microempresas las variables resultaron estadísticamente significativas, menos la constante, además de que se presentan los signos esperados. Igual que para el anterior tamaño de empresa el coeficiente de la variable que representa los efectos espaciales resulta ser el de mayor magnitud, ofreciendo evidencia de la importancia de incluir el espacio. La segunda variable de mayor magnitud es el *CRX*, el signo negativo indica que la concentración del mercado afecta negativamente a las empresas de este tamaño; la variable binaria revela que las empresas que operan en las zonas fronterizas tienen cierta ventaja de hacerlo; la variable de menor impacto es la productividad laboral, mostrando que los MPC presentan poca reacción ante cambios en el desempeño de los trabajadores. Por su parte, del comparativo con el modelo que no incorpora efectos espaciales, se puede ver que los signos no cambian, que la constante resulta considerablemente más alta; la variable *DUMNORTE* es también mayor en el modelo sin variable espacial, por lo que su no incorporación sobreestima los coeficientes; la *PT* no presenta diferencias. Por último, el *CRX* resulta mayor en el modelo con efectos espaciales, por lo que la no incorporación de la misma subestima el impacto de la concentración de mercado en los MPC.

4.3. *Pequeñas empresas*

En este caso los coeficientes son todos significativos, excepto la constante, y mantienen los signos esperados; el coeficiente del rezago espacial resulta más alto que los coeficientes de las otras variables, reforzando la hipótesis de que el espacio es de fundamental importancia como determinante de los MPC. La segunda variable, en términos de importancia, es el *CRX*, demostrando que la concentración de mercado tiene efectos negativos en los MPC para este tamaño de empresa. La variable binaria denota una ventaja para las empresas transportistas que operan en la frontera. Por último, la variable de menor impacto es la productividad laboral, lo que indica que los MPC presentan poca

reacción ante cambios en el desempeño de los trabajadores. Comparativamente, el modelo sin efectos espaciales muestra escasas diferencias en la *PT* y la *DUMNORTE*, en tanto que los coeficientes de la constante y del *CRX* están sobreestimados. Para finalizar, los signos se mantienen como se esperaban.

4.4. *Empresas medianas*

Para este tamaño de firma los coeficientes resultan estadísticamente significativos, menos la variable *DUMNORTE*, y con los signos esperados. A diferencia de los modelos antes estimados el efecto del espacio resulta negativo. Es conveniente explicar la presencia del signo negativo en la variable *W_MPC*. Si una demarcación con empresa mediana presenta altos MPC y está rodeada de entidades con igual tamaño de empresa, pero con bajos niveles de MPC, se tendrá una autocorrelación espacial negativa, lo que llevará a que el coeficiente *W_MPC* sea negativo. El *CRX* vuelve a ser la variable de segundo orden de importancia, indicando un impacto negativo en los MPC como resultado de la concentración de mercado. Por último, la variable de menor impacto es la productividad laboral, lo que muestra que los MPC presentan poca reacción ante cambios en el desempeño de los trabajadores. Si comparamos los resultados con el modelo sin efectos espaciales se puede observar que la *PT* y la *DUMNORTE* presentan poca diferencia, pero los coeficientes de la constante y del *CRX* son menores. Cabe mencionar que los signos no cambian respecto del modelo que incorpora la variable espacial.

4.5. *Empresas grandes*

El modelo que incluye a las empresas grandes no presenta significancia estadística en las variables excepto la constante. El coeficiente asociado a la variable espacial es el más pequeño comparado con el mismo coeficiente del resto de los tamaños de empresa, lo que sugiere que la variable espacial no presenta impactos en los MPC de las firmas de mayor dimensión. Los coeficientes asociados al modelo sin efectos espaciales presentan poca diferencia con los del modelo espacial.

Como pudo observarse en los modelos utilizados existe una clara relación entre el tamaño de la empresa y el impacto de los efectos espaciales en las ganancias, en la gráfica 2 se puede observar que la relación mencionada es negativa. En el eje horizontal se gráfica el

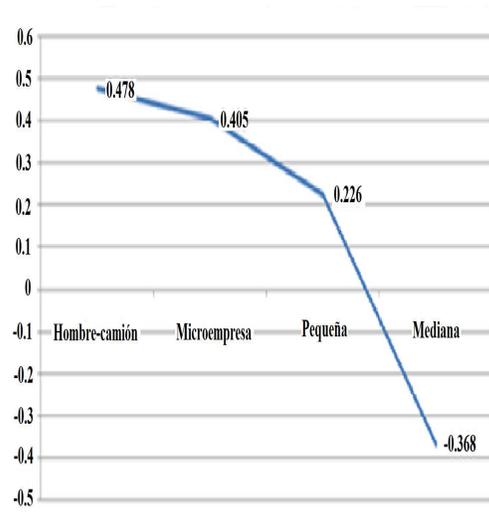
tamaño de las cuatro empresas que tuvieron efectos espaciales significativos y en el vertical la magnitud del coeficiente asociado a tales efectos.

La relación encontrada indica que, a mayor tamaño de empresa transportista, menores efectos espaciales en los MPC. Lo que significa que la reacción en los MPC de las empresas hombre-camión a cambios en los MPC de las firmas en ubicaciones vecinas es la de mayor sensibilidad.

Dado el signo positivo del coeficiente, la variación de los MPC en la vecindad tiene como resultado un movimiento en el mismo sentido en una zona geográfica. No así para las medianas empresas, cuyo signo negativo en los efectos espaciales denota que la variación de los MPC en la vecindad tiene como resultado un movimiento en sentido contrario en los MPC de una zona geográfica.

Gráfica 2

Relación entre tamaño de firma transportista y coeficiente de efectos espaciales (W_{MPC})



Fuente: Elaboración propia.

La dependencia espacial de los MPC cuantificada en el cuadro 3 se traduce, en el modelo, en coeficientes de rezago espacial que siguen

el mismo comportamiento: el valor más alto de los números positivos corresponde a las empresas hombre-camión y el menor a las pequeñas empresas, mientras que el valor negativo corresponde a las medianas empresas.

La razón de esta relación negativa puede ser el ambiente en el que compiten dichas firmas. El número de empresas de menor tamaño en cada entidad federativa es mucho mayor que el de empresas de mayor dimensión. Por ejemplo, la media nacional reportada en el censo 2004 para empresas hombre-camión es de 755, mientras que el promedio, entre estados de la república, de empresas grandes es de 48, con entidades en las que sólo operan una o dos empresas de gran tamaño. Esto implica que, en cada unidad geográfica, existe un mercado similar para las firmas de menor tamaño, lo que no sucede con las empresas grandes. Hecho que desemboca en que las firmas de menor tamaño presenten niveles similares de MPC en cada entidad, por ello el coeficiente de dependencia espacial es más alto en las firmas menores.

5. Conclusiones

En este trabajo se han investigado los determinantes de los márgenes precio costo, MPC, en el autotransporte de carga a nivel tamaño de empresa y su relación con el espacio. Los hallazgos permiten concluir, en primer lugar, que la distribución de los MPC sobre el espacio no es aleatoria, por el contrario, sigue un patrón de autocorrelación espacial. En segundo lugar, el análisis de confirmación demostró la existencia de efectos espaciales como determinante de los MPC. Los efectos citados se presentan como la variable de mayor impacto, entre una serie de determinantes encontrados, lo que denota el alto impacto que tiene el espacio en los MPC y que ha sido ignorado en los estudios previos. Al comparar modelos que incluyen efectos espaciales y modelos que no los incluyen se aprecian sesgos en los coeficientes estimados del resto de las variables. Dichos sesgos varían entre tamaños de empresa, por lo cual es posible advertir que, de no incorporar el espacio, pueden surgir problemas de sobre o subestimación del impacto de otras variables, como determinantes de los MPC.

En cuanto al análisis del resto de los determinantes se aprecia que los signos y significancia de los coeficientes no cambian a través de los diferentes tamaños de empresa. El indicador de concentración de mercado resulta negativo para los cuatro menores tamaños de empresa, variable que se presenta como la segunda en orden de importancia. Las empresas de menores tamaños localizadas en la frontera

ofrecen una ventaja respecto de las que se sitúan en otros puntos. La productividad laboral resulta ser la variable de menor impacto.

La comparación de efectos espaciales y tamaños de empresa arroja una relación claramente negativa, lo que nos muestra que, los MPC de las firmas de menor tamaño, responden con mayor intensidad a los MPC de las firmas del mismo tamaño de las demarcaciones vecinas.

Referencias

- Alañon, P. 1999. El uso práctico de las técnicas de econometría espacial: la productividad del trabajo industrial, Universidad Complutense de Madrid, Documentos de trabajo, núm. 9908.
- Anselin, L. 2005. *Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook*, Center for Spatially Integrated Social Science, University of California.
- . 1995. Local Indicators of Spatial Association-LISA, *Geographical Analysis*, 27: 93-115.
- . 1988. *Spatial econometrics: Methods and models*, Kluwer.
- Avalos, M. y V. Valdés. 2006. *Regulación de aerolíneas en México*, CIDAC, México.
- Bera, A.K. y M.J. Yoon. 1992. Simple diagnostic tests for spatial dependence, Department of Economics, University of Illinois, inédito.
- Castañeda, A. y D. Mulato. 2006. Market structure: Concentration and imports as determinants of industry margins, *Estudios Económicos*, 21(2): 177-200
- Hernández Laos, E. 1985. *La productividad y el desarrollo industrial en México*, Fondo de Cultura Económica, México.
- INEGI. *Encuesta anual de transporte, 2004-2008*.
- Le Gallo, J. y C. Etur. 2000. Exploratory spatial data analysis of the distribution of regional GDP in Europa, 1980-1995, *Papers in Regional Science*, 82(2): 175-201.
- LeSage, J. 1998. *Spatial econometrics*, <http://www.spatial-econometrics.com/html/wbook.pdf>.
- Martin, S. 1988. Market power and / or efficiency? *The Review of Economics and Statistics*, 70(2): 331-335.
- Morán, P. 1948. The interpretation of statistical maps, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 10(2): 243-251.

- Pérez, J. 2006. Econometría espacial y ciencia regional, *Investigación Económica*, LXV(258), 129-160.
- Quintana, L. y M. Mendoza. 2008. *Econometría básica. Modelos y aplicaciones a la economía mexicana*, Plaza y Valdés, México.
- Ramírez, R. 1999. Organización industrial ante la apertura comercial en La manufactura mexicana, en F. Brown y L. Domínguez (comps.) *Ensayos de economía aplicada*, UNAM, México.
- Vayá, E y R. Moreno. 2000. *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial*, Edicions Universitat de Barcelona.

Apéndice

Metodología para la construcción de las variables

Las variables utilizadas en este trabajo se calculan mediante las siguientes relaciones:

- Las ganancias serán representadas a través de un margen precio costo (MPC), el cual se calculó con la expresión:

$$MPC = (\text{ventas totales} - (\text{insumos intermedios} + \text{remuneraciones totales})) / \text{ventas totales}$$

- La productividad será representada mediante un índice de productividad del trabajo (PT)

$$PT = \text{valor agregado} / \text{número de trabajadores}$$

- La concentración de mercado será capturada mediante el cómputo de un $Cr4$, que es una medida acumulativa de las participaciones de mercado de las cuatro empresas más grandes de una industria, posicionada en orden descendente y se define como:

$$Crx = \sum_{i=1}^n S_i$$

Donde Crx es la concentración del número de las empresas más grandes y S_i es el porcentaje de mercado de la i -ésima empresa.

Cabe aclarar que debido a que la *Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica*, en su artículo 38, no permite que sea divulgada la información cuando las unidades económicas son dos o menos, el Crx que se calculó puede tomar las ventas de las primeras dos o más empresas de gran tamaño.