



Estructura de la red de mercado de bovinos en México, 2017-2021



Nicolás Callejas Juárez ^{a*}

José María Salas González ^b

^a Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología. Periférico Francisco R. Almada Km. 1, CP 31453. Chihuahua, Chihuahua, México.

^b Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Sociología Rural. Estado de México, México.

* Autor de correspondencia: ncallejas@uach.mx

Resumen:

La ganadería, el transporte y el aprovechamiento de bovinos son problemas asociados con la dotación de recursos, la distancia recorrida y los tipos de mercado. Se investigó la estructura de la red de movilización de ganado bovino por mercado a nivel municipal y estatal en México durante el periodo 2017-2021. Los datos se analizaron con medidas de estructura económica y de Análisis de Redes Sociales. En el periodo de análisis, un promedio anual de 8.9 millones de cabezas de ganado fueron movilizadas en México: 57.9 % interestatal y 42.1 % intra estatal. Los mercados más importantes fueron para rastro y engorda, el resto correspondió a repasto, reproducción, ferias y espectáculos. La especialización promedio de los mercados y de los estados fue baja, con mayor especialización en el mercado para espectáculos. La estructura de la red estatal de todos los mercados presentó un alto grado promedio y de densidad, pero baja centralidad de salida y entrada. Estas medidas hacen que, en promedio, los estados puedan conectarse en 1.2 pasos a la red nacional y 1.7 en la red por motivo. Se concluye que la estructura estatal del mercado de bovinos en México se compone de 32 orígenes, 32 destinos, seis mercados y mayor movilización interestatal de sur al norte del país.

Palabras clave: Localización regional, Especialización regional, Análisis de redes, Comercio interestatal, Comercio intra estatal.

Recibido: 22/03/2023

Aceptado: 23/06/2023

Introducción

En México se han llevado a cabo investigaciones sobre la producción y comercialización de bovinos, pero no se han abordado otros importantes objetivos zootécnicos o nichos de mercado como el repasto, reproducción, engorda y espectáculos. La movilidad del ganado bovino consiste en trasladar animales vivos de un sitio a otro según las leyes del mercado y del Gobierno⁽¹⁾, mientras que la estructura social de los mercados es una refutación de las conceptualizaciones de mercado asociales que dominan la teoría y la política económica⁽²⁾.

Investigaciones de este tipo se han realizado en EE.UU.⁽³⁾, Argentina⁽⁴⁾, Alemania⁽⁵⁾, Brasil⁽⁶⁾, Francia⁽⁷⁾, Chile⁽⁸⁾, Ecuador⁽⁹⁾, Irlanda⁽¹⁰⁾ y Uruguay⁽¹¹⁾; todas coinciden en la importancia que los estudios tienen para la asignación de recursos, mejorar la eficiencia de los mercados y el manejo zoonosanitario.

Canadá tiene un sistema eficaz de identificación de los animales, sus provincias están avanzando hacia un sistema con plena trazabilidad; no obstante, EE.UU. y México han progresado poco o nada⁽¹²⁾. La falta de trazabilidad provoca pérdidas económicas anuales en EE.UU. por hasta 83,000 millones de dólares, y en el caso de países de ingreso bajo y medio por hasta 95,000 millones de dólares, 80 % de esas pérdidas están relacionadas con el consumo de agua y alimentos⁽¹³⁾. Además de las interrupciones en la cadena de suministro de ganado bovino en EE.UU. y caída en los precios del ganado de todos los eslabones propiciados por la pandemia del COVID-19⁽¹⁴⁾, el fenómeno epidemiológico dio lugar a un aumento histórico de la diferencia entre el precio del ganado y el de la carne al por mayor⁽¹⁵⁾, con pérdidas estimadas en 13,600 millones de dólares⁽¹⁶⁾.

En México, el suministro de ganado bovino es importante en el inventario, volumen producido, valor de la producción y disseminación en todo el territorio nacional⁽¹⁷⁾. En 2020, el inventario nacional era de 35.6 millones de ganado bovino, 92.7 % de carne y 7.3 % de leche. De estos, el 36.3 % se concentró en los estados de Veracruz, Jalisco, Chiapas y Chihuahua⁽¹⁸⁾; los tres primeros estados se caracterizan por la cría de razas cebú y el cuarto estado por razas europeas⁽¹⁹⁾.

El desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones dio origen a teorías que constituyen la base del actual desarrollo económico regional. La teoría de las redes sociales es un instrumento de análisis de la estructura de un mercado para cualquier actividad económica o sector productivo⁽²⁰⁾. Las características estructurales de las redes sociales describen cómo se conectan los actores para formar una red o una cadena de valor⁽²¹⁾; las medidas de las redes pueden calcularse a nivel de nodo y de toda la red⁽²²⁾. Ante el problema de proveer soluciones para la producción y distribución pecuaria, el objetivo de la investigación fue analizar la estructura de la red de movilización de bovinos en México durante el periodo 2017-2021, mediante medidas de localización económica,

de centralidad y densidad de las redes por tipo de motivo de mercado (movilización del ganado).

Material y métodos

La base de datos utilizada en la investigación consideró el 100 % de los registros diarios de todos los tipos de bovinos (leche, carne, rodeo, lidia) movilizados legalmente por las estaciones cuarentenarias de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA) en México para seis motivos o mercados (rastros, engorda, repasto, reproducción, ferias y espectáculos). para el periodo 2017-2021. La información se empleó bajo autorización expresa de SENASICA y su análisis se realizó en Excel de Microsoft Office®.

La investigación consideró un método de recolección de datos completa⁽²³⁾. Los registros municipales de movilización se agruparon por estado y por mercado. Esta agrupación se realizó para formar matrices municipal, estatal y nacional para que fueran acordes con el método y técnicas utilizados para estimar los indicadores de la estructura de la red de mercado de bovinos en México. Se analizaron un total de 1,374 municipios de origen (Ms), 1,842 municipios de destino (Md) y 44.7 millones de cabezas de ganado bovino movilizadas en el periodo de análisis. Por mercado, se registraron 951 municipios que movilizaron bovinos para sacrificio, 900 para engorda, 652 para repasto, 676 para reproducción, 391 para espectáculo y 484 para ferias; los municipios de destino fueron 853 para sacrificio, 1,119 para engorda, 1,086 para repasto, 1,355 para reproducción, 916 para espectáculo y 548 para ferias.

Los datos municipales se analizaron por estado, con $N_i = 32$ orígenes (X_i) y $N_j = 32$ destinos (X_j), esto significa 1,024 relaciones de intercambio. Las mediciones de importancia económica y de redes se hicieron sobre el número de reses movilizadas en el territorio mexicano (X_{ij}). En el análisis de la estructura de la red se utilizaron dos teorías, teoría de la localización espacial⁽²⁴⁾ y análisis de redes sociales⁽²⁵⁾.

Para el análisis de la estructura económica regional, los datos de la movilización de ganado se ordenaron en dos matrices, la primera sector-región de origen y la segunda al sector-región de destino. Los sectores fueron los seis tipos de movilización de ganado (V_i) y las regiones los estados de origen y de destino del ganado (V_j). La variable de análisis fue el número de cabezas de ganado movilizadas (V_{ij}).

La participación del sector en la región de origen (P_{ji1}) y el sector en la región de destino (P_{ji2}) representa la especialización interregional; este dato se obtuvo dividiendo el porcentaje de la región j dentro de la actividad del sector i. El coeficiente de localización (Q_{ij}) muestra la proporción de cada región dentro de cada sector y es una medida de

distribución interregional del sector y concentración absoluta; se obtiene de la participación del sector i en la región j y la participación del mismo sector en el total nacional. Finalmente, el coeficiente de especialización (Q_r) muestra el grado de similitud de la estructura económica regional con la estructura económica del país y se utiliza como medida de especialización regional⁽²⁶⁾.

$$Q_r = 0.5 \sum_i \left| \frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} - \sum_j \frac{V_{ij}}{\sum_i \sum_j V_{ij}} \right|; 0 \geq Q_r \leq 1$$

Para el análisis de redes, la información se ordenó en formato de matriz (X_{ij}). Las hileras correspondieron a los bovinos movilizados por origen (X_i) y las columnas a los recibidos por destino (X_j). También se consideró la diagonal principal de la matriz debido a que representa la movilización dentro de un estado o intra estatal (X_{ii}). Los elementos de la matriz se transformaron a forma binaria, asignando un 1 a la movilización de ganado ($X_{ij}>0$) y 0 si no ($X_{ij}=0$). Se analizaron un total de siete redes, una por todos los motivos y otra por cada motivo de movilización del ganado. Así mismo, todos los análisis se realizaron para el periodo 2017 a 2021.

El método utilizado fue el Análisis de Redes Sociales (ARS)⁽²⁵⁾. La estructura total y motivo de movilización del ganado se analizaron mediante medidas de densidad y centralidad. La densidad es una medida de la cohesión entre los elementos de una red⁽²⁷⁾, y la centralidad mide la importancia de un elemento en la red⁽²⁵⁾.

El grado de centralización de la red mide el número de movilizaciones de ganado de origen a destino ($GC_{ij} = \sum_{i,j} GC_{ij} = \sum_{j,i} X_{ji}$); la densidad mide número de movilizaciones de ganado realizadas en el número de movilizaciones posibles ($D_{ij} = N_{ij}/N$); el grado de salida mide el número de conexiones entre cada origen y destino ($G_i = \sum_i X_{ij}$) y el grado de entrada mide el número de conexiones entre cada destino y origen ($G_j = \sum_j X_{ji}$). La centralización del vector propio mide el aspecto cualitativo de las conexiones de un vértice, sobre la premisa de que las conexiones a los vértices más influyentes son más importantes que las conexiones a los vértices menos influyentes, y también considera la centralidad de los vecinos.

La centralidad del vector propio mide la influencia de un nodo sobre la red, asigna una puntuación relativa a cada nodo bajo el principio de que los enlaces de los nodos importantes (medidos por el grado de centralidad) valen más que los enlaces de los nodos no importantes⁽⁸⁾.

La homofilia es una medida intra estatal del ganado y se obtiene con la suma de los elementos de la diagonal principal de la matriz ($Tr = \sum x_{ii}$). La homofilia es la tendencia de los estados y municipios para formar grupos con el objetivo de vender o comprar ganado bovino.

Finalmente, el capital social (CS) es una medida de relaciones sociales y puede representar una ventaja creada por la ubicación de una persona con una estructura de relaciones; puede presentarse en tres formas: 1) obligaciones y expectativas, 2) canales de información y 3) normas sociales⁽²⁸⁾. Así mismo, el capital social consiste en los recursos de información y reciprocidad que los individuos pueden obtener de la estructura de las redes sociales⁽²⁹⁾. El capital social se midió a través de la medida de clausura, que es una medida que cuantifica la preferencia del origen por un destino, es decir, un origen siempre prefiere a un destino y viceversa.

Resultados

El análisis exploratorio permitió identificar la dinámica de la movilización de ganado bovino en pie en México; mapear su distribución geográfica fue la base para mostrar la estructura estatal durante el periodo 2017 a 2021. En el ámbito nacional, en promedio anual se movilizaron 8.9 ± 0.3 millones de bovinos para todos los motivos, con un incremento anual promedio de 3.4 %.

La estructura del ganado movilizado se compuso de seis mercados: sacrificio, engorda, repasto, reproducción, ferias y espectáculos. Los dos mercados más importantes fueron rastro y engorda, con 53.5 % y 44.35 % de los bovinos movilizados respectivamente; el resto de los mercados representaron 1.1 % para repasto, 0.5 % reproducción, 0.3 % ferias y 0.2 % espectáculos. Además, la estructura por sexo fue mayor en machos (65.8 %) que en hembras (34.2 %); sin embargo, durante el periodo de análisis, la movilización de machos disminuyó 16.9 % en ese periodo (72.6 % en 2017 a 60.3 % en 2021) y en hembras se incrementó 44.9 % (27.4 % en 2017 a 39.7 % en 2021).

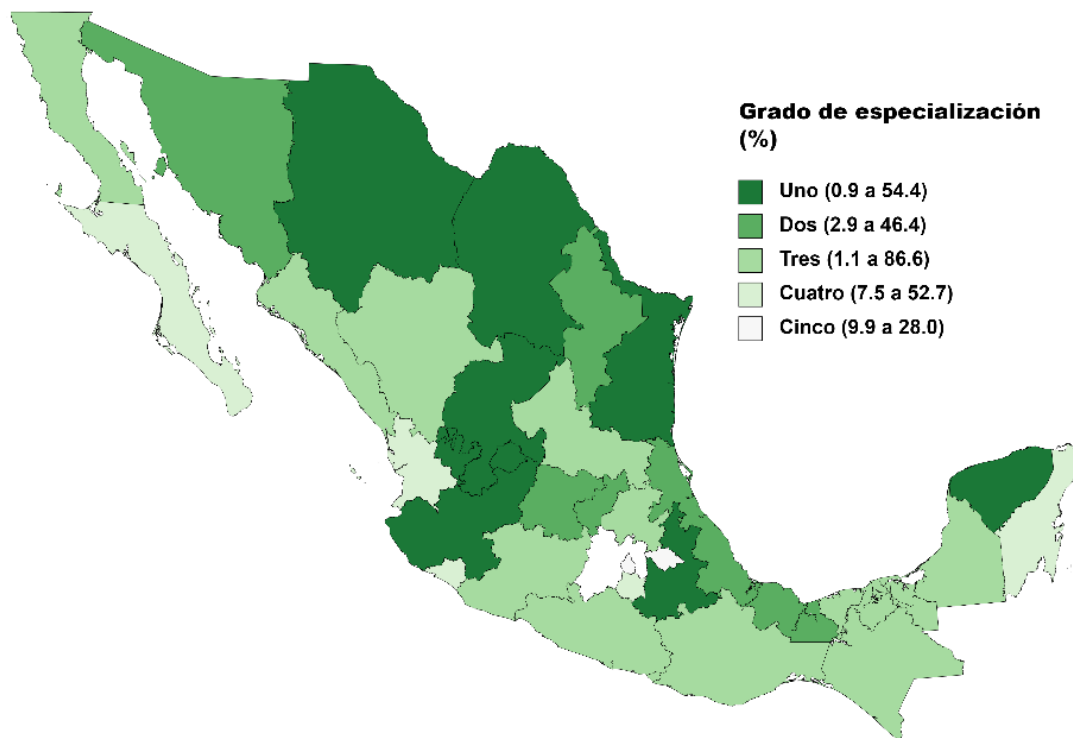
La proporción de ganado bovino en los mercados intra estatales fue menor (42.2 %) que en los mercados interestatales (57.9 %). Sin embargo, la participación intra estatal por mercado fue de 30.9 %, fue mayor para el mercado de rastro (71.8 %) y menor para espectáculos (5.8 %). Por estado, los mercados intra estatales más importantes fueron San Luis Potosí (7.2 %), Veracruz (5.7 %) y Durango (5.2 %); y los interestatales fueron Chiapas-San Luis Potosí (33 %), Chiapas-Querétaro (2.3 %) y Chiapas-Veracruz (1.7 %).

Oferta

La estructura económica de la movilización de ganado pudo explicarse con medidas de especialización interregional. La especialización promedio de los mercados (0.39) fue mayor que para las regiones (0.33). Los mercados para espectáculos y rastro fueron los de mayor y menor especialización, 0.57 y 0.28 respectivamente; por estado, Ciudad de México y Aguascalientes fueron los de mayor y menor especialización, 0.99 y 0.01 respectivamente. Por estado, en un mercado se especializó 25.0 %, en dos mercados 18.8 %, en tres mercados 34.4 %, en cuatro mercados 15.6 %, en cinco mercados 6.3 %

y ninguno en los seis mercados. Por mercado, para rastro se especializó 43.8 % de los estados, engorda 46.9 %, repasto 43.8 %, reproducción 50.0 %, ferias 34.4 % y espectáculos 40.6 % (Figura 1).

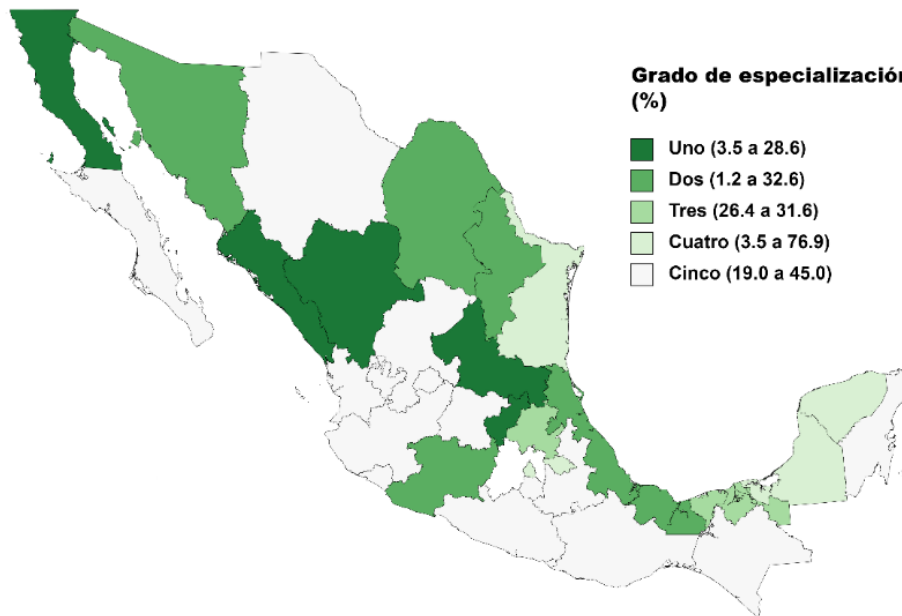
Figura 1: Especialización geográfica de la oferta de ganado bovino en México, 2017-2021



Demanda

En la estructura económica de la demanda, ninguno de los estados se especializó en los seis motivos. La especialización promedio por motivo fue mayor que la especialización por estados, 0.40 y 0.27 respectivamente. El mercado para ferias fue el de mayor especialización (0.58) y para rastro el menos especializado (0.11). La especialización por estado muestra que en un mercado se especializó 15.6 %, en dos mercados 18.8 %, en tres mercados 6.3 %, en cuatro mercados 15.6 %, en cinco mercados 43.8 % y ninguno en los seis mercados. La especialización por mercado muestra que 71.9 % de los estados se especializó en ganado para reproducción, 65.6 % en espectáculos, 62.5 % en ferias, 62.5 % en repasto, 46.9 % en rastro y 43.8 % en engorda (Figura 2).

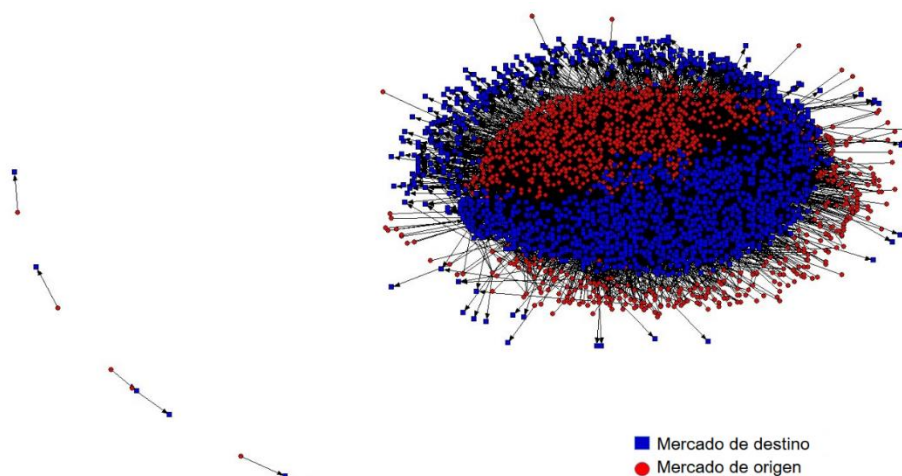
Figura 2: Especialización geográfica de la demanda de ganado bovino en México, 2017-2021



Análisis de redes

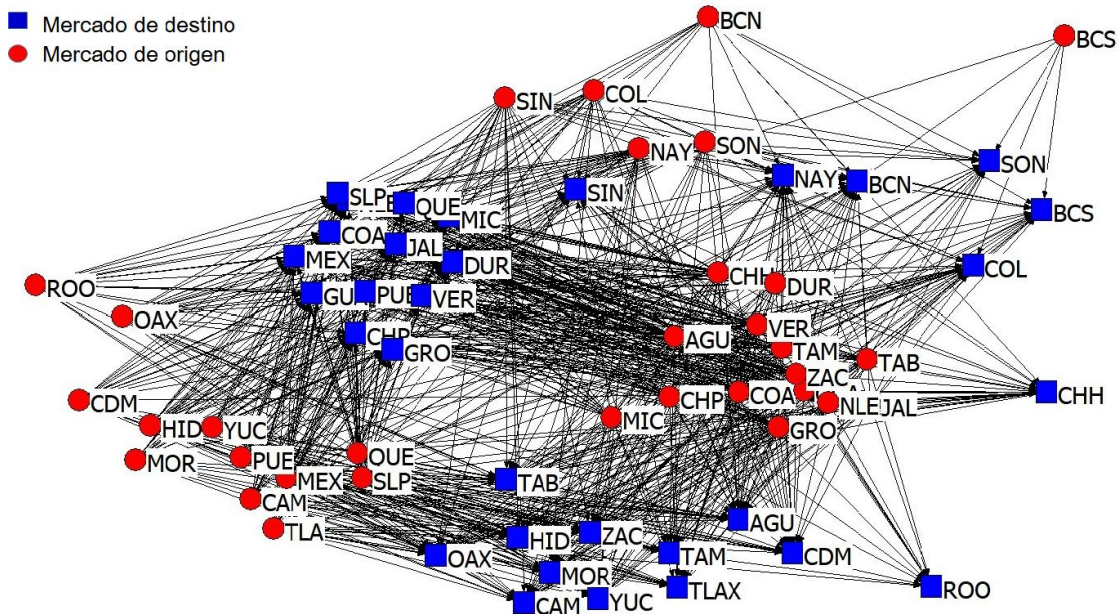
La red municipal de movilización de bovinos en México se compuso de 1,374 municipios de origen (puntos rojos), 1,842 municipios de destino (puntos azules) y 39,068 enlaces comerciales (bordes). Las medidas de la estructura de toda la red fueron bajas; 0.04 de densidad y 52.4 grado promedio. Sin embargo, las medidas de centralización fueron altas, 0.34 grado de centralización, centralización de salida y centralidad de entrada. Las medidas de densidad y grado promedio de la red por mercado fueron menores que para toda la red; pero fueron mayores las medidas de centralidad, el doble en el mercado para espectáculos (Figura 3).

Figura 3: Red municipal de movilización de ganado bovinos en pie en México, 2017-2021



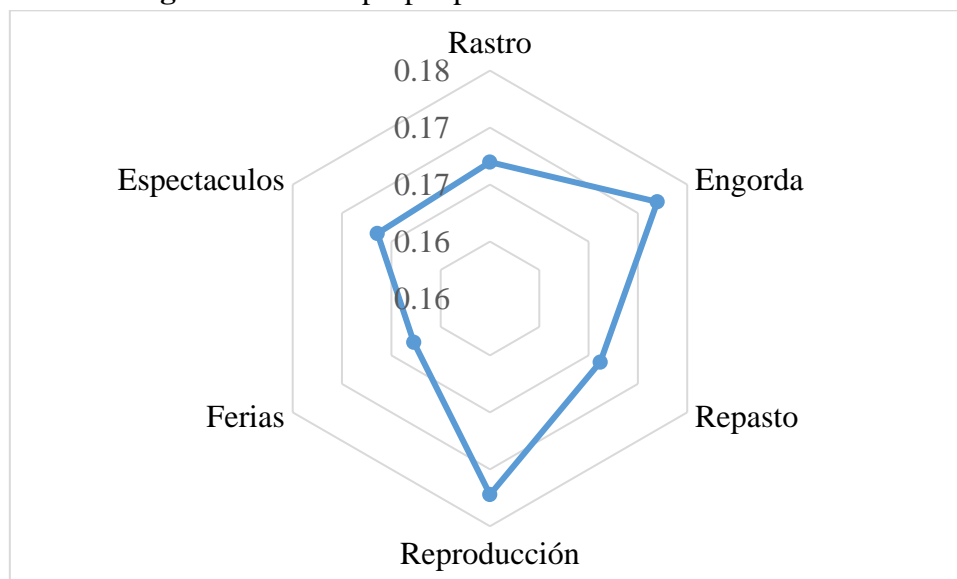
La red estatal de movilización de bovinos en México estuvo conformada por 32 estados de origen (nodos rojos), 32 estados de destino (nodos azules) y 856 relaciones comerciales de 1,024 posibles. Las medidas de densidad y grado promedio de toda la red fueron altas, 0.84 y 25.9 respectivamente; sin embargo, las medidas de centralidad fueron bajas, el grado de centralización fue de 0.02, centralización de salida 0.17 y centralidad de entrada 0.14 (Figura 4).

Figura 4: Red estatal de movilización de ganado bovinos en pie en México, 2017-2021



Las redes por mercado tuvieron medidas de densidad y grado promedio bajas con relación a la red total, 0.50 y 15.0 respectivamente; la densidad y grado promedio más altos fueron para las redes de engorda y reproducción (0.60 y 18.6) y la más baja para ferias (0.38 y 11.8). Pero, el grado de centralidad de los mercados fue 11.5 veces mayor que para toda la red, y las centralidades de origen y destino 2.5 veces.

Una medida de centralidad que considera la importancia relativa de los elementos de la red es el vector propio. La red total tuvo un valor propio de 0.18, superior al de los mercados (Figura 5). En la red nacional, el primer vector propio explicó 80.8 % de la variación de todos los mercados. Las redes por mercado tuvieron valores propios menores que para toda la red, el primer componente explicó 55.7 % para rastro, 65.8 % engorda, 50.1 % repasto, 62.2 % reproducción, 46.6 % ferias y 50.9 % espectáculos. En la red total, 28.1 % de los estados tuvieron el máximo valor propio (0.19). El estado de Jalisco fue el más importante en las redes de mercado para rastro (0.24), engorda (0.21), repasto (0.24), reproducción (0.22) y ferias (0.28); los estados de Michoacán y San Luis Potosí en espectáculos (0.24).

Figura 5: Vector propio por red de mercado 2017-2021

Finalmente, las medidas de homofilia y capital social (closure) robustecen la estructura de la red de bovinos en México. La homofilia promedio para toda la red fue mayor (0.69) que por mercado (0.31), la homofilia más alta se presentó en la reproducción y la más baja en repasto. Así mismo, el capital social promedio de la red para todos los mercados fue más alto (0.90) que por mercado (0.71). El mayor capital social se presentó en la red del mercado para engorda (0.79) y el menor para ferias (0.68).

Discusión

El mercado de bovinos en México movilizó en promedio anual una tercera parte del inventario nacional. Como los mercados rastro y engorda representaron la mayor proporción del ganado movilizado, las actividades de reproducción y repasto se llevan a cabo en la misma unidad de producción, no así para los mercados de ferias, reproducción y espectáculos (Cuadro 1).

Cuadro 1: Principales estados de oferta y demanda de bovinos en México, 2017-2021 (%)

Estado	S ¹	D ^{1a}	S ²	D ^{2a}	S ³	D ^{3a}	S ⁴	D ^{4a}	S ⁵	D ^{5a}	S ⁶	D ^{6a}
Chiapas	0.9	0.7	28.6	1.3	20.1	17.4	10.8	10.1	24.2	24.4	1.5	1.5
Coahuila	4.3	4.4	3.6	3.1	7.0	18.4	2.6	2.7	0.8	0.4	0.5	1.3
Durango	13.7	10.2	1.8	15.7	8.6	11.9	1.9	3.3	1.1	0.8	0.3	2.0
Guerrero	0.1	0.1	3.4	0.0	0.3	0.3	1.7	2.1	0.7	0.3	22.5	2.5
Jalisco	4.5	1.3	6.5	3.0	4.4	6.5	9.5	9.0	10.3	9.5	7.8	9.4
Estado de México	0.3	9.5	0.2	1.8	0.5	0.9	0.2	1.5	0.2	0.1	4.8	10.0
Michoacán	7.5	11.4	1.5	5.9	0.7	1.2	2.3	5.2	1.1	3.8	4.5	9.7
Nuevo León	7.9	8.8	2.1	8.6	1.9	3.3	10.2	4.1	12.3	8.9	0.7	1.8
San Luis Potosí	13.8	13.8	1.7	15.3	1.2	0.7	0.9	1.6	3.0	4.0	9.9	2.5
Tabasco	0.3	0.3	7.8	0.4	9.4	9.0	7.4	8.1	8.1	7.0	0.4	0.3
Tamaulipas	2.1	1.9	1.7	2.1	3.5	2.6	10.9	6.0	10.9	8.6	1.0	0.6
Tlaxcala	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	16.4	1.1
Veracruz	9.1	7.4	14.5	10.9	5.6	5.4	8.9	10.9	9.4	8.1	0.8	2.9

1= oferta para rastro, 1^a= demanda para rastro, 2= oferta para engorda, 2^a= demanda para engorda, 3= oferta para repasto, 3^a= demanda para repasto, 4= oferta para reproducción, 4^a= demanda para reproducción, 5= oferta para ferias y exposiciones, 5^a= demanda para ferias y exposiciones, 6= oferta para espectáculos, 6^a= demanda para espectáculos.

Los recursos productivos y el costo de los combustibles han permitido una mayor especialización de los mercados; en 2021 el costo por kilómetro recorrido para transporte terrestre fue de 0.52 US\$ km⁻¹ y representó 43.8 % del costo total⁽³⁰⁾. Los estados del sureste del país se han especializado en los mercados de reproducción y repasto debido a la abundancia relativa de clima, tierra, agua y forraje; el trópico húmedo de México se caracteriza por precipitaciones de hasta 1,300 mm anuales (Jaramillo, 1994, citado por Enríquez-Quiroz *et al*, 2021)⁽³¹⁾, permite un máximo de 1.79 UA por hectárea⁽³²⁾; los estados del norte y centro en la engorda y sacrificio para abastecer los grandes mercados consumidores de carne de las metrópolis del centro del país y los mercados del centro en las ferias y espectáculos que son eventos importantes para las culturas regionales.

El análisis de la estructura económica regional y por mercado de bovinos en México indica que, en promedio, los mercados y regiones de bovinos en México tienen un bajo nivel de especialización, ya que ambas medidas son inferiores al 40 %. Los mercados más especializados (ferias y espectáculos) están relacionados con la oferta de toros de lidia y rodeo; mientras que el menos especializado está relacionado con el sacrificio de animales de desecho (vacas y toros). La especialización de la ganadería en los estados del norte del país está en la producción de becerros para exportación; la actividad ganadera de Chihuahua está orientada a la exportación de becerros⁽³³⁾.

La medida de especialización promedio por mercado y por estado indica que la ganadería bovina en México tiene bajo nivel de especialización, aunque ésta fue mayor para los

mercados que para los estados. La especialización promedio de la oferta para los estados no fue estadísticamente diferente de la especialización promedio de la demanda para los estados ($P>0.05$); lo mismo sucedió a la especialización promedio de los mercados. Sin embargo, sí pudo comprobarse que existen diferentes grados de especialización en los mercados, fue mayor en el mercado de espectáculos y menor en el mercado para rastro. La baja especialización se explica por la diversidad de las escalas de producción, dotación de recursos y reducido conocimiento de los mercados por parte de oferentes (productores) y demandantes (consumidores).

Dada la gran cantidad de municipios, dispersión y distancia entre municipios, el grado promedio y centralidad de la red municipal de bovinos en México se consideran muy bajos. Existe una mayor proporción de municipios de México que participan en los mercados de bovinos; 56.2 % de los municipios participaron en los mercados de origen y 73.3 % en los mercados de destino. Por mercado de origen, 41.4 % de los municipios participaron en el mercado de rastro y 58.9 % en el mercado de destino para reproducción. El mercado con menor participación de municipios en origen fue espectáculos (16.4 %) y en destino ferias (23.2 %).

El costo de transporte del ganado es alto entre municipios. La distancia entre los dos municipios más importantes en la movilización de ganado (Ezequiel Montes Querétaro y La Paz Estado de México) es de 224.9 km, aunque el segundo mercado (Benemérito de las Américas Chiapas y Tamuín San Luis Potosí) es de 1,341.9 km y la distancia más grande fue de Matamoros Coahuila a Mexicali Baja California Norte, de 1,714 km. El ganado bovino se moviliza en todos los estados de México, pero la importancia es distinta por mercado de origen y de destino, los estados del sureste fueron el principal origen del ganado para los mercados de reproducción, repasto y engorda; los mercados del norte son el principal destino del ganado para engorda (Cuadro 1).

La densidad es una medida de conexión de la red y del capital social. La alta densidad de la red nacional está asociada con la cantidad de mercados (seis), rastros (1,175) y la disponibilidad de recursos; en tanto que la baja centralidad se asocia con bajas escalas de producción. La densidad por mercado es menor que para toda la red por la especialización, tanto de orígenes como destinos; mientras que la centralidad por mercado es mayor porque está asociada con la preferencia o capital social de orígenes y destinos. Los estados obtienen información de mercado con 26.8 ± 6 estados en promedio, pero solo representa 3.1 % del ganado movilizado.

El vector propio es una medida de la centralidad de la red, el patrón de la red lo representan 80.8 % de los estados. El valor propio de los estados de origen y destino indican que el mercado nacional de bovinos en México tiene una alta estabilidad, el gradado de desigualdad de los estados es de apenas 1.8 % del máximo posible.

Los estados de origen más importantes se relacionan con los estados más importantes de destino y viceversa, mientras que los mercados individuales tienen 3.3 veces más inestabilidad. Los mercados para reproducción y para ferias tuvieron la mayor y menor estabilidad, representaron 2.3 y 4.2 veces la estabilidad nacional. Unos casos especiales son las terneras destetadas, estabilizar su reemplazo es la base para estabilizar los mercados de repasto, engorda y rastro. La inestabilidad de las ferias está más asociada con la estabilidad económica del país y de eventos como la pandemia del Covid-19 en el año 2021.

Conclusiones e implicaciones

Esta investigación es la primera en México donde se analiza la estructura de los seis mercados para bovinos a nivel municipal, se construyeron los mapas de especialización de la oferta y de la demanda, se estimó el índice económico de especialización, se presenta el gráfico de la red nacional de movilización del ganado por mercado, se estimaron las medidas de densidad y centralidad de la red. Al conocer origen, destino y cantidad de ganado movilizado en el país se puede establecer un sistema de vigilancia sanitaria y de registro de la información de mercado para mejorar la productividad de los sistemas de producción y comercialización de bovinos en México. El mercado de bovinos en México es importante porque moviliza en promedio más de un tercio del inventario nacional, principalmente para rastro y engorda. Sin embargo, los mercados presentan una baja especialización ocasionada por variables como la gran cantidad de municipios. Por ello, solo un cuarto y un séptimo de los estados de origen y destino se especializan en los mercados para engorda y rastro. Así mismo, la estructura nacional de movilización presenta un alto grado de densidad, con un bajo grado de centralidad; mientras que, por mercado, la densidad es menor, pero con mayor centralidad. Por ello, con una homofilia que representa casi la mitad del mercado, el capital social es alto. Estos aspectos propician que, en promedio, los estados puedan conectarse en 1.2 estados a toda la red nacional y hasta 1.7 en la red por motivo.

Literatura citada:

1. Rodríguez RR, González CAF, Arana A, Belinda SE, Vallejo CA. Trazabilidad de la carne de bovino: conceptos, aspectos tecnológicos y perspectivas para México. *Interciencia* 2010;35(10):746–751.
2. Biggart NW, Beamish TD. The economic sociology of conventions: Habit, custom, practice, and routine in market order. *Annual Rev Sociol* 2003;(29):443–464.
3. Fike K, Spire MF. Transportation of cattle. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* 2006;22(2):305–320.
4. Aznar MN, Stevenson MA, Zarich L, León EA. Analysis of cattle movements in Argentina, 2005. *Preventive Vet Med* 2011;98(2–3):119–127.

5. Brzoska L, Fischer M, Lentz HHK. Hierarchical structures in livestock trade networks—a stochastic block model of the German cattle trade network. *Frontiers Vet Sci* 2020;(7):1–12.
6. Negreiros RL, Grisi FJHH, Dias RA, Ferreira F, Ferreira NJS, Ossada R, Amaku M. Analysis of the cattle trade network in the state of Mato Grosso, Brazil. *Brazilian J Vet Res Anim Sci* 2020;57(4):1–10.
7. Hoscheit P, Anthony É, Vergu E. Dynamic centrality measures for cattle trade networks. *Appl Network Sci* 2021;6(26):1-17.
8. Alocilla O, Monti G. Network analysis of cattle movements in Chile: Implications for pathogen spread and control. *Prev Vet Med* 2022;(204):105644.
9. Vinueza RL, Durand B, Zanella G. Network analysis of cattle movements in Ecuador. *Prev Vet Med* 2022;(201):1-10.
10. Tratalos JA, Madden JM, McGrath G, Graham DA, Collins AB, More SJ. Spatial and network characteristics of Irish cattle movements. *Prev Vet Med* 2019;183: 105095.
11. Vander WKL, Picasso C, Enns EA, Craft ME, Álvarez J, Fernandez F, *et al.* Network analysis of cattle movements in Uruguay: Quantifying heterogeneity for risk-based disease surveillance and control. *Prev Vet Med* 2016;(123):12–22.
12. Knutson RD. Discussion: animal identification systems in North America: Achievements and future challenges. *J Agric Appl Econom* 2010;42(3):571–574.
13. Guzmán RJA, Rubio LMS. Current practices that threaten beef safety in Mexico. *Nacameh* 2020;7(2):78–98.
14. Martinez CC, Maples JG, Benavidez J. Beef cattle markets and COVID-19. *Appl Econ Perspec Policy* 2021;43(1):304–314.
15. Lusk JL, Tonsor GT, Schulz LL. Beef and pork marketing margins and price spreads during covid-19. *Appl Econ Perspec Policy* 2021;43(1):4–23.
16. Peel DS, Blach R, Burdine K, Close D, Maples J, Tonsor G. Economic damages to the U.S. beef cattle industry due to COVID-19 (Vol. 2020). Accessed Feb 17, 2022. <https://extension.okstate.edu/fact-sheets/economic-damages-to-the-u-s-beef-cattle-industry-due-to-covid-19.html>.
17. Callejas JN, Rebollar RS. Análisis de la demanda de bovinos carne en pie en los centros de sacrificio de México, 2000-2018. *Rev Mex Cienc Pecu* 2021;12(3):861–877.
18. SIAP. Sistema de información Agropecuaria y Pesquera. Producción ganadera. México. 2022.

19. Callejas JN, Ortega GJA, Rebollar RS. La producción de becerros en Chihuahua: un análisis económico marginal. *Avances Invest Agropecu* 2015;19(2):51–66.
20. J, Luo Y. (2017, March). Degree Centrality, Betweenness Centrality, and Closeness Centrality in Social Network [Conferencia]. *Proc 2017 2nd Int Conf Modelling, Simulation and Applied Mathematics (MSAM2017)*. <https://doi.org/10.2991/msam-17.2017.68>.
21. Streeter CL, Gillespie DF. Social network analysis. *J Social Serv Res* 1993;16(1–2):201–222.
22. Kim Y, Choi TY, Yan T, Dooley K. Structural investigation of supply networks: A social network analysis approach. *J Operations Management* 2011;29(3):194–211.
23. Hanneman Hanneman RA, Riddle M. *Introduction to social network methods* 2005; Accessed Jun 25, 2022. <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/nettext/>
24. Bosier S. *Planning a system of regions: methods and techniques of interregional planning*. 1981. Accessed Ago 15, 2022. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/30054/S8100033_en.pdf?sequence=1&isAllowed=y
25. Freeman LC. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks* 1978;1(3):215–239.
26. Lira L. *Técnicas de análisis regional*. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social. 2009.
27. Borgatti SP, Everett MG, Freeman LC. *Ucinet 6 for Windows: Software for Social Network Analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies 2013.
28. Coleman JS. Social capital in the creation of human capital. *Knowledge Social Capital* 2009;(94):17–42.
29. García VMJI. Una definición estructural de capital social. *Redes. Rev Hisp Análisis Redes Sociales* 2011;20(1):132-160.
30. Barrones-Sanz, LD. Costos operativos en el transporte de mercancía por carretera: El caso de los sistemas de construcción ligera en México. *Dirección y Organización*, (2021);73(73):5–17. <https://doi.org/10.37610/DYO.V0I73.589>.
31. Enríquez-Quiroz JF, Esqueda-Esquivel VA, Martínez-Méndez D. Rehabilitation of degraded pastures in the tropics of Mexico. *Rev Mex Cienc Pecu* 2021;12:243–260. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5876>.
32. Camacho-Vera JH, Vargas-Canales JM, Quintero-Salazar L, Apan-Salcedo GW. Characteristics of milk production in La Frailesca, Chiapas, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 2021;12(3):845–860. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i3.5375>.

33. Callejas JN, Lujan GCS, Gonzalez JMS, Arrieta ED. Network structure for the mobility of bovines produced in the state of Chihuahua, Mexico, 2010–2019. *Agrociencia* 2023;57(3):622-653. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i3.2742>.