

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS



**Análisis espacial de la especialización municipal de la producción
de fresa en México, 2003-2020**

Por:

Martin Eugenio Torres Rodríguez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS

**Análisis espacial de la especialización municipal de la producción
de fresa en México, 2003-2020**

POR:

MARTIN EUGENIO TORRES RODRIGUEZ

TESIS

Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
para obtener el título de:

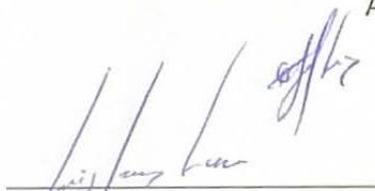
LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS

Aprobada por:



Dr. Víctor Manuel Gerónimo Antonio

Asesor Principal



M.C. Luis Jesús Lozano

Coasesor



Dra. Lydia Venecia Gutiérrez López

Coasesor



Lic. Norma Eugenia Sánchez García

Coordinadora de la División de Ciencias Socioeconómicas

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Enero de 2024.



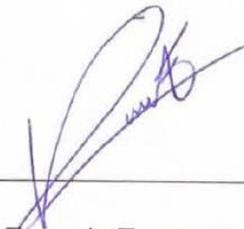
Declaración de no plagio

El autor quien es responsable directo, jura bajo protesta de decir la verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o el autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Martin Eugenio Torres Rodríguez

Nombre y Firma

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han contribuido de manera significativa a la realización de esta investigación.

En particular, agradezco a mis padres, Martín Torres Torres y Patricia Adriana Rodríguez, por brindarme su apoyo en todos los aspectos. Además, les agradezco la paciencia y comprensión que han demostrado en todo momento. De igual modo, agradezco su constante estímulo para que dé lo mejor de mí mismo, así como la invaluable oportunidad que me proporcionaron para llevar a cabo mis estudios.

Quiero expresar mi reconocimiento al Dr. Víctor Manuel Gerónimo Antonio, mi asesor, así como a M.C. Luis Jesús Lozano y la Dra. Lydia Venecia Gutiérrez López mis coasesores cuya guía experta y apoyo constante fueron fundamentales en cada etapa del proceso de investigación. Su experiencia y dedicación han sido una fuente de inspiración.

Agradezco sinceramente a mis amigos que me acompañaron y brindaron un apoyo invaluable, inspirándome a culminar mi etapa universitaria durante este periodo.

Asimismo, mi agradecimiento se extiende a todos mis profesores, quienes compartieron sus conocimientos y proporcionaron valiosas sugerencias que enriquecieron este trabajo. Sus comentarios constructivos fueron esenciales para su mejora.

Finalmente, expreso mi gratitud a la institución educativa por proporcionar los recursos necesarios y crear el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación.

Con aprecio,

Martin Eugenio Torres Rodríguez.

DEDICATORIA

Con gran emoción y admiración, dedico esta tesis a todos aquellos que han sido mi fuente constante de inspiración y apoyo a lo largo de este desafiante pero gratificante viaje académico.

A mis padres, cuyo inquebrantable amor y aliento han sido la fuerza motriz detrás de cada logro. A mis profesores, cuya sabiduría y orientación han iluminado mi camino educativo. A mis amigos, quienes han compartido risas, desafíos y momentos inolvidables durante esta travesía.

Este trabajo no solo representa un esfuerzo individual, sino también el resultado de la colaboración y el respaldo de quienes me rodean. Cada página refleja el compromiso, la dedicación y el aprendizaje compartido a lo largo de este proceso.

Que esta tesis sea un modesto tributo a todos aquellos que han contribuido a mi crecimiento académico y personal. ¡Gracias por ser parte de este capítulo significativo de mi vida!

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1. Antecedentes.....	6
1.2. Preguntas de investigación.....	11
1.3 Objetivos.....	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	12
1.4. Hipótesis	12
1.5. Justificación	13
CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL	15
2.1. La oferta de productos agrícolas y sus determinantes	15
2.2. Relevancia del espacio.....	17
2.3. Especialización regional	19
2.4. Clústers agrícolas.....	21
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	22
3.1. Datos y metodología.....	22
3.2. Coeficientes de localización	24
3.3. Efectos espaciales.....	25
3.3.1. Heterogeneidad espacial	25
3.3.2. Autocorrelación espacial.....	26
3.4. Análisis exploratorio de datos espaciales	28
3.4.1. Mapa cuantil	28
3.4.2. Índice de Moran Global.....	29
3.4.3. Índice de Moran local.....	30
3.4.4. Matriz de contigüidad.....	30
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRESA A NIVEL ESTATAL EN MÉXICO	33
4.1. Superficie sembrada y cosechada de fresa	33

4.2. Volumen de la producción de fresa	34
4.3. Valor de la producción de fresa	35
4.4. Participación porcentual del valor de la producción de fresa.....	37
CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA FRESA A NIVEL MUNICIPAL.....	39
5.1. Municipio especializados en la producción de fresa en México.....	39
5.2. Análisis exploratorio de datos espaciales	43
5.2.1. Análisis de la distribución geográfica	43
5.2.2. Autocorrelación espacial global de la especialización de la producción de fresa	45
5.2.3. Autocorrelación espacial local de la especialización de la producción de fresa	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Municipios con mayor especialización en México, según los coeficientes de localización (LQi), 2003-2020.....	42
Cuadro 2. Autocorrelación espacial global de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003-2020	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Autocorrelación espacial positiva: valor de una variable en una región según la distancia a un punto central.....	27
Figura 2. Autocorrelación espacial negativa.....	27
Figura 3. Matriz de contigüidad <i>rook</i> (torre) de primer orden.	31
Figura 4. Matriz de contigüidad <i>bishop</i> (alfil) de primer orden.....	32
Figura 5. Matriz de contigüidad <i>queen</i> (reina) de primer orden	32

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Distribución geográfica de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003	44
Mapa 2. Distribución geográfica de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020	45
Mapa 3. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003	51
Mapa 4. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2005	52
Mapa 5. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2010	53
Mapa 6. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2015	54
Mapa 7. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020	55

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Superficie sembrada de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003-2020 (Hectáreas)	34
Gráfica 2. Producción de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003 a 2020 (Toneladas).	35
Gráfica 3. Valor de la producción de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003-2020 (Miles de pesos, base= Julio 2019).....	37
Gráfica 4. Participación porcentual del valor de la producción de fresa a nivel estatal en México, 2003, 2005, 2010, 2015 y 2020.	38
Gráfica 5. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003	48
Gráfica 6. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2005	48

Gráfica 7. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2010	49
Gráfica 8. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2015	49
Gráfica 9. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020	50

RESUMEN

México es uno de los principales productores de fresa a nivel mundial, llegando a ocupar el tercer lugar como proveedor en el comercio internacional en el 2020. Esto ha conducido a que varios municipios mexicanos se interesen y se especialicen en la producción de este producto. Por ello, el objetivo de esta investigación es analizar la tendencia de la producción de fresa entre los estados de México, así como identificar la existencia de clúster espaciales en términos de la especialización productiva de la fresa a nivel municipal para el periodo 2003–2020. Se utilizaron datos a nivel municipal del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), y se calcularon índices de especialización a partir del valor de la producción de fresa, así como la estimación de estadísticos de autocorrelación espacial (I de Moran global y local). Entre los resultados se encuentran los siguientes: el 25% de los municipios productores presentan un grado de especialización mayor al promedio nacional, incluso diez de ellos registra un coeficiente mayor a 20; los municipios que históricamente han cultivado fresa han mantenido su nivel de especialización, aunque han surgido nuevos municipios con una tendencia creciente en la especialización; por último, se identificó que existe dependencia espacial positiva débil a nivel global entre la especialización de los municipios, y sólo en seis de ellos se observó una alta dependencia a nivel local, los cuales tienden a conformar clústeres espaciales significativos y se ubican en el estado de Michoacán. La conclusión principal es que los municipios con mayor especialización muestran un patrón geográfico y se concentran en tres entidades, Michoacán, Baja California y Guanajuato.

Palabras clave: Producción de fresa, Especialización, Economía regional, clústeres espaciales, I de Moran.

ABSTRACT

Mexico is one of the leading strawberry producers worldwide, ranking as the third largest supplier in international trade in 2020. This has led several Mexican municipalities to become interested in and specialize in the production of this product. Therefore, the objective of this research is to analyze the strawberry production trend among Mexican states, as well as to identify the existence of spatial clusters in terms of strawberry production specialization at the municipal level for the period 2003-2020. Data at the municipal level from the Agricultural and Fisheries Information Service (SIAP) were used, and specialization indexes were calculated based on the value of strawberry production, as well as the estimation of the spatial autocorrelation statistic (global and local Moran's I). The results include the following: 25% of the producing municipalities have a specialization level higher than the national average, and ten of them even have a coefficient greater than 20; municipalities that have historically grown strawberries have maintained their specialization level, although new municipalities with a growing trend in specialization have emerged; finally, it was identified that there is a weak positive spatial dependence at the global level between the specialization of the municipalities, and only in six of them was a high dependence observed at the local level, which tend to form significant spatial clusters and are located in the state of Michoacán. The main conclusion is that the municipalities with the highest specialization show a geographic pattern and are concentrated in three states: Michoacán, Baja California and Guanajuato.

Keywords: Strawberry production, Specialization, Regional economy, Spatial clusters, Moran's I

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la producción y exportación agrícola a nivel mundial, México emerge como un país de gran relevancia. Según datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA, hoy SADER), México ocupó el duodécimo lugar en la producción de alimentos y el undécimo en la producción de cultivos agrícolas para el año 2020. Entre estos cultivos, resaltan las hortalizas, como el jitomate, pimientos, brócoli, coliflor, pepino y berries. Dentro de este espectro, la producción de fresas adquiere un papel sobresaliente, ya que México produjo 861,337 toneladas de fresas frescas en el año 2019, contribuyendo con el 7.8% de lo producido a nivel global, situando al país como el tercer mayor proveedor en el comercio internacional (SAGARPA, 2020, pág. 74).

La importancia de la fresa en las exportaciones de México es innegable. En el año 2017 el 52.21% de la producción nacional se envió a los mercados internacionales, teniendo como principales destinos a Estados Unidos de América (EUA), Canadá, Hong Kong, Arabia Saudita, Japón y Reino Unido (SAGARPA, 2020). En el período comprendido entre 2018 y 2019, las exportaciones de fresa crecieron un 6.9%, alcanzando un máximo histórico de 285,915 toneladas, dentro de este volumen, el 53.9% corresponde a fresas frescas, el 37.6% a fresas congeladas y el 8.5% a fresas procesadas. De esta manera, la exportación de fresas tanto en fresco como procesadas se ha convertido en una fuente relevante de entrada de divisas (Ávila-Arce y González-Milán, 2012).

El cultivo de fresas no solo es relevante desde el punto de vista económico, sino que también tiene un impacto social en la generación de empleos, especialmente durante la época de cosecha, así como en las actividades relacionadas con el proceso de empaque. En esta línea, Virginia Castañeda (2003, pág. 6) ha destacado que el cultivo de fresas se ha convertido en una fuente de ingresos para muchas familias en diversos

estados y municipios mexicanos, ya que beneficia tanto a los productores como a las comunidades que se han involucrado en distintas actividades de cultivo y comercialización de la fresa.

En este sentido, diversos estudios se han realizado en torno a la producción de fresas, entre ellos se encuentran los siguientes: Soto, De la Garza y Soria (2011), Guarena y Born (2007) y Garcés (2021). Estos estudios han proporcionado valiosa información y conocimiento en el área agronómica, tales como la mejora en el rendimiento de la producción, nuevas técnicas para la producción orgánica de fresas y tratamientos con distintos fertilizantes.

No obstante, es evidente la necesidad de investigaciones que aborden el tema desde una perspectiva económica. Específicamente, hacen falta estudios que analicen la tendencia temporal de la producción de fresa y cómo se distribuye geográficamente entre los estados y municipios de México. Asimismo, se identifica una escasez de trabajos que aborden la especialización y la existencia de una interdependencia entre los municipios productores de fresa.

De esta manera, el objetivo de esta investigación es analizar la tendencia de la producción de fresa entre los estados de México, así como identificar la existencia de clústers espaciales en términos de la especialización productiva de la fresa a nivel municipal para el periodo 2003-2020. Para ello se construyó una base de datos a nivel estatal y municipal sobre el volumen y valor de la producción de fresa a partir de la información estadística del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). Posteriormente, se estimaron Coeficientes de Localización (LQ) para cada municipio, así como el cálculo de estadísticos de autocorrelación espacial global y local, mismos que fueron representados mediante diagramas de dispersión y mapas de clúster espacial.

La presente investigación se encuentra estructurada en cinco capítulos. El primero describe los antecedentes y la importancia económica de la fresa en México, las preguntas, objetivos y las hipótesis de investigación. El segundo capítulo expone, a partir de una revisión de literatura, los conceptos relevantes para el análisis de la especialización de la producción de fresa desde una perspectiva regional y espacial. El capítulo tercero hace referencia al marco metodológico, describiendo los datos y la unidad de análisis, el índice de especialización utilizado en el análisis, los efectos espaciales de heterogeneidad y autocorrelación espacial, los estadísticos de la I de Moran global y local, los mapas cuartiles y los mapas de clúster espacial.

En el cuarto capítulo se realiza un análisis descriptivo sobre la tendencia de la producción de fresa de los principales estados productores de México, específicamente se analiza la superficie sembrada, cosechada, el volumen de producción y el valor de la producción para el periodo 2003-2020. Finalmente, en el quinto capítulo se presenta el análisis sobre la distribución espacial de la fresa a nivel municipal a partir del índice de especialización, así como el análisis de autocorrelación espacial global y local.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este capítulo se presentan los antecedentes relacionados con la producción de fresas en México, además se expone el planteamiento del problema de investigación. Igualmente, se describen las preguntas a responder, el objetivo general y específicos, las hipótesis, así como la justificación de la investigación.

1.1 Antecedentes

México es uno de los países con mayor oferta alimentaria a nivel mundial. Según datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA, 2020), ocupó el doceavo lugar en la producción de alimentos y el onceavo en la producción de cultivos agrícolas en el 2020. En cuanto a la producción de cultivos para exportación, para el año 2019 destacaron las hortalizas como el jitomate, pimientos, brócoli, coliflor, pepino y las berries. Dentro de las berries, sobresale la producción y exportación de la fresa, incluso México es catalogado como el tercer proveedor de este producto en fresco en el comercio internacional, teniendo como principales destinos a EUA, Canadá, Hong Kong, Arabia Saudita, Japón y Reino Unido (SAGARPA, 2020).

Igualmente, se ha señalado que la producción de fresa registra una estacionalidad, por tanto, la mayor exportación para México se presenta en enero, febrero, marzo, abril y mayo; por ejemplo, en el 2019 se concentró el 74.3% de las exportaciones en estos meses. El Sistema de Información Agrícola y Pesquera (SIAP, 2020), registra que, en el 2016, la fresa, junto con otros productos generaron un total de 28,971 millones de dólares (mdd) en valor de las exportaciones, esto gracias a que México cuenta con 16 tratados internacionales con varios países.

Dentro de la relevancia social que tiene el cultivo de la fresa, Virginia Castañeda (2003, pág. 6) señala que la producción genera un gran número de empleos en la época de cosecha y por las diversas actividades que dan las empacadoras, así como las grandes inversiones que se canalizan para su producción. Por otro lado, García y López (2014) refieren que, en los últimos 50 años, el cultivo ha sido el sustento económico de un gran número de familias en varios estados y municipios, mejorando los ingresos económicos tanto de los productores como de las familias que se benefician de los trabajos generados de la producción.

En el ámbito nacional, la producción de fresa en el 2017 aportó el 1.14% del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola en México (SAGARPA, 2017). Asimismo, datos del SIAP indican que la producción en el 2020 fue de 557,514.20 toneladas a nivel nacional, con un valor de 10,720,443.96 en miles de pesos, y que el consumo per cápita fue de 4.7 kilogramos.

Con respecto a los principales estados productores de fresa, se encuentran Michoacán, Baja California y Guanajuato, que en conjunto aportaron más del 95% de la producción nacional en 2020. Para el mismo año, según datos del SIAP, a nivel de entidad, Michoacán aportó el 59% del total, mientras que Baja California contribuyó con el 18% y Guanajuato tuvo una participación del 17%.

En este sentido, la producción y la comercialización de fresa han sido temas de interés tanto en México como en varios países. Al respecto, Rubio, Alfonso, Grijalba y Pérez (2014) analizaron el cultivo de fresas en Colombia e hicieron la comparación entre el cultivo a campo abierto y bajo macrotúnel. La metodología consistió en la caracterización de los costos variables de producción durante un período de 56 semanas. La conclusión principal del estudio es que la inversión en macrotúnel es aconsejable para los productores, ya que su costo es bajo y tienen una vida útil más larga. Adicionalmente, los autores señalan que el cultivo bajo macrotúnel muestra

menores pérdidas debido a plagas como *Botrytis cinérea*, en comparación con el cultivo a campo abierto, lo que hace que su manejo sea más rentable. Por tanto, esta tecnología parece ser una solución efectiva para mejorar la producción y la rentabilidad en el cultivo de fresas en Colombia.

Otro estudio relacionado sobre la producción de fresa para Colombia es el de Pineda y Torres (2017), que analizaron la importancia del sector hortofrutícola como una fuente de ingresos. Los autores mencionan que la fresa es un cultivo perenne con una duración de dos años divididos en etapas, y que existen escasas metodologías que permitan una planificación de la producción de fresa; por ende, el estudio propuso un diseño para la planificación de la producción de la misma mediante la aplicación de programación lineal, teniendo en cuenta factores de costos y beneficios. El estudio demostró que el modelo teórico empleado es funcional y permite establecer un sistema de verificación de las capacidades productivas.

Por otro lado, Garcés Venegas (2015) realizó un estudio para abordar la baja rentabilidad en la producción de fresas en la provincia de Tungurahua, Ecuador. Para ello se utilizaron encuestas para recopilar datos de fuente primaria, con el fin de identificar el principal problema y así proponer una solución para mejorar la situación de los agricultores de fresa en Tungurahua. Se concluyó que la situación económica de los pequeños productores de fresa es crítica, y se propuso la creación de una empresa comercializadora de fresas como una alternativa para mejorar los ingresos económicos. De esta forma, se destacó la importancia de estudiar la cadena de comercialización y la preservación de las tierras fértiles para la producción de fresas.

De las investigaciones pioneras sobre el cultivo de la fresa para el caso mexicano, destaca el trabajo de Feder (1981), cuyo objetivo fue analizar la situación de la industria de la fresa en México, basándose en estudios de campo, usando información disponible para evaluar si han existido cambios significativos y los conflictos presentes

en el sector. Usando como metodología la revisión de datos y estudios previos, así como la observación de los cambios en la producción. Los principales resultados indican que la industria había presentado pocos cambios, e incluso se encontró que la situación pudo haber empeorado para los campesinos, trabajadores asalariados y para las mujeres que trabajan en las fábricas asociadas con la industria, así como la persistencia de conflictos dentro de la misma.

Otro trabajo sobre el tema es el de Virginia Castañeda (2003), que analizó cómo algunas variables influyen en la producción de fresa en tres estados productores de México para el periodo 1990-2000. Utilizó un modelo econométrico, con el objetivo de identificar qué factores determinan la producción de la fresa en los estados con mayor oferta. Sus resultados indican que en cada región las variables escogidas afectan de manera diferente a cada una, y que la producción nacional está fuertemente determinada por las exportaciones.

Asimismo, Rubén Molina (2015) analizó cuáles son los factores que influyen en la diversificación de los mercados de las empresas exportadoras de fresa en México. Para ello se usó como instrumento de medición una escala tipo Likert para conocer las percepciones de cada variable utilizada. Los resultados indican que la experiencia que tiene la empresa es la variable con mayor relevancia, seguida de la productividad, el tamaño de la empresa, la política comercial y los costos hundidos.

De igual manera, León López (2014) analizó la situación de la competitividad de la región del Bajío en México en términos de la producción de la fresa. El autor plantea que, en esta región, en la década de los 40's, el estado de Guanajuato era el líder en la producción de fresa a nivel nacional. Finalmente, plantea que para promover la competitividad de la producción de fresa en dicha región se requiere mejorar la organización entre productores y fortalecer la comercialización.

Más recientemente, destacan los estudios realizados por la SAGARPA. Por ejemplo, en el programa alimenticio de 2020 se presenta información básica del cultivo de la fresa, la oferta a nivel nacional, la comercialización, la estacionalidad de la producción y los periodos de exportación.

Igualmente, en el informe de SAGARPA para el año 2017 se abordó el cultivo de la fresa desde una perspectiva agronómica. En este documento se proporcionaron datos esenciales acerca de las condiciones edáficas y climáticas en las que se cultiva la fresa. Asimismo, se señaló que la producción de fresas representaba el 1.14% del total de la producción agrícola nacional. Además, el informe proporcionó estimaciones que proyectaban un panorama de competencia internacional para el año 2030. Según estas estimaciones, se prevé un aumento relevante en la demanda comercial de fresas, lo que podría generar oportunidades para México en términos de exportación.

Por otro lado, existen estudios sobre la especialización y competitividad de la producción de la fresa. Uno de ellos es el trabajo de Bustamante Lara (2020), que busca medir el nivel de competitividad de la producción de fresa en México para el periodo de 1980 a 2019, con una metodología que consiste en la aplicación de tres indicadores relacionados con la competitividad y especialización. Como resultado obtuvo que la especialización de la producción de fresas es una fuente de incremento en la competitividad del sector agrícola mexicano, y esto permite el aprovechamiento de las ventajas comparativas para los estados especializados, situación que ha posicionado al país como exportador neto en el mercado mundial. Adicionalmente, se señala la importancia de la apertura comercial, la cual ha permitido que los niveles de especialización productiva regional estén en constante aumento.

Igualmente, desde la perspectiva agronómica, se encuentra el estudio de Rowley (2010) que analizó la producción de la fresa utilizando el túnel alto, mientras que el

trabajo de Kucukyumuk (2023) analizó las sustancias húmicas que mejoran la productividad del cultivo de la fresa.

En este sentido, puede señalarse que hacen falta estudios que aborden otras perspectivas, tales como la concentración geográfica de la producción agrícola, su grado de especialización y denotando la relevancia del factor espacial. En palabras de Sánchez-Cano (2014), son relevantes los estudios con el enfoque espacial, debido a que se han presentado diversas transformaciones en la estructura productiva del país, que a su vez ha conducido a procesos de especialización regional y local. Esta situación se ha dado en el marco de la apertura comercial y la política agrícola mexicana que ha favorecido el desarrollo de agroclústers al aprovechar la proximidad geográfica, el cual se ha orientado a cultivos con alto valor comercial en el mercado nacional e internacional, dentro de los cuales destaca la fresa.

1.2 Preguntas de investigación

1. ¿Cuál ha sido la tendencia de la superficie sembrada, volumen y valor de la producción de la fresa en los estados mexicanos para el periodo 2003-2020?
2. ¿Cuál ha sido el comportamiento de la especialización productiva de la fresa en los municipios de México para el periodo de 2003-2020?
3. ¿Existen clústers municipales en términos de la especialización de la producción de fresa y en dónde se concentran geográficamente?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Analizar la tendencia de la producción de fresa entre los estados de México, así como identificar la existencia de clústers espaciales en términos de la especialización productiva de la fresa a nivel municipal para el periodo 2003-2020.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir la tendencia de la producción de fresa de los estados de México para el periodo 2003-2020.
- Determinar la especialización de la producción de fresa para los municipios mexicanos a partir del coeficiente de localización.
- Identificar la existencia de autocorrelación espacial global en la distribución municipal de la especialización productiva de la fresa.
- Identificar la ubicación geográfica de los municipios que conforman clústers espaciales locales en términos de la especialización productiva de la fresa.

1.4 Hipótesis

- La producción de fresas en México ha experimentado una tendencia creciente a lo largo del tiempo, con variaciones geográficas que han conducido que destaquen y prevalearan los estados de Michoacán, Baja California y Guanajuato como principales productores.
- La estructura productiva de la fresa en México ha presentado cambios en el tiempo, lo cual ha provocado que existan procesos de especialización a nivel

municipal con una tendencia hacia la concentración geográfica en algunas entidades.

- Existe autocorrelación espacial en la especialización productiva de la fresa entre los municipios de México. En otras palabras, si un municipio incrementa su nivel de especialización, tiende a afectar la especialización de los municipios vecinos y, viceversa, esto ha conducido a que existan clústers municipales especializados.

1.5 Justificación

La producción de la fresa ha sido objeto de gran interés por su importancia económica y social en México, ya sea por los empleos que genera y por la remuneración a los productores e inversionistas. Aunque se han presentado cambios estructurales en términos de la producción y la especialización; por ejemplo, a nivel estatal, Guanajuato era considerado el estado fresero por excelencia. Sin embargo, recientemente varios estados como Michoacán y Baja California han sobresalido en términos de la superficie sembrada, cosechada y el volumen de producción.

Por esta razón surge el interés por analizar el comportamiento de la producción de la fresa en los estados de México, así como identificar los cambios a nivel municipal referente a la especialización de la producción del cultivo en los últimos 20 años. Igualmente, se busca determinar si es posible identificar una concentración geográfica de los municipios mexicanos en cuanto a la especialización en la producción y si, dentro de esta, existe clústers especializados.

De esta manera, la realización de esta investigación se justifica en el ámbito académico y social. Con respecto a lo primero, se busca generar conocimiento que muestre los patrones geográficos en términos de la especialización de la producción de la fresa y el papel del espacio, y que a su vez sirva como referencia para futuros

trabajos. En relación con lo social, se podrían sugerir ideas en materia de políticas públicas que ayuden a incentivar la producción, así como para focalizar los recursos y apoyos que se pudieran destinar a los estados y municipios productores de fresa.

CAPÍTULO II. MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se abordan los diferentes conceptos para el análisis de la especialización de la producción de fresa. En la primera sección se presenta el concepto de oferta y sus determinantes; en seguida se describe la relevancia del espacio en el análisis regional; posteriormente se presentan las definiciones de especialización regional y clústers agrícolas.

2.1 La oferta de productos agrícolas y sus determinantes

Begg, Fischer y Dornbusch (2011) señalan que la teoría de la oferta es una explicación de cómo las empresas determinan la cantidad de un bien o servicio que ofrecen en el mercado, considerando el precio del bien en el mercado y otros factores que influyen en la producción. Por tanto, la oferta se refiere a cómo los vendedores ofrecen distintas cantidades de un bien o servicio en función del precio que está en el mercado, y cómo las empresas actúan a los cambios en el precio del bien o servicio (Samuelson y Nordhaus, 2010, pág. 72).

Específicamente para los productos agrícolas, Caldentey (1992) describe los siguientes factores que influyen en la oferta:

- Precio del producto
- Costo de la producción
- Precio de otros productos
- Clima (Precipitación Pluvial)
- Tecnología

Siguiendo con Caldentey (1992), el precio provoca solamente cambios en la cantidad ofrecida; en otros términos, si se mantienen constantes los demás factores, la empresa o el productor estará dispuesto a ofertar una mayor cantidad si el precio aumenta y, viceversa, ofreciendo una menor cantidad en caso de que el precio del bien disminuya. La afirmación de esta hipótesis se basa con la curva de costos de la empresa y descansa sobre el supuesto de que el productor maximiza su beneficio. Con todo esto se asume que los cambios del precio solo generan movimientos dentro de la curva de la oferta.

Por otro lado, existen otros factores diferentes al precio que provocan desplazamientos de la curva de oferta (Caldentey, 1992). El primero de ellos son los costos de producción, los cuales tienen una relación inversa con la oferta; es decir, al aumentar los costos de producción genera un desplazamiento de la curva hacia la izquierda (menor oferta), y una disminución de los costos de producción produce que la curva se mueva a la derecha (mayor oferta).

El segundo factor se refiere al precio de otros productos. En el caso de la agricultura, es frecuente que los procesos de producción den lugar a dos o más productos (producción múltiple o conjunta). Cuando los productos tienen cierta similitud estos son llamados bienes complementarios, los cuales tienen una relación negativa con la oferta de un producto determinado, debido a que un aumento de los precios del bien complementario genera que la curva de la oferta sea desplazada hacia a la izquierda, con ello disminuye la oferta. En cambio, los otros bienes son denominados sustitutos, conocidos de alguna manera como competencia, dado que el precio de estos tiene una relación directa con la oferta de un producto determinado, es decir, un aumento de los precios de los bienes sustitutos provoca que la oferta sea desplazada a la derecha (Caldentey, 1992).

El tercer factor que desplaza a la curva de oferta es la tecnología, el cual tiene una relación directa con la oferta del bien en cuestión. En otras palabras, una mejora de la tecnología genera un desplazamiento de la curva hacia la derecha, es decir, un cambio tecnológico conduce a una mayor productividad.

Finalmente, Caldentey (1992) señala que el clima en la agricultura suele ser indispensable, dado que la mayoría de los cultivos para ser producidos tienen que ser intervenidos por el factor clima, el cual se puede medir de diferentes maneras, dependiendo del cultivo, por lo tanto, puede afectar de diferentes maneras la curva de la oferta.

2.2 Relevancia del espacio

En primer lugar, se debe entender el concepto de espacio. Hiernaux y Lindon (1993) señalan que la economía espacial y la teoría de la localización han introducido conceptos relacionados con el espacio, tales como la distancia y centralidad, la distribución y la comercialización, entre otros. Al respecto, Polese (1998 pág. 60-64) menciona que la distancia en el espacio geográfico es un costo, tanto para las unidades productoras como para las familias o unidades consumidoras, dado que cubrir la distancia existente genera un esfuerzo, recursos y tiempo para ambos agentes económicos.

Por su parte, Capello (2006) menciona que, en la teoría económica regional, el espacio se ha concebido de diferentes formas, para la actividad económica esta adquiere la forma de distancia física entre los mercados de insumos y de productos, que en los modelos económicos se conceptualizan como costo de transporte.

Con respecto a la idea de la centralidad, según Polese (1998, pág. 60) surge de la distancia y los costos de transporte. De esta manera, las relaciones de intercambio entre los agentes económicos dan origen a un lugar central que suele entenderse como un lugar de producción en un espacio específico.

Bendesky León (1994, pág. 982) señala que, al tratar con las cuestiones del espacio, el lugar y la localización cumplen una función relevante para determinar la actividad económica. Es por esta razón que la dimensión espacial es una consideración explícita en los planteamientos de la teoría económica regional, algunas de ellas son:

- Teoría clásica. Los principales pensadores de esta corriente son David Ricardo, Malthus, Marx y Heckser-Ohlin. Su hipótesis se centra en la división del trabajo, donde sus supuestos incluyen que el crecimiento económico depende de la tasa de crecimiento de la población. Asimismo, se argumentan que los costos de producción pueden verse afectados por el espacio físico, y que los costos de transporte hacen que las áreas cercanas a los mercados sean más valiosas que las periféricas. Igualmente, se plantea que los lugares centrales pueden ser considerados como distritos locales, siguiendo el modelo centro-periferia. Además, sostienen que la localización industrial es producto de los mercados monopolísticos para los productos, y que existe una causalidad acumulativa.
- Teoría neoclásica. Los principales pensadores de esta corriente son Richardson, Ramsey, su hipótesis se centra en la reestructuración de los sistemas de producción y trabajo. Sus principales supuestos incluyen el modelo de crecimiento regional neoclásico, el progreso tecnológico como motor de crecimiento, y los rendimientos crecientes, constantes y decrecientes del capital.

- Nueva Geográfica Económica. En esta corriente, los principales representantes son Krugman, Fujita, Venables y Porter. Su hipótesis aborda aspectos como la producción flexible, la aparición de nuevos espacios industriales e institucionales. Entre sus supuestos destacan la competencia monopolística, los costos de transporte, las condiciones de la demanda de factores, y la aglomeración y formación de clústeres.

2.3. Especialización regional

De acuerdo con Mancera (2021), la especialización de las zonas geográficas en términos de alguna actividad productiva es uno de los temas de mayor interés en el estudio del desarrollo y economía regional. En palabras de Ceapraz (2008, pág. 80), *“la especialización regional se describe como la distribución del peso de un sector (industria) i dentro del total de la actividad económica de una unidad espacial en específico (región, distrito, municipio, etc.) j. Una región j se considera especializada en una industria específica i si dicha industria tiene un alto peso dentro del empleo total dentro de esa región j”*.

Por su parte, Boisier (1991) señala que la especialización regional está relacionada con el tamaño de sus actividades o sectores económicos de mayor representatividad concentrados en la región. De esta forma, cada una de estas actividades económicas tiene un nivel de producción eficiente que facilita satisfacer las necesidades internas de la región y exportar los excedentes de manera interregional; por lo tanto, se asume que la región cuenta con personal especializado en alguna actividad económica, derrames de conocimiento, infraestructura y tecnología (García Samaniego, García Almada y Sánchez Juárez, 2023).

Asimismo, García Samaniego, García Almada y Sánchez Juárez (2023) indican que dos conceptos relacionados con la especialización regional son las economías internas y externas. Por economías internas se refieren a que las empresas o productores buscan incrementar su productividad y reducir los costos en sus procesos y productos, esto conduce a la especialización en la mano de obra, facilita el suministro de insumos y la comercialización; estas decisiones al interior de las empresas y la interacción con otras dentro de la misma región propician la especialización regional.

Por otro lado, las economías externas se producen a través de la concentración de varias empresas o productores de un mismo sector económico en una región, llevando consigo los beneficios de economías de aglomeración (García Samaniego, García Almada y Sánchez Juárez, 2023). Es decir, si un grupo de empresas o productores dedicados y enfocados a un sector en particular se ubican en una misma región, se generarán economías internas que, a su vez, conducirán a una especialización regional en el sector.

No obstante, existe un debate en torno a las ventajas o desventajas que tiene la especialización de una región en términos de alguna actividad económica. De esta manera, Kemeny y Storper (2015) señalan que el nivel de ingreso regional está estrechamente relacionado con la especialización, lo cual es favorable para las regiones que muestran un alto grado de especialización.

Por otro lado, Krugman (1980) indica que ha existido una relación favorable entre la especialización de la producción y la formación del comercio, de modo que las regiones que tienen mejores condiciones de desarrollo y concentración de la actividad económica son las más dinámicas en el intercambio de mercancías. Esta idea se ha ido nutriendo de un conjunto de proposiciones en torno a la especialización, que tienen que ver con la dotación de factores productivos, las distancias geográficas, el tamaño de los mercados y la relevancia de espacio.

Por último, Capello (2017) señala que, aunque la economía regional ha logrado incorporar la dimensión espacio en el análisis del funcionamiento del mercado, existen pocos trabajos que analicen el papel del espacio en la determinación del patrón de especialización regional enfocados al sector agrícola.

2.4. Clústers agrícolas

Un clúster agrícola se define como “un grupo geográficamente cercano e interrelacionado de agricultores comerciales de un producto o un grupo de productos estrechamente relacionados, y compañías interconectadas relacionadas para el suministro de insumos, la prestación de servicios y el procesamiento” (Otsuka y Ali, 2020, pág.2).

Asimismo, Otsuka y Ali (2020) hace una distinción entre *clústers agrícolas* y *clústers agroindustriales*. Los primeros se dedican a comercializar productos frescos sin clasificación ni procesamientos estrictos; en cambio, los segundos incorporan procesos de transformación orientada al valor agregado para cumplir la exigencia de los mercados.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presentan algunos conceptos que permiten entender la metodología utilizada. Básicamente se describe la unidad de análisis y los datos, el coeficiente de localización, la autocorrelación espacial, los mapas cuantiles y el índice de Moran.

3.1 Datos y metodología

Se usaron datos para 21 estados y 124 municipios de México, los cuales cuentan con información relacionada con la producción de fresa. Los datos se obtuvieron del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIACON-NG-2020), y se consideró el periodo de 2003 a 2020, que comprende la información más reciente y disponible con posibilidades de vinculación a ubicaciones geográficas.

La metodología utilizada se dividió en dos etapas, la primera es con datos a nivel estatal y la segunda a nivel municipal. Con respecto a la primera etapa, se analizaron las variables sobre la superficie sembrada y cosechada (ha), volumen de producción (ton), el precio medio rural (\$/ton) y valor de la producción (\$). Cabe mencionar que para el análisis del valor de la producción a lo largo del tiempo fue necesario deflactar, para ello se usó el índice nacional de precios al productor (INNP) que estima el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Posteriormente, se calcularon tasas medias de crecimiento anual (TMCA), tasa de variación porcentual, promedios y análisis mediante gráficas de línea y de barras. La fórmula para el cálculo de la TMCA es:

$$TMCA = [(VF/VA)^{(1/n)}] - 1 \quad (1)$$

Donde:

VF: Valor final.

VA: Valor inicial.

n: Número de años transcurridos entre el año inicial y el final.

Por otro lado, la fórmula de la tasa de variación porcentual es:

$$\frac{(VI-VF)}{VF} \cdot 100 \quad (2)$$

Donde:

VI: Valor inicial.

VF: Valor final.

En la segunda etapa se realizó un análisis espacial con datos a nivel municipal y calculó el Coeficiente de Localización (LQ), específicamente para el valor de la producción de fresa. Como técnicas de análisis se utilizaron las herramientas del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), con el apoyo del software GeoDa y QGIS. Para mayor detalle, se hace una breve descripción en las siguientes secciones.

3.2. Coeficientes de localización

De acuerdo con Dávila (2004: Pág:83), los coeficientes de localización (LQ) permiten identificar perfiles de especialización de una unidad geográfica. Son calculados mediante la relación de la participación de la producción del producto en una región o alguna otra variable económica, con respecto a un área de referencia (en este caso, la producción total agrícola nacional). La fórmula para calcular el LQ_i de un municipio es:

$$LQ_i = (e_i/e_t)/(E_i/E_t) \quad (3)$$

Donde:

LQ_i : Coeficiente de localización de la producción de fresa del municipio i

e_i : Valor de la producción de fresa del municipio i

e_t : Valor de la producción agrícola total del municipio i

E_i : Valor de la producción total de la fresa nacional

E_t : Valor total de la producción agrícola total nacional

El valor del coeficiente de localización puede ser mayor, menor o igual a uno. Si es mayor a 1, este indica una presencia municipal superior a la nacional y se trata de una especialización de la producción de fresa en el municipio i ; si es menor a 1, indica que el tamaño relativo de la producción de fresa en el municipio i es menor que la distribución nacional, esto denota que no hay especialización; si es idéntico a 1, muestra que la producción de fresa en el municipio i es idéntica al tamaño nacional, por tanto, no existe especialización.

3.3 Efectos espaciales

En el análisis espacial, existen dos efectos de suma relevancia, la heterogeneidad espacial y autocorrelación espacial (AE). A continuación, se describen estos efectos.

3.3.1 Heterogeneidad espacial

Baronio, Vianco y Ranbadal (2012, pag. 2) describe a la heterogeneidad espacial como la variación que existe entre las relaciones que se establecen para fenómenos económicos espaciales en función del espacio de estudio que se es utilizado. Se dice que este problema se presenta en dos formas principales, la primera en parámetros que asumen diferentes valores según se incluyan determinadas formas o no, esto se le conoce como inestabilidad estructural; mientras que la segunda es cuando los errores provocados por especificaciones de modelos incorrectos, que pueden dar lugar a la heterocedasticidad.

Por su parte, Bohórquez y Ceballos (2008: pág. 17) define a la heterogeneidad espacial como a la variación en las relaciones sobre el espacio, exponiendo que en la mayoría de los casos se puede considerar una relación diferente para cada punto del espacio. De acuerdo con *O'Loughlin y Anselin (1992)*, esta variación real y sustantiva pone en evidencia la existencia y validez del contexto geográfico.

De igual manera, se ha señalado que la heterogeneidad espacial suele ser habitual en los estudios económicos cuando se analiza cierto fenómeno con enfoques de centro – periferia, ya que cada región deriva en diferentes valores de los parámetros.

3.3.2 Autocorrelación espacial

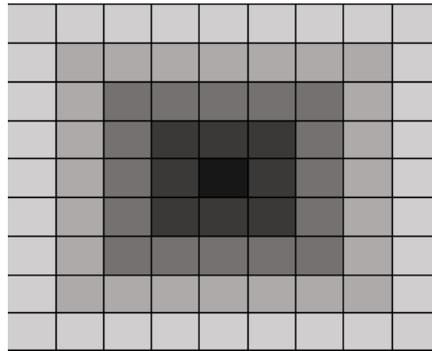
En cuanto a la autocorrelación espacial, Goodchild, (1987) la define como “la concentración o dispersión de los valores de una variable en un mapa”. La AE refleja el grado en que objetos o actividades en una unidad geográfica (región, estado, municipio, etc.) son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas.

Por otra parte, Baronio, Vianco y Ranbadal (2012. Pág. 03) hacen referencia a la presencia de la autocorrelación espacial cuando el valor de una variable se ve influenciada por el valor que esa variable asume en una región vecina. Por tanto, se destaca la importancia de la vecindad, aunque no necesariamente se define en términos de contigüidad física geográfica, si no que existen múltiples criterios para poder definirla; por ejemplo, en términos económicos, los efectos de desbordamiento (*spillovers*) y los procesos de integración económica.

3.3.2.1 Autocorrelación positiva

Existen dos tipos de autocorrelación espacial, positiva y negativa. La primera se presenta cuando la presencia de un fenómeno económico en una unidad determinada se propaga a regiones vecinas (Baronio, Vianco y Ranbadal, 2012: pág. 3). En otras palabras, la autocorrelación es positiva cuando la presencia de un fenómeno económico se correlaciona espacialmente y se extiende a las regiones colindantes. La figura 1 simplifica esta idea, un punto central va extendiendo su valor denotado en color oscuro en una sucesión de cuadros, uno a continuación de otro.

Figura 1. Autocorrelación espacial positiva: valor de una variable en una región según la distancia a un punto central.

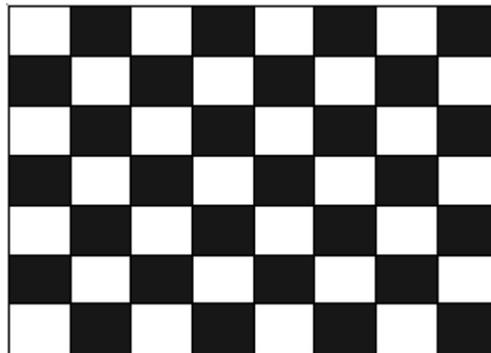


Fuente: Elaboración propia con base a Baronio, Vianco y Ranbadal (2012).

3.3.2.2 Autocorrelación negativa

Esta surge cuando la presencia del fenómeno haga imposible o se reduzca significativamente las posibilidades de que el mismo fenómeno pueda suceder en las regiones vecinas. En la figura 2 se representa la AE negativa.

Figura 2. Autocorrelación espacial negativa.



Fuente: Elaboración propia con base a Baronio, Vianco y Ranbadal (2012).

3.4. Análisis exploratorio de datos espaciales

De acuerdo con de Corso Sicilia y Pinilla Rivera (2017), la metodología del AEDE se apoya de técnicas gráficas y estadísticas. Así que el AEDE se define como “un grupo de técnicas que describen y visualizan las distribuciones espaciales, identifican localizaciones atípicas, descubren esquemas de asociación (autocorrelación espacial) y sugieren estructuras en el espacio geográfico (heterogeneidad espacial) (Anselin, 1995). Según Carranza y Fuentealba (2013), el AEDE se centra en el uso de análisis de tendencias, análisis de cohortes y de segmentos para identificar tendencias y patrones espaciales.

Dentro del uso de gráficos del AEDE, se consideran los diagramas de dispersión de Moran, mapas cuantiles, mapas de densidad, mapas de agrupamientos espaciales (clústers espaciales), entre otros. En términos de los estadísticos, sobresalen los índices de Moran, medidas que permiten evaluar la autocorrelación espacial global y local de un conjunto de datos espaciales (Cliff y Ord, 1981).

3.4.1 Mapa cuantil

Los mapas de cuantiles son de utilidad para dividir y agrupar a los datos en una serie de categorías (cuantiles) con igual número de unidades territoriales u observaciones (Yrigoyen, 2006: pág. 39). De esta manera, si la distribución se divide en cuatro grupos, se les denominará mapa de cuartiles, si se divide en 5 grupos, será un mapa de quintiles, y así sucesivamente.

Por otro lado, Bohórquez y Ceballos (2008: pág. 30) señala que los mapas cuantiles ayudan a identificar cómo se agrupan los municipios que pertenecen a cada uno de los cuartiles, dentro de la zona de estudio, en este caso en la república mexicana.

3.4.2 Índice de Moran Global

Según Anselin (1995), el estadístico de la I de Moran global es una medida de autocorrelación espacial que evalúa si los valores similares están agrupados en el espacio, independientemente de la ubicación geográfica de las unidades espaciales. Se calcula a partir de una matriz de ponderaciones espaciales que reflejan la relación de vecindad entre las unidades espaciales. Rey y Montouri (1999) presentan la expresión formal de la I de Moran global como en la fórmula 4:

$$I_t = \left(\frac{n}{S_0}\right) \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{i,t} x_{j,t}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{i,t} x_{j,t}} \quad (4)$$

Donde:

n : es el número de municipios.

w_{ij} : son los elementos de una matriz binaria de contigüidad, que toma el valor 1 si los municipios i y j comparten frontera común, y 0 en caso contrario.

$x_{i,t}$: es el valor del índice de especialización en el municipio i en el año t .

S_0 : es el valor de la suma de todos los elementos de la matriz w

Este índice analiza a todos los municipios de forma conjunta. Vilalta (2005: pág. 326) menciona que el diseño de la I de Moran es similar al coeficiente de correlación de Pearson, donde sus valores varían entre +1 y -1. Un valor positivo significa una autocorrelación positiva (la variable tiende a concentrarse); mientras que un valor

negativo denota una autocorrelación negativa (la variable tiende a la dispersión); y un valor cero significa un patrón espacial totalmente aleatorio. La diferencia entre los coeficientes de I de Moran y Pearson se basa en que en el primer caso la asociación de valores en el conjunto de datos está determinada por una matriz de distancias o contigüidad que predefine los valores vecinos.

3.4.3 Índice de Moran local

Anselin (1995) propone una extensión del índice moran local (LISA), el cual permite identificar patrones de autocorrelación espacial locales en un conjunto de datos. El estadístico I de Moran local evalúa el grado de agrupación espacial local alrededor de cada municipio, indicando la presencia de no-estacionaridad espacial, y sugiere la presencia de puntos atípicos o de regímenes espaciales (Anselin, 1995), se expresa:

$$I_{it} = \frac{x_{it}}{m_0} \sum_j w_{ij} x_{j,t} \text{ con } m_0 = \sum_i x_{i,t}^2 / n \quad (5)$$

Este índice analiza cada municipio de manera separada. Los términos son los mismos que se definieron en la fórmula de la I de Moran global. Un valor positivo de $I_{i,t}$ indica una agrupación de valores similares (altos o bajos), mientras que un valor negativo indica una agrupación espacial de valores diferentes entre un municipio y sus vecinos.

3.4.4 Matriz de contigüidad

La matriz de contigüidad o de pesos espaciales permite mostrar la interacción de cada región del espacio, en este caso el municipio i con los demás municipios, de manera similar a como se observaría en un mapa. Bohórquez y Ceballos (2008: pág. 17) denominan a la matriz de contigüidad como el arreglo W , una matriz cuadrada de $N \times N$

(siendo N el número de unidades espaciales), en el cual cada una de las filas y columnas representa a una región en el espacio que es objeto de estudio, cuyos elementos (w_{ij}) reflejan la intensidad de la interdependencia entre cada par de regiones i y j (Moreno y Vayá 2000).

Existe una infinidad de formas en que la matriz puede ser construida, la más sencilla es usando la notación binaria, donde 1 representa la presencia de contigüidad espacial entre dos unidades, y 0 la ausencia de esta entre dos unidades. Una matriz construida de esta manera es simétrica.

Bohórquez y Ceballos (2008: pág. 18) señalan que hay una gran variedad de formas para definir la presencia o ausencia de contigüidad, alguna de las cuales se describen a continuación de la siguiente manera:

- Contigüidad *rook*: se define $w_{ij} = 1$ para las unidades que tienen un lado común con la región de interés, ya sea a la izquierda o derecha (figura 3).

Figura 3. Matriz de contigüidad *rook* (torre) de primer orden.

	b	
b	a	b
	b	

Fuente: Elaboración propia con base a Baronio, Vianco y Ranbadal (2012).

- Contigüidad *bishop*: se define $w_{ij} = 1$ para las unidades que tienen un vértice común con la región de interés (figura 4).

Figura 4. Matriz de contigüidad bishop (alfil) de primer orden

b		b
	a	
b		b

Fuente: Elaboración propia con base a Baronio, Vianco y Ranbadal (2012).

- Contigüidad *queen*: Para las unidades que tienen un lado común o un vértice con la región de interés la cual se define como $w_{ij} = 1$ (figura 5).

Figura 5. Matriz de contigüidad queen (reina) de primer orden

b	b	B
b	a	B
b	b	B

Fuente: Elaboración propia con base a Baronio, Vianco y Ranbadal (2012).

Baronio, Vianco y Rabanal (2012) señalan que existen diversos criterios para definir cuando dos regiones se pueden considerar vecinas. En esta investigación se utilizó una matriz de contigüidad física tipo *queen* de primer orden, con el propósito de tomar en cuenta el mayor número de relaciones entre un municipio determinado y sus vecinos.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE FRESA A NIVEL ESTATAL EN MÉXICO

En este capítulo se presentan los resultados del análisis de variables relacionadas con el valor de la producción de la fresa a nivel estatal. De esta forma, se analizan la superficie sembrada y cosechada (ha), producción (ton), el precio medio rural (\$/ton) y la participación de los estados en la producción nacional.

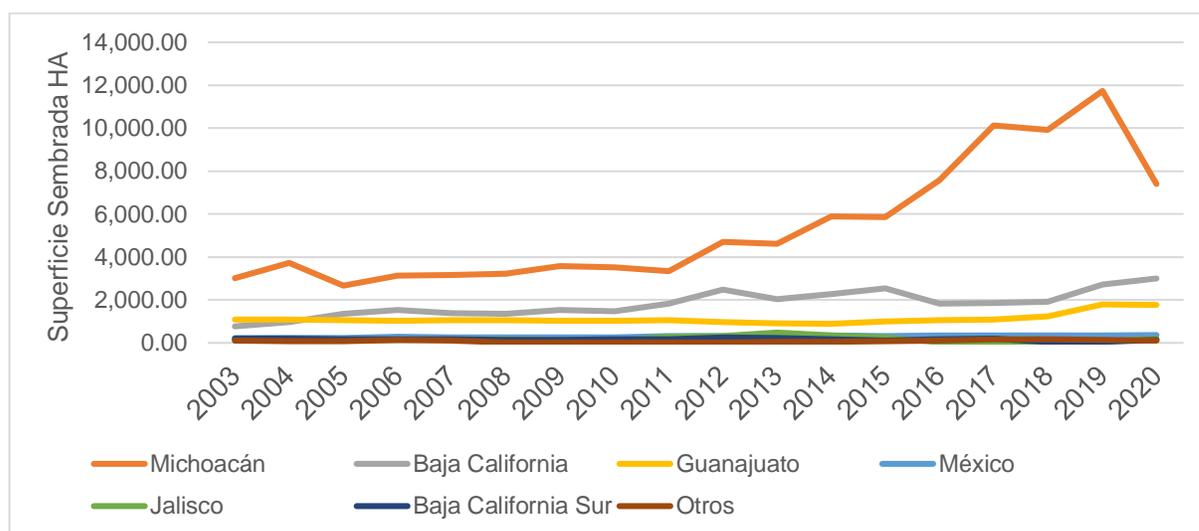
4.1 Superficie sembrada y cosechada de fresa

En la gráfica 1 se muestra el comportamiento de la superficie sembrada en hectáreas (ha) de la fresa por estados. Se destacan tres entidades con mayor superficie, Michoacán, Baja California y Guanajuato, los cuales mostraron TMAC arriba de 2.5% para todo el periodo analizado. Michoacán es la entidad que tiene una tendencia ascendente a lo largo del tiempo con un incremento de más de un 100%, y registró el mayor número de hectáreas sembradas en 2020, sin embargo, mostró una irregularidad en ese año, ya que dicha superficie disminuyó en un 37% con respecto al 2019.

Por otro lado, los siguientes estados con la mayor cantidad de hectáreas sembradas son Baja California y Guanajuato, respectivamente, en ese orden. Estos han mantenido una tendencia fluctuante. Baja California presenta una TMCA de 8.34% para todo el periodo, la tasa más alta entre las entidades y con un crecimiento de más del 290% de hectáreas entre 2003 y 2020. De igual manera, Guanajuato tiende a mantener el número de hectáreas sembradas de fresa con un crecimiento menor a las otras entidades, ya que presentó una TMCA de 2.89%, mientras que el incremento en las ha sembradas, entre el primer y último año de análisis, fue de 64.41%.

Cabe señalar que la información publicada por SIACON-NG (2023), para el periodo de análisis, las tres entidades productoras de fresa no registraron superficie siniestrada, de modo que el total de las hectáreas sembradas coinciden con las cosechadas.

Gráfica 1. Superficie sembrada de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003-2020 (Hectáreas)



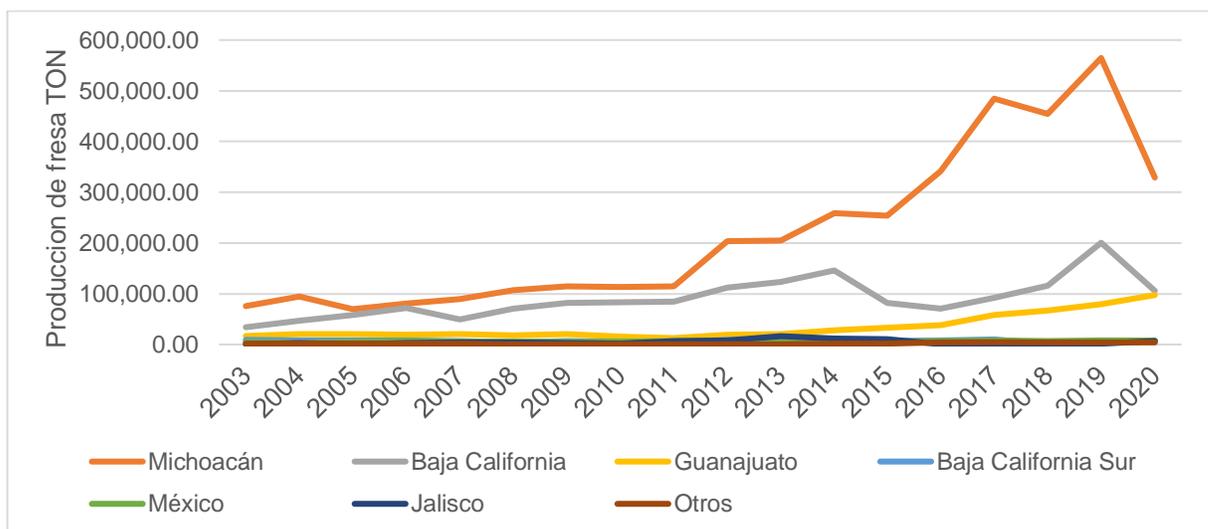
Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).

4.2 Volumen de la producción de fresa

En cuanto al volumen de producción de fresa en toneladas, los mismos estados con mayor superficie sembrada y cosechada son los que tienen un mayor volumen de producción (gráfica 2). De esta manera, se observa que muestran un comportamiento relativamente semejante en cuanto a tendencia, aunque en el año 2020 Baja California y Guanajuato alcanzan un volumen similar, el cual puede deberse al rendimiento sostenido de la entidad guanajuatense.

Al analizar el último año, se observa una disminución de la producción. Una de las causas que se podría considerar es por la disminución de la superficie sembrada, eso en el caso de Michoacán. Para el caso de Baja California, la disminución de hasta un 47% se debe a otros factores. Este resultado podría ir en línea con lo que señala Castañeda (2003, pág. 48), que el aumento en el volumen de la producción está relacionado con la introducción de nuevas variedades con mayor rendimiento, así como las nuevas tecnologías, entre otros factores.

Gráfica 2. Producción de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003 a 2020 (Toneladas).



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).

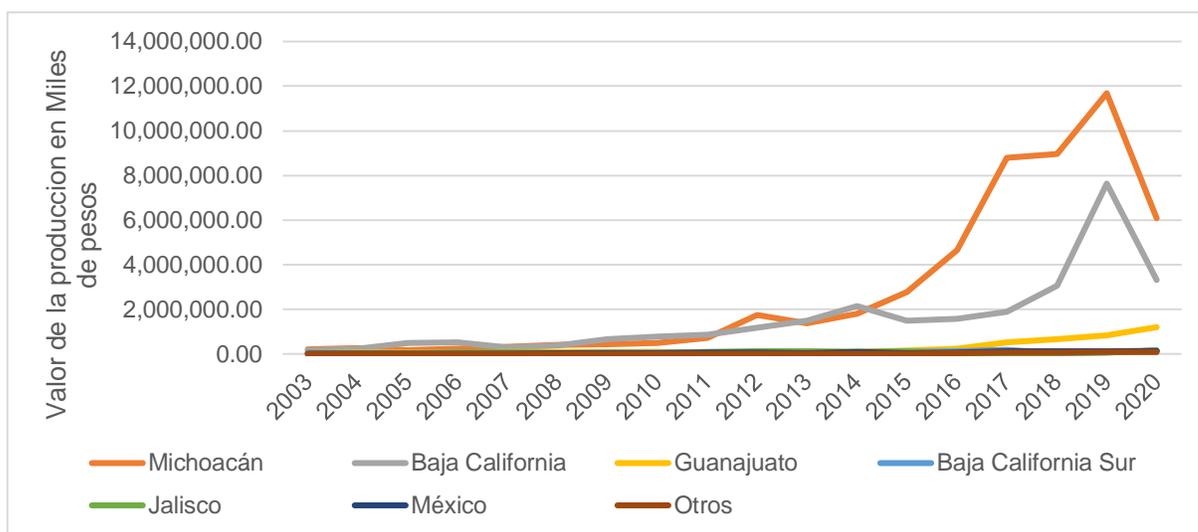
4.3 Valor de la producción de fresa

Se observa que en cuanto a producción y a superficie sembrada, Guanajuato tiende a estar más cerca de Michoacán y Baja California. Sin embargo, en la gráfica 3 se muestra que Guanajuato se ve desplazado en términos del valor monetario de la producción con las otras entidades. Esta situación podría deberse a que Guanajuato tiene un precio medio rural bajo en comparación con los demás estados.

De igual manera, en la gráfica 3 se pueden identificar un comportamiento creciente en el valor de la producción de todas las entidades productoras. Michoacán presenta un crecimiento del valor de la producción en más de 2,000% para todo el periodo, con una TMCA mayor a 20%; en segundo lugar se encuentra Baja California, con un crecimiento de 1.984%, alcanzando una TMCA de 19.56%; mientras que Guanajuato ha aumentado ligeramente su valor de la producción; por su lado, Baja California Sur es la entidad con menor crecimiento, siendo de 180% y una TMCA de 6.25%; finalmente, el Estado de México y el resto de los estados productores crecieron entre 620% y 624%.

Igualmente, en la gráfica 3 se pueden observar dos etapas en el comportamiento del valor de la producción. La primera etapa comprende de 2003 a 2010, donde los estados de Michoacán, Guanajuato y Baja California se mantienen relativamente constantes en cuanto al valor de la producción, con tasas de crecimiento de entre 51% a 395%, siendo Baja California la más alta y Guanajuato la más baja. A su vez la TMCA durante este periodo Michoacán alcanza hasta 12.68%, Baja California 25.67% y Guanajuato de 16.13%. La segunda etapa inicia a partir de 2010 al 2020, mientras que Guanajuato registra un cambio significativo, Michoacán y Baja California muestran altas TMCA, Michoacán con el 26.76% y Baja California con 16.28%.

Gráfica 3. Valor de la producción de fresa a nivel estatal en México para el periodo de 2003-2020 (Miles de pesos, base= Julio 2019).



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).

4.4 Participación porcentual del valor de la producción de fresa

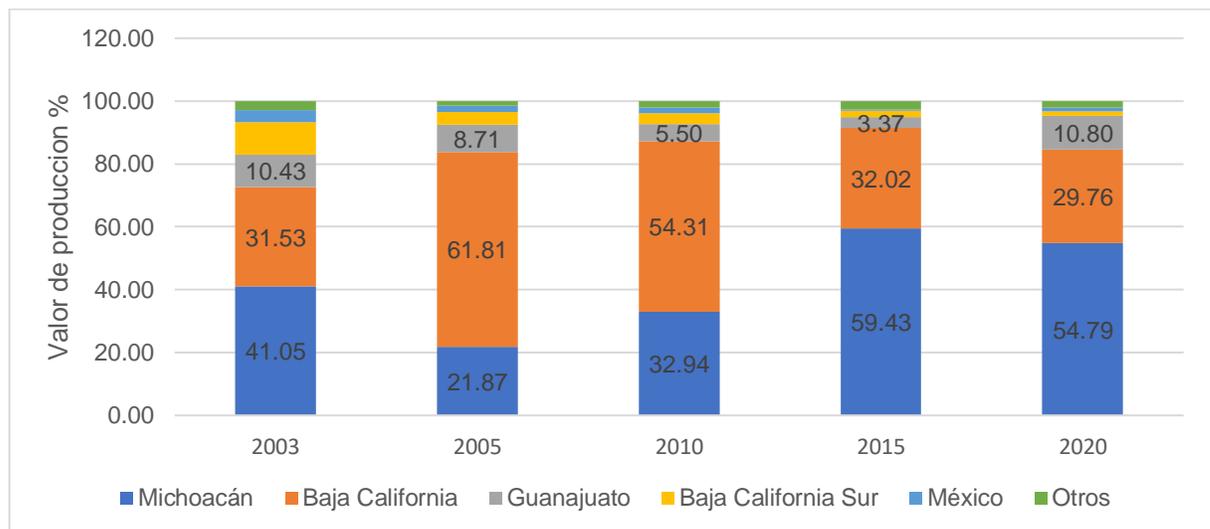
En la gráfica 4 se presenta el comportamiento de la participación porcentual del valor de la producción para los años 2003, 2005, 2010, 2015 y 2020. Se observa que los estados con mayor relevancia siguen siendo Michoacán, Baja California y Guanajuato. Estos mismos han podido mantenerse a lo largo de los años, únicamente con variaciones entre los lugares que ocupan. Considerando todo el periodo analizado, Michoacán tuvo una participación porcentual promedio de 42.01%, Baja California de 41.89%, Guanajuato de 7.76%, Baja California Sur con un 4.24% y el resto de las entidades con 4.10%.

Del mismo modo, en la gráfica 4 se denota que en los años de 2005 y 2010 la entidad de Baja California aportó más de la mitad de la participación a nivel nacional en términos del valor, mientras que Michoacán disminuyó su aportación de 41% en 2003 a 32.94% en 2005. Por otro lado, Baja California Sur ha ido perdiendo su participación,

incluso en 2020 únicamente aportó el 3%. Igualmente, entidades como el Estado de México y Guanajuato también disminuyeron su participación en los años de 2010 y 2015, aunque la entidad guanajuatense se recuperó en el último año al aportar el 10.80%.

Por último, se observa un dato curioso, en el año 2020 la participación es distribuida de manera similar que, en el 2003, donde Michoacán absorbe la participación de los estados con menor participación. De igual modo, se observa que la participación de Baja California va disminuyendo a partir del 2005, de un 61.81% a un 29.79%.

Gráfica 4. Participación porcentual del valor de la producción de fresa a nivel estatal en México, 2003, 2005, 2010, 2015 y 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).

CAPÍTULO 5. ANÁLISIS DE LA ESPECIALIZACIÓN PRODUCTIVA DE LA FRESA A NIVEL MUNICIPAL

En este capítulo se presenta el análisis espacial de la especialización de la producción de fresa a nivel municipal con el apoyo de herramientas de mapas cuartiles, diagramas de dispersión de Moran y mapas LISA.

5.1 Municipio especializados en la producción de fresa en México

Para el análisis de la especialización de la producción de la fresa a nivel municipal se tomó como referencia el valor de los coeficientes de localización (ver anexo 1). Si el coeficiente es mayor a 1, nos indica una presencia municipal en la producción de fresa superior a la nacional, si es menor a 1 existe poca especialización de la producción.

De los 64 municipios mexicanos productores de fresa para el año 2003, 37 de ellos mostró un índice mayor que 1, la mayoría de estos son municipios pertenecientes a la entidad de Michoacán; mientras que el resto (27) presentó un índice menor a 1. Por otra parte, para el 2020, se observa que hubo 41 municipios con una especialización mayor a 1, la gran parte de ellos pertenecen a Michoacán, mientras que solamente 31 municipios tienen un índice menor a 1, y los 44 restantes no registran datos de valor de producción en ese año.

Por tanto, se identificó un cambio en los índices de especialización (ver anexo 1). Se observa un aumento en el número de municipios con registro de datos sobre producción, así como la cantidad de los municipios especializados. Igualmente, se aprecia que el índice de especialización de los municipios ha crecido de manera notoria; por ejemplo, se encuentran Ecuandureo, Tangancicuaro, Jose Sixto Veerduzco, Tuxpan, Chavinda y Purépero, por parte de Michoacán, todos ellos con un

crecimiento de más del 100% entre 2003 y 2020. Para el caso de Guanajuato, se encuentran municipios con un crecimiento elevado, sobresalen Tarandacua, Romita y San Diego de la Unión.

No obstante, hay municipios que redujeron el índice de especialización, es decir, que en el año de 2003 tenían un índice mayor a 1, y para el 2020 lo redujeron hasta un 50%. Para el caso de Guanajuato, los municipios son Acámbaro, Pénjamo, Salamanca y Pueblo Nuevo. Para el estado de Michoacán, se encuentran los municipios de Tangamandapio, Maravatío, Zitácuaro y Contepec. En cambio, en el Estado de México se observó para Valle de Bravo y Zumpahuacán. Con un municipio cada uno con esta reducción de la especialización fueron: Yautepec en Morelos, Fresnillo en Zacatecas, y Muelegue en Baja California.

Asimismo, se identificaron nuevos municipios productores de fresa a partir del año 2015, cuyo índice es mayor a 1, entre ellos destacan Lagunillas, Huiramba, Chilchota, Tzintzuntzan, Jiquilpan y Morelia, en el estado de Michoacán; Valle de Juárez, Atemajac de Brizuela y Brizuela, en la entidad de Jalisco. Por otro lado, se encuentran municipios que registraron datos sobre la producción en el último año de análisis, tales como Zimatlán de Álvarez en Oaxaca, y Pabellón de Arteaga en Aguascalientes, que se podrían considerar como nuevos productores no especializados, ya que mostraron un índice menor a 1.

En el Cuadro 1 se muestran los municipios con una mayor especialización promedio para los años de análisis. Predominan los municipios pertenecientes a Michoacán con 15 unidades especializadas para el periodo 2003-2020, mientras que Guanajuato solamente tuvo cinco municipios especializados. De todos estos municipios, destacan Jacona con un índice promedio de 58 para todo el periodo, Zamora con un índice de 49.94 y Lagunillas con un índice de 47, estos tres municipios pertenecen a Michoacán. En el norte del país, sobresale Ensenada en Baja California con un índice promedio

de 24.28; mientras que, por parte de Guanajuato, Tarandacuao se mantiene con un índice de 26.23.

Por otro lado, se encuentran estados como Baja California, Chihuahua, Estado de México, Jalisco y Oaxaca, que en conjunto aportaron 10 municipios con una alta especialización en la producción de fresa, los cuales se han podido mantener. No obstante, el municipio de Santa Isabel perteneciente a Chihuahua es el que mayor promedio de especialización alcanzó en el 2003, con un índice de 100.81, aunque no lo mantuvo, pues en el 2005 disminuyó a 30, mientras que en los siguientes años la producción de fresa desaparece de este municipio, según los registros del SIACON-NG. Esta misma situación se presentó en 22 municipios más, ya que el 2003 si mostraron información en términos de la producción de fresa, para el año 2020 ya no lo hicieron, la mayoría de estos pertenecen a Michoacán y Guanajuato.

Cuadro 1. Municipios con mayor especialización en México, según los coeficientes de localización (LQi), 2003-2020.

Estado	Municipio	2003	2005	2010	2015	2020
Baja California	Ensenada	18.07	32.01	30.52	16.31	24.49
Baja California Sur	Mulegé	33.36	15.29	15.57	7.32	5.35
Chihuahua	Cusihuiriachi	10.54	5.43			
Chihuahua	Santa Isabel	100.81	30.73			
Guanajuato	Abasolo	4.17	3.82	1.87	2.90	3.53
Guanajuato	Irapuato	11.90	8.71	8.99	5.03	9.87
Guanajuato	Jerécuaro	1.66	11.98	1.20	2.41	2.24
Guanajuato	Pueblo Nuevo	5.75	3.85	3.96	1.78	1.20
Guanajuato	Tarandacua	17.65	34.48	21.24	12.42	45.36
Jalisco	Atemajac de Brizuela					35.41
Jalisco	Tapalpa				18.23	4.11
México	Ixtapan de La Sal	5.65	6.37	5.03	1.32	6.52
México	Valle de Bravo	21.08	6.11	3.64	0.66	0.65
México	Zumpahuacán	36.96	21.88	25.96	6.08	10.51
Michoacán	Angamacutiro	31.46	40.36	45.18	3.16	18.65
Michoacán	Chavinda	12.97	9.12	13.71	23.91	33.56
Michoacán	Chilchota				40.25	18.03
Michoacán	Contepec	10.47	4.09	2.81	0.74	1.00
Michoacán	Ecuandureo	0.35			5.61	13.27
Michoacán	Huiramba				16.56	34.71
Michoacán	Ixtlán	42.71	29.60	25.57	37.93	43.98
Michoacán	Jacona	61.84	70.67	76.54	43.24	40.68
Michoacán	Lagunillas				42.17	53.82
Michoacán	Maravatío	25.62	32.16	23.65	10.20	8.32
Michoacán	Panindícuaro	42.40	29.94	4.13	50.60	42.96
Michoacán	Purépero	2.27	2.37	3.51	2.36	5.60
Michoacán	Tangancícuaro	4.93	4.40	23.67	37.82	28.90
Michoacán	Tlazazalca	18.55	6.36	10.01	8.52	13.80
Michoacán	Zamora	71.17	45.75	57.27	37.42	38.10
Oaxaca	San Dionisio Ocotlán				27.65	23.21

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).

5.2 Análisis exploratorio de datos espaciales

5.2.1 Análisis de la distribución geográfica

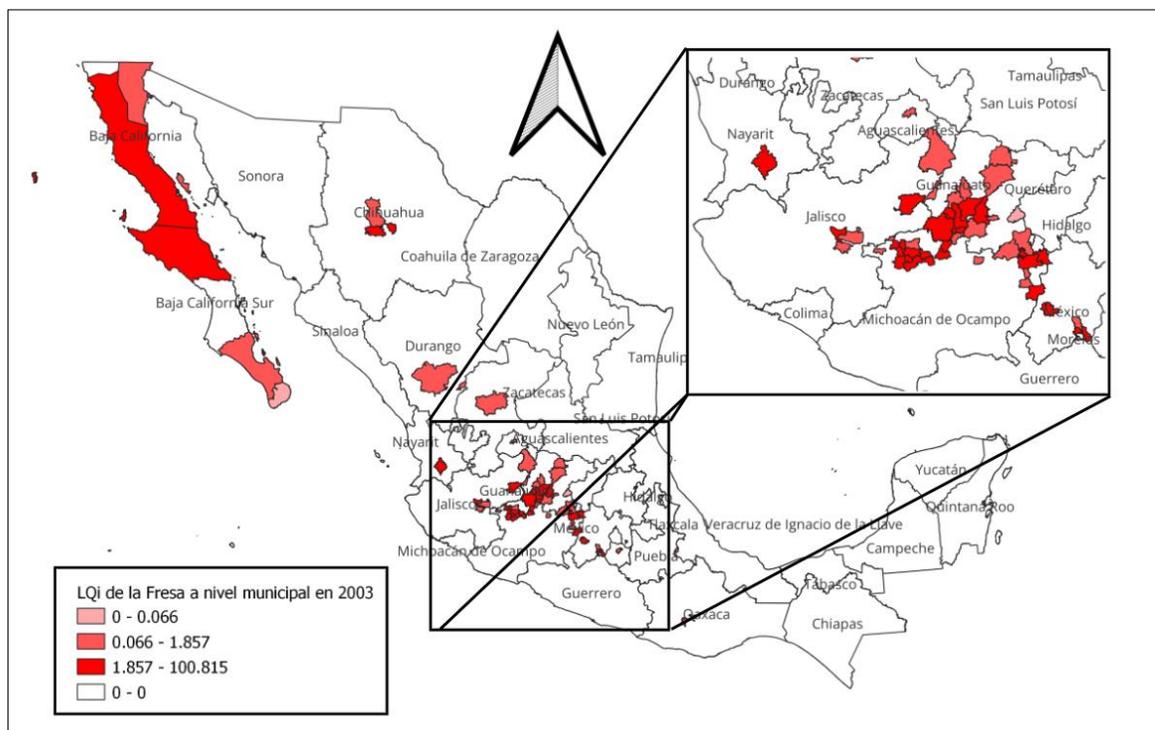
En el Mapa 1 se muestra la distribución geográfica de los municipios productores de fresa, según el grado de especialización (LQi) para el año 2003, en color rojo oscuro se representan a aquellos que exhiben un mayor grado de especialización y en color rosa a aquellos no especializados. Se observa que los municipios con mayor especialización están localizados en Michoacán, particularmente en la región de Zamora y en la denominada área de la Monarquía. Asimismo, en Guanajuato, otro de los estados con una contribución relevante en términos del número de municipios especializados, se da una concentración en la zona geográfica conocida como el Bajío, y en menor medida en el área de los Valles de Abajeños. En Jalisco, la mayoría de los municipios con mayor especialización se ubican en la región Sur del estado. Finalmente, en la península de Baja California sobresale Mulegé y Ensenada.

En términos generales, en el Mapa 2 se observa que prevalece el patrón geográfico de los municipios especializados en la producción de fresa para el año 2020. Por ejemplo, las regiones de Zamora y Lerma-Chapala, pertenecientes al estado de Michoacán, continúan presentando la mayor concentración de municipios con un alto grado de especialización. En cambio, en Guanajuato, a pesar de considerarse como un estado con una producción económica considerable, los municipios en la región del Bajío no muestran un nivel elevado de especialización.

Por otro lado, en los mapas cuartiles (Mapa 1 y Mapa 2) se pueden observar dos cambios. El primero es que había municipios especializados en la producción de fresa en Chihuahua, Nayarit y Baja California Sur para el año 2003, situación que ya no prevalece en el 2020. El segundo cambio se refiere a que tiende a existir una mayor

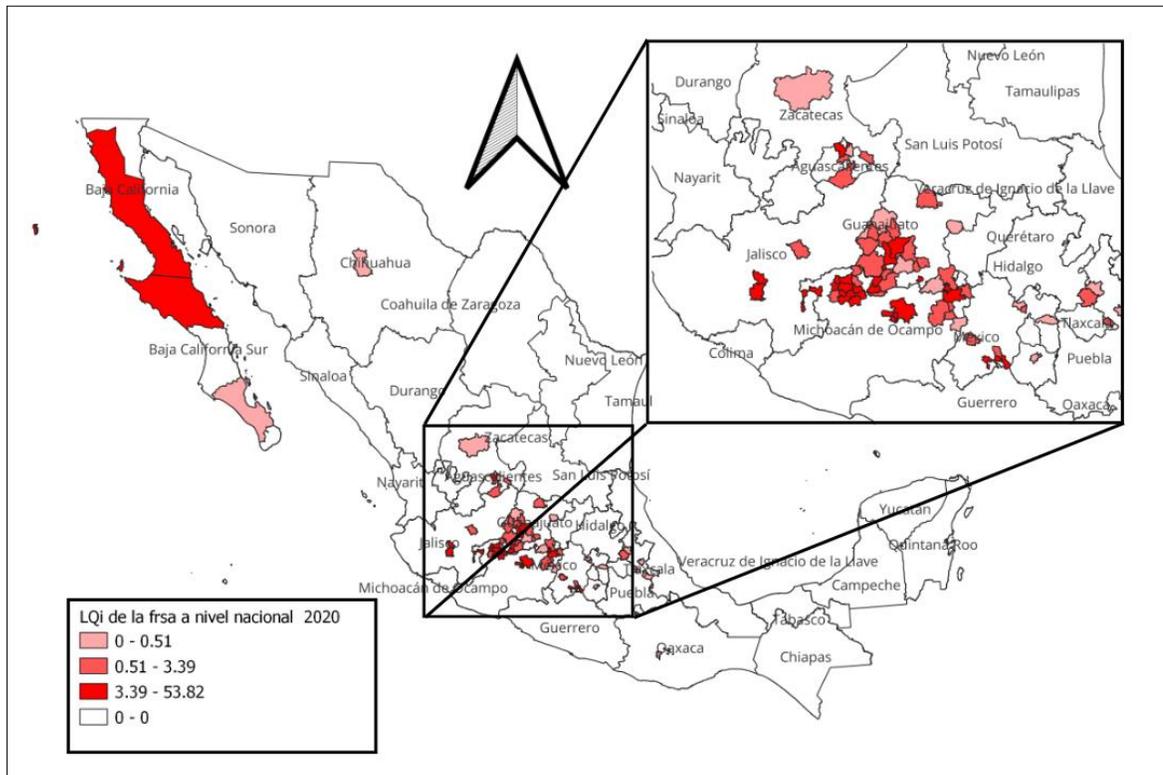
concentración de municipios especializados en algunas regiones de Michoacán, Guanajuato y Jalisco. Cabe señalar que es de suma relevancia la contribución de estas regiones a la producción a nivel nacional; por ejemplo, para el 2020 los municipios con una alta especialización de la región de Zamora en Michoacán, en conjunto, aportaron el 38.44% del volumen total producido de fresa en el país; mientras que los municipios especializados de la región sur de Guanajuato aportaron el 16.17%.

Mapa 1. Distribución geográfica de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de QGIS.

Mapa 2. Distribución geográfica de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de QGIS.

5.2.2 Autocorrelación espacial global de la especialización de la producción de fresa

Se estimó el estadístico I de Moran global con el propósito de poder identificar en qué medida los patrones espaciales mostrados en los mapas cuartiles presentados previamente (mapas 1-2), coinciden con la noción de aleatoriedad o que tienen una estructura espacial significativa. Según la I de Moran del Cuadro 2, la distribución espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa es no aleatoria, por el contrario, hay una autocorrelación espacial positiva a un nivel de significancia, según los valores de P , del 90% para los años de 2003 y 2005, a diferencia del 2015 y 2020 que son significativos al 95%, mientras que para el 2010 no resultó significativo. Este

resultado sugiere que la especialización de la producción de fresa se manifiesta de forma agrupada en el espacio, es decir, que los municipios con LQi relativamente alto (bajo) tienden a localizarse cerca de aquellos con LQi alto (bajo).

Igualmente, se observa que el valor del estadístico de la I de Moran ha aumentado en el periodo de estudio, al pasar de 0.2306 en 2003 a 0.3239 en 2020, esto sugiere que la dependencia espacial de la especialización municipal ha incrementado.

Cuadro 2. Autocorrelación espacial global de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003-2020.

Año	Matriz de peso espacial	I de Moran	Media	Desviación estándar	Z-Valor	P-Valor
2003	<i>Queen</i>	0.2306	-0.0124	0.1342	1.8111	0.0620*
2005	<i>Queen</i>	0.0238	-0.0145	0.1373	1.8046	0.0560*
2010	<i>Queen</i>	0.1380	-0.0312	0.1367	1.1420	0.1130
2015	<i>Queen</i>	0.2731	-0.0142	0.1219	2.3575	0.0220**
2020	<i>Queen</i>	0.3239	-0.0165	0.0185	2.9832	0.0100**

Nota: a) El valor esperado para el estadístico I de Moran es constante para cada uno de los años, $E(I)=-0.0018$. b) Nivel de significancia estadística: 90*, 95** y 99***

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa

En las Gráficas 5, 6, 7, 8 y 9 se muestran los diagramas de dispersión de Moran de la especialización productiva de fresa a nivel municipal. Estos diagramas se dividen en cuatro cuadrantes: I, II, III y IV. El cuadrante I, situado en la esquina superior derecha, indica una autocorrelación espacial positiva de municipios con valores altos de especialización productiva de fresa. La presencia de un municipio en este cuadrante denota que un aumento en la especialización de la producción de fresas en dicho municipio conlleva a un incremento en la especialización de los municipios vecinos. En cambio, en el cuadrante III, situado en la esquina inferior izquierda, indica una

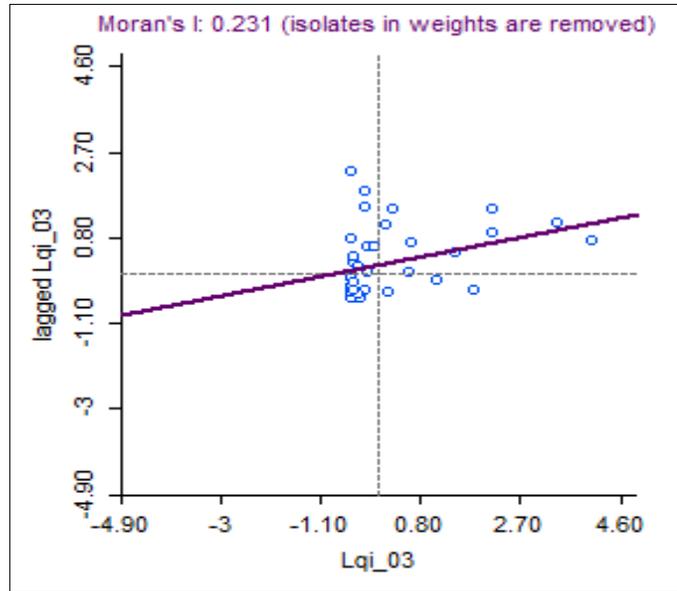
autocorrelación espacial positiva de municipios con baja especialización productiva de fresa. Los municipios que se sitúan en este cuadrante tienden a mostrar una baja especialización productiva y que sus vecinos también registran baja especialización.

Por otro lado, el cuadrante II, localizado en la parte superior izquierda, se caracteriza por una autocorrelación espacial negativa, es decir, en este cuadrante se ubican los municipios con especialización baja que están rodeados y relacionados de aquellos con especialización alta. En este contexto, se evidencia que una reducción en la especialización de la producción de un municipio resulta en un aumento de la especialización en los municipios circundantes. De manera similar, el cuadrante IV, situado en la esquina inferior derecha, presenta una autocorrelación especial negativa, ahí se ubican los municipios con especialización alta y que se encuentran relacionados con vecinos de especialización productiva baja.

En los diagramas de dispersión de Moran (gráficas del 5 al 9), se identifica una pendiente positiva del estadístico I de Moran, esto corrobora la existencia de autocorrelación espacial positiva. Asimismo, se observa que la mayor parte de los municipios se sitúa en los cuadrantes I (Alta-Alta) y III (Baja – Alta). Esta distribución muestra una tendencia marcada, caracterizada por una preponderancia de municipios que tienden a conformar clústeres espaciales de producción de fresa, ya sea de alta o baja especialización.

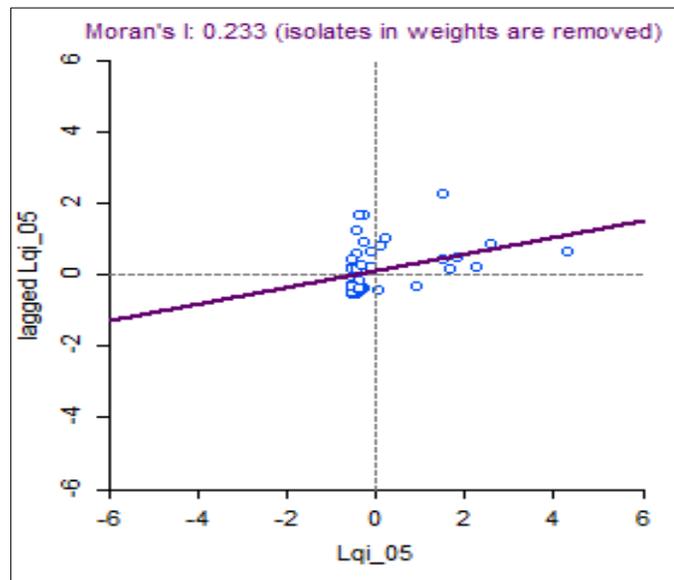
Cabe resaltar que la cantidad de municipios que se encuentran posicionados en los demás cuadrantes (II y IV) es reducida en comparación con la mayoría que ocupan los cuadrante III y IV. Esta distribución sugiere que existen pocos municipios que presentan una asociación espacial negativa, es decir, hay menor presencia de municipios que tienden a reducir (aumentar) su nivel especialización productiva de fresa cuando sus vecinos tienden a aumentar (reducir) su especialización.

Gráfica 5. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003.



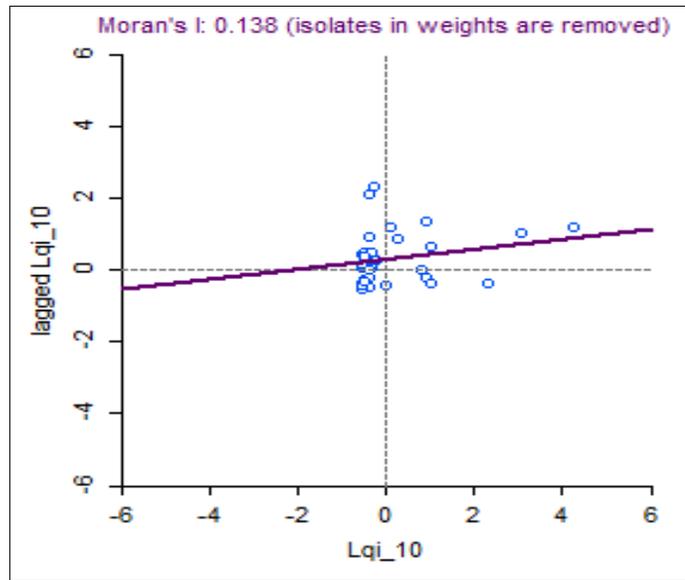
Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa.

Gráfica 6. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2005.



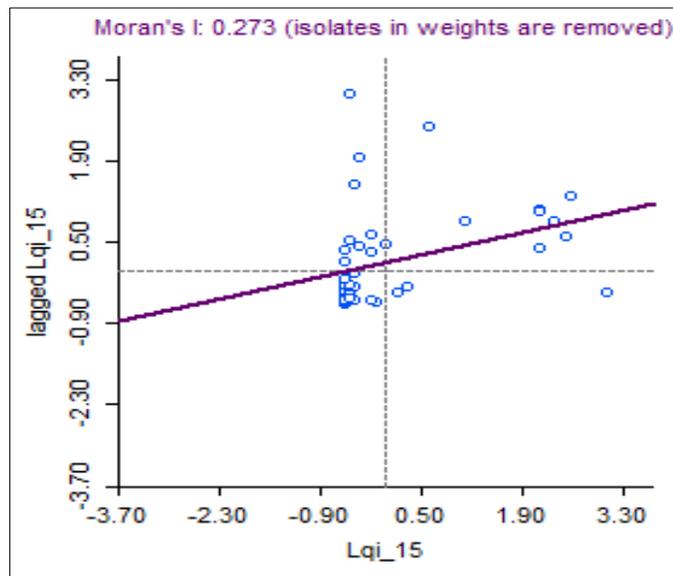
Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa.

Gráfica 7. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2010.



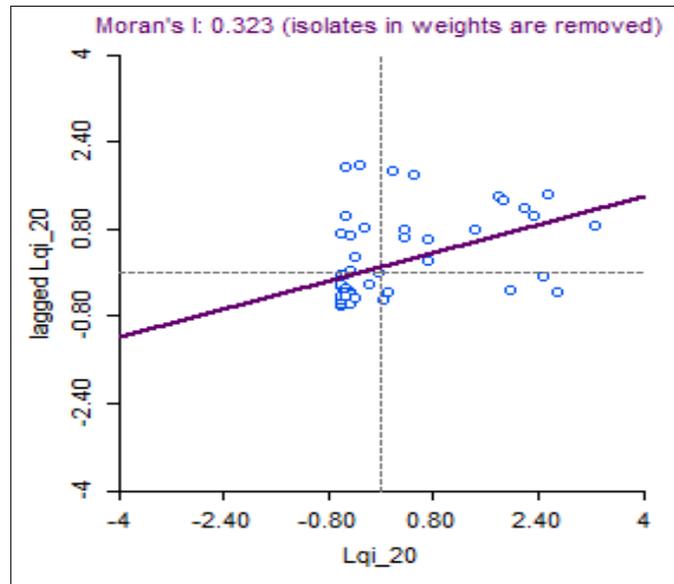
Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa.

Gráfica 8. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa.

Gráfica 9. Diagrama de dispersión de Moran de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023) y apoyo de GeoDa.

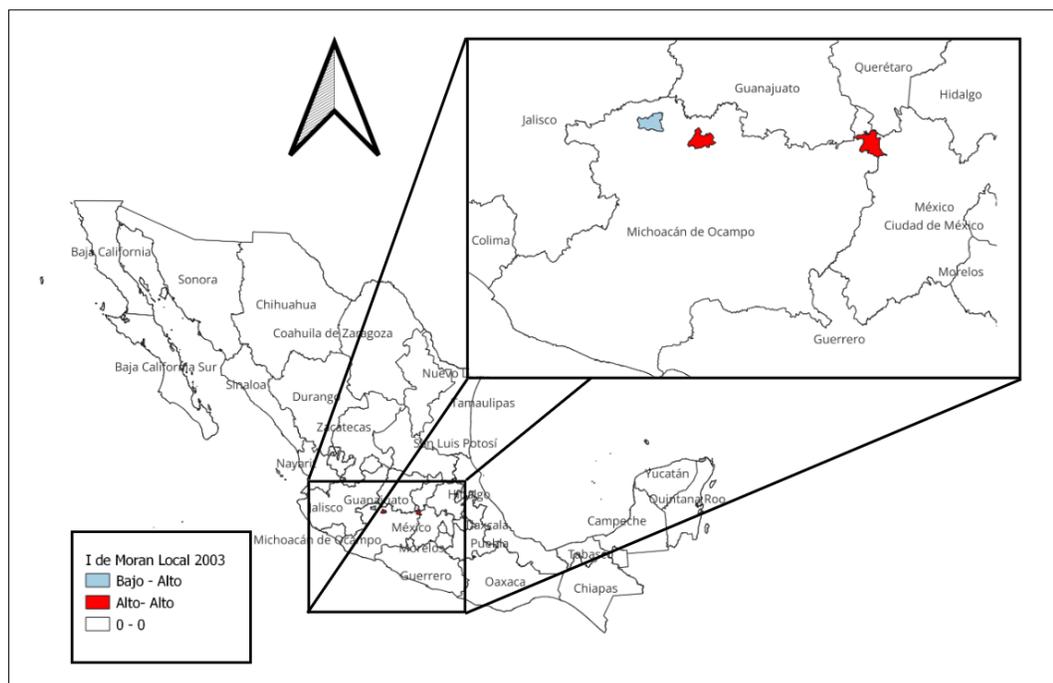
5.2.3 Autocorrelación espacial local de la especialización de la producción de fresa

En esta sección se presentan los clústeres municipales según su nivel de especialización (LQi) de producción de fresa (mapas 3-7). De acuerdo con las estimaciones del estadístico de Moran local, únicamente para el 2010 se encontró un mayor número de municipios con autocorrelación espacial significativa (mapa 4). Este resultado indica que hubo municipios cuya especialización dependía o afectaba a la de los municipios colindantes.

Para el año 2003, el Mapa 3 revela la presencia de dos clústeres especializados en la producción de fresa del tipo Alto–Alto, los municipios centrales de estos clústeres lo conformaron Panindícuaro y Contepec (en color rojo). Asimismo, el municipio de

Ecuandureo (en color azul turquesa) se caracteriza por mostrar una autocorrelación negativa del tipo Bajo – Alto. Estos tres municipios, Panindícuaro, Contepec y Ecuandureo, se localizan en el estado de Michoacán, con mayor precisión en las zonas geográficas correspondientes a las regiones del Bajío y Oriente.

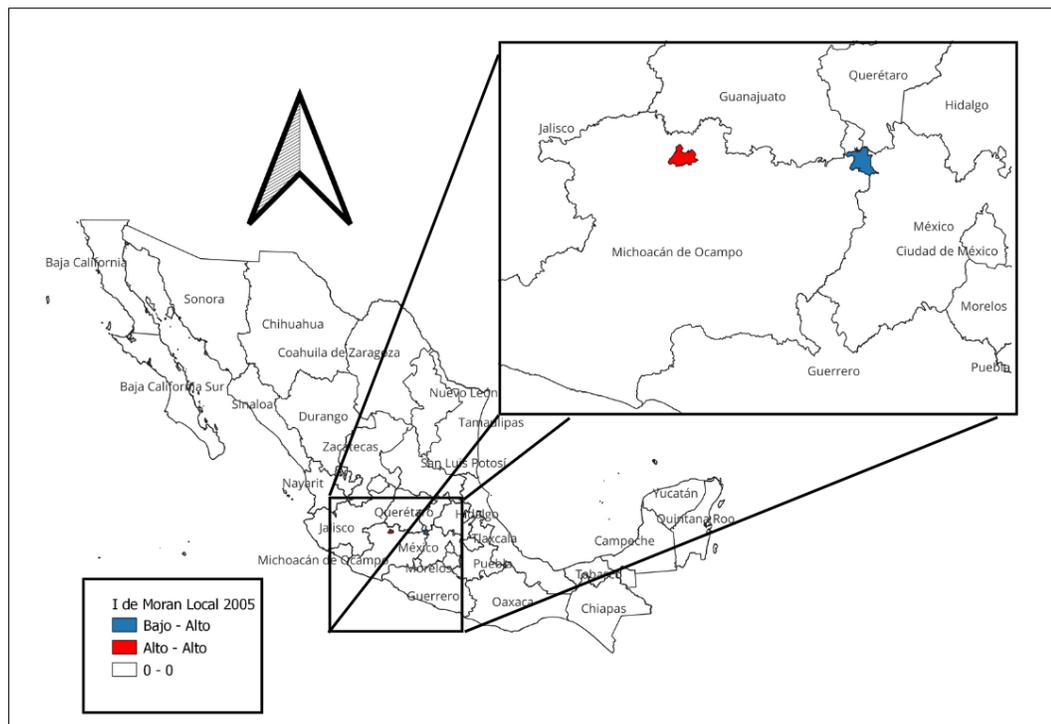
Mapa 3. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2003.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de GeoDa y QGIS.

De mismo modo, en el Mapa 4 se pueden observar a dos municipios con autocorrelación espacial significativa para el año 2005, los cuales pertenecen al estado de Michoacán. Al igual que en el 2003, nuevamente aparece el municipio de Contepec (en color azul turquesa), ubicado en la región Oriente, aunque con una autocorrelación espacial negativa del tipo Bajo–Alto; mientras que Panindícuaro (en color rojo), en la región Bajío, mantuvo una autocorrelación espacial positiva con sus vecinos, de modo que conformó el centro del clúster de valores altos de especialización.

Mapa 4. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2005.

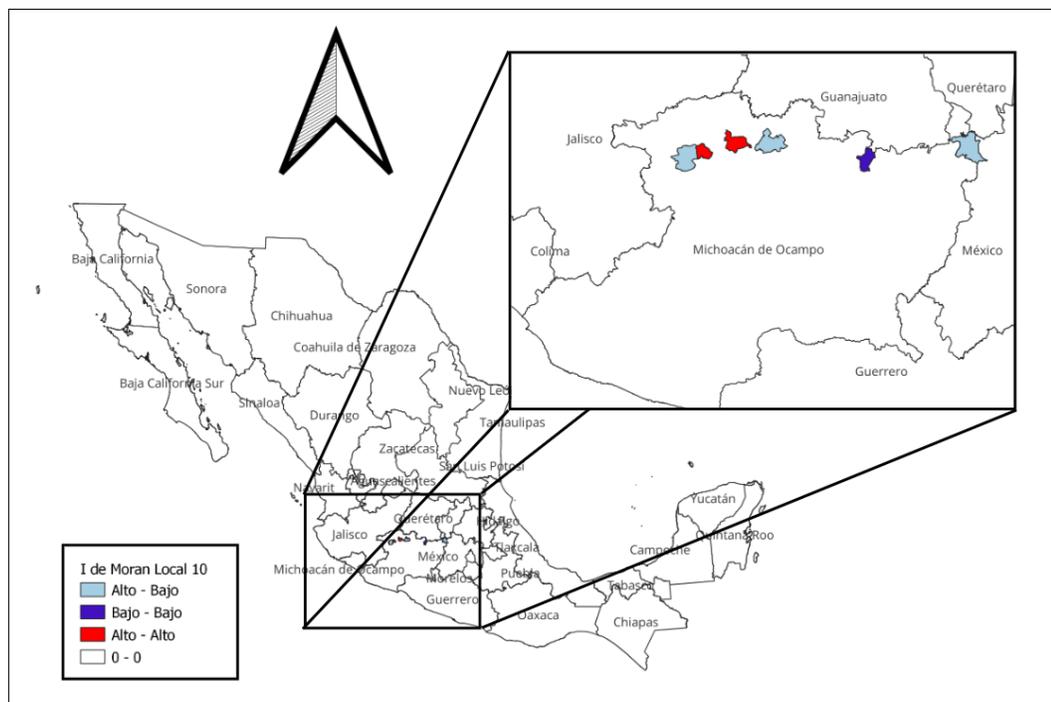


Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de GeoDa y QGIS.

En el mapa 5 se presenta el mapa de clústers espaciales para el 2010. Se identifica que los municipios de Tlazazalca y Jacona (en color rojo) exhiben una autocorrelación positiva del tipo Alto-Alto, es decir, conforman clusters de especialización alta con municipios vecinos que también tienen una especialización alta en la producción de fresa. En cambio, el municipio de Álvaro Obregón (en color azul marino) presenta una autocorrelación espacial clasificada como Baja-Baja, esto sugiere que cuando disminuye su especialización los vecinos también tienden a disminuir su especialización, y viceversa. Por último, los municipios de Panindícuaro, Contepec y Tangamandapio (en color azul turquesa) muestran una autocorrelación negativa categorizada como Alto-Bajo, esto indica que a medida que incrementan su nivel de especialización, los municipios contiguos tienden a reducir su especialización

productiva de fresa. Cabe señalar que estos municipios se encuentran situados en las regiones del Bajío, Lerma–Chapala, Oriente y Cuitzeo, en el estado de Michoacán.

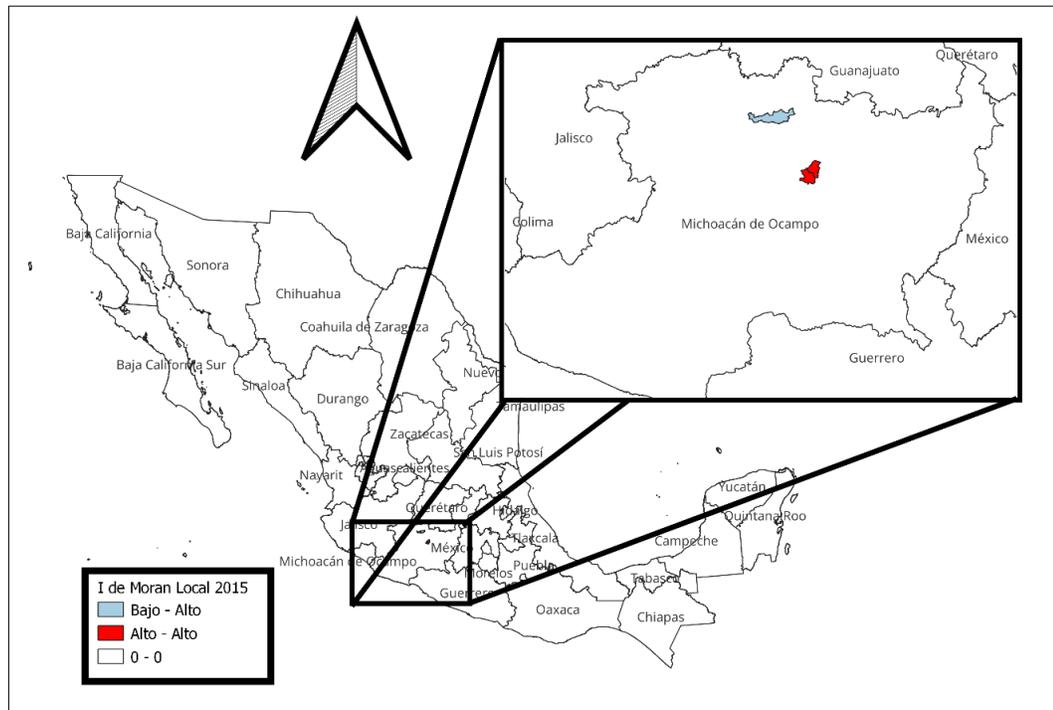
Mapa 5. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2010.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de GeoDa y QGIS.

De acuerdo con el Mapa 6, para el 2015, únicamente se identificaron a tres municipios con autocorrelación espacial significativa, todos ellos se ubicaron en Michoacán. Específicamente, Lagunillas y Huiramba (en color rojo) conformaron clústers de especialización alta, ambos situados en la región de Pátzcuaro; mientras que el municipio de Jiménez (en color azul turquesa) conformó el núcleo del clúster de baja especialización con municipios vecinos con alta especialización, el cual se ubicó en la región del Bajío.

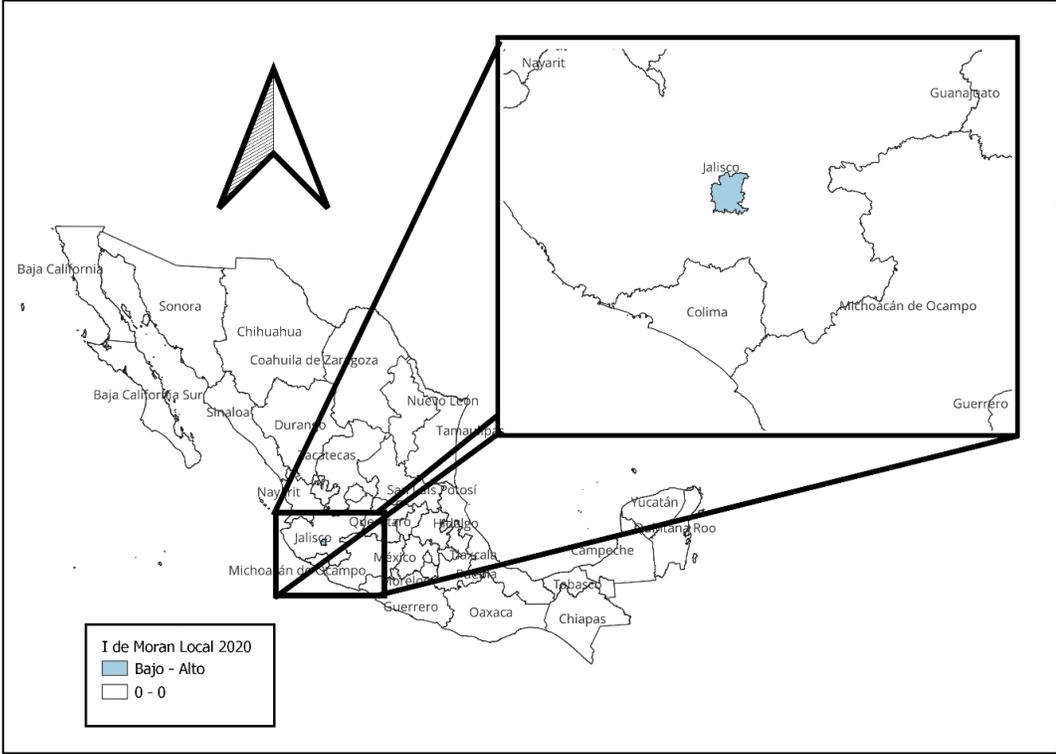
Mapa 6. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQ_i) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2015.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de GeoDa y QGIS.

Por último, según el Mapa 7, en el 2020 solamente el municipio de Tapalpa (en color azul turquesa) mostró una autocorrelación espacial significativa clasificada como Bajo–Alto, el cual se ubica en la región Sur del estado de Jalisco. Estos resultados indican que la especialización del resto de los municipios productores de fresa ya no dependió de las condiciones externas de los municipios vecinos, sino todo lo contrario, los niveles de especialización se debieron a las condiciones, sistemas de producción u otros factores netamente internos de los municipios.

Mapa 7. Mapa de clúster espacial de la especialización (LQi) de la producción de fresa a nivel municipal en México, 2020.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023), y apoyo de GeoDa y QGIS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la literatura revisada, se identificó que la mayoría de los estudios existentes referentes a la producción de la fresa son desde el enfoque agronómico, de modo que se observó una carencia de trabajos relacionadas con la especialización productiva de fresas y su patrón de agrupación geográfica. Igualmente, se observó una abundancia de estudios empíricos desde el enfoque regional y espacial para el sector industrial, sin embargo, parece existir un vacío de conocimiento en cuanto al sector agrícola.

En este contexto, el propósito de la presente investigación fue analizar la evolución de la producción de fresas en los estados de México, así como analizar la distribución espacial de la especialización productiva a nivel municipal para el periodo de 2003-2020. Para ello, se empleó una metodología en dos etapas, la primera se basó en la estadística descriptiva, que incluyó el cálculo de índices de especialización, así como el análisis mediante tasas de crecimiento y gráficas de líneas. La segunda etapa consistió en calcular y analizar los índices de autocorrelación espacial global y local, con el fin de identificar clústers espaciales en términos de la especialización productiva de la fresa a nivel de municipios.

A partir del análisis de estadística descriptiva, se identificó que la preponderancia en la producción de fresas se concentra de manera constante en los estados de Michoacán, Baja California y Guanajuato. Esta tendencia se manifiesta no solo en la persistencia de estas entidades como líderes en la producción de fresas a lo largo del 2003 a 2020, sino también en la extensión de tierra dedicada a este cultivo y en el valor económico que genera. Además, se ha observado que la participación en esta producción se encuentra predominantemente distribuida en estos tres estados.

De acuerdo con la estimación de los índices de especialización, se mostró que existe una marcada concentración geográfica de los municipios productores de fresas, principalmente en la región del Bajío de Michoacán y Guanajuato, observación que persiste a lo largo del período de estudio. Específicamente los municipios con mayor especialización son Jacona, Zamora, Ixtlán, Panindícuaro, Angamacutiro, Tarandacuaio; mientras que los municipios que retrocedieron o perdieron importancia fueron los que se encuentran en Chihuahua como es el caso de Santa Isabel y Cusihuirachi. En contraste, han surgido municipios que han adquirido una mayor especialización a lo largo del tiempo, entre ellos se destacan Atemajac de Brizuela, Chilchota y Huiramba.

Asimismo, se identificó la existencia de autocorrelación espacial positiva a nivel global con respecto a la especialización de la producción de fresa. A pesar de su magnitud reducida, prevalece el patrón mayoritario de municipios que exhiben autocorrelación de tipo Alto-Alto y Bajo-Alto. Es importante destacar que se ha observado una autocorrelación significativa a un nivel del 95% entre los años 2015 y 2020, así como una autocorrelación significativa al 90% para los años 2003 y 2005.

En cuanto a los resultados de la autocorrelación espacial local, según el índice de Moran, se identificó una limitada cantidad de municipios que tienden a conformar clústers espaciales en términos de la especialización productiva de fresa. Específicamente, los municipios que fueron el centro de los clústers de especialización alta son Jacona, Tlazazalca, Panindícuaro, Contepec, Lagunillas y Huiramba, que se ubican en el estado de Michoacán; mientras que el único municipio que conformó un clúster de especialización baja y estuvo relacionado espacialmente con vecinos de especialización alta fue Álvaro Obregón, también situado en Michoacán.

Los resultados de los estadísticos de la I de Moran local sugieren que la mayoría de los municipios son independientes en cuanto a la especialización productiva de fresa.

Esto significa que la especialización de un municipio no está relacionada con la especialización de los municipios colindantes, sino que dependen de sus condiciones propias e internas. Por lo tanto, la especialización productiva de fresa no tiene un impacto significativo en el entorno geográfico inmediato.

El análisis desde una perspectiva espacial aportó información valiosa sobre el papel poco relevante del espacio en los patrones geográficos de la especialización productiva de fresas a nivel municipal en México. Sin embargo, existen limitaciones que tienen que ver con la matriz de pesos utilizada, que sólo consideró la contigüidad física geográfica como posibles formas de relacionarse entre los municipios, pudiendo existir otras formas de conectividad que requieren un análisis más profundo.

Con base en los hallazgos de esta investigación, se recomiendan los siguientes estudios futuros para explorar la distribución espacial de la producción de fresa en México:

- Estudio de un periodo más amplio, incluyendo diferentes años. Esto permitiría evaluar la evolución de la distribución espacial de la producción de fresa.
- Análisis mediante un análisis espacial confirmatorio, a través de un modelo econométrico espacial, para medir los cambios en la especialización productiva a partir de diversos factores. Esto permitiría comprender mejor los factores que influyen en la especialización productiva de fresa, así como las magnitudes en que se ven afectadas estos cambios.

En cuanto a las recomendaciones en términos de política pública, se proponen las siguientes:

- Para los municipios donde no se encontró autocorrelación espacial a nivel municipal, se recomienda elaborar políticas públicas a nivel individual.
- Para los municipios donde la autocorrelación espacial es alta-alta o baja-baja, se recomienda la aplicación de políticas públicas a nivel regional, es decir, trazar estrategias y programas que contribuyan a la producción de fresa de manera conjunta entre los municipios que conforman los clústers.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.
- Ávila-Arce, A., & González-Milán, D. D. J. (2012). La competitividad de las fresas (*Fragaria spp.*) mexicanas en el mercado nacional, regional y de Estados Unidos. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9(1), 17-27.
- Baronio, A., Vianco, A., & Ranbadal, C. (2012). Aplicación de la econometría espacial para el estudio de la distribución de la pobreza en España. *Revista de Economía Aplicada*, 20(66), 111-130."
- Begg, D., Fischer, S., & Dornbusch, R. (2011). *Macroeconomía*. (13a. ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Bendesky, L. (1994). Economía regional en la era de la globalización. *Comercio Exterior*, 44(11), 982-989.
- Bohórquez, I. A., & Ceballos, H. V. (2008). Algunos conceptos de la econometría espacial y el análisis exploratorio de datos espaciales. *Ecós de Economía: A Latin American journal of applied economics*, 12(27), 9-2.
- Boisier, S. (1991). *Técnicas de análisis regional con información limitada*. Comisión Económica para América Latina y del Caribe.
- Caldentey, A. (1992). *Mercados agrarios*. España: McGraw-Hill Education.
- Capello, R. (2006). La economía regional tras cincuenta años: desarrollos teóricos recientes y desafíos futuros. *Investigaciones Regionales* (9), 171-194.
- Capello, R. (2017). *Seminal studies in regional and urban economics. Contributions from an Impressive Mind*. Springer International Publishing. Cham, Switzerland. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57807-1>.
- Carranza, P., & Fuentealba, J. (2013). Una introducción al Análisis Exploratorio de Datos por medio de Google Analytics. Yupana. *Revista de Educación Matemática de la UNL*, 7, 53-65.
- Ceapraz, I. L. (2008). The concepts of specialisation and spatial concentration and the process of economic integration: Teoretical relevance and statistical measures, the case of Romania's regions. *Romanian Journal of Regional Science*, 2(1): 69-93.

- Cliff, A. D., & Ord, J. K. (1981). *Spatial processes: models & applications*. (No Title).
- Dávila, F. (2004). Coeficientes de localización. *Estudios Regionales*, 72, 7-23.
- de Corso Sicilia, G. B., & Rivera, M. P. (2017). Métodos gráficos de análisis exploratorio de datos espaciales con variables espacialmente distribuidas. *Cuadernos latinoamericanos de administración*, 13(25), 92-104.
- Feder, E. (1981). *El imperialismo fresa*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Investigaciones Económicas, México. Disponible en: <http://ru.iiec.unam.mx/2051/1/ElImperialismoFresa.pdf>
- Garcés Galarza, J. A. (2021). *Evaluación de tres fertilizantes orgánicos para mejorar la producción de fresa (Fragaria x ananassa)* (Bachelor's thesis).
- Garcés Venegas, A. G. (2015). La cadena de comercialización y su impacto en la rentabilidad de los pequeños productores de fresa de la provincia de Tungurahua (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Contabilidad y Auditoría. Carrera de Economía.).
- García Samaniego, C. A.; García Almada, R. M. y Sánchez Juárez, I.L. (2023). Análisis del empleo manufacturero municipal en la frontera norte de México. En Y. Carbajal Suárez, L. de Jesús Almonte y V. H. Torres Preciado (coords.). *Innovación y empleo en la actividad económica de las regiones de México*. McGraw Hill: México.
- Goodchild, M. F. (1987). The fractal nature of geographic phenomena. *Annals of the Association of American Geographers*, 77(2), 265-278.
- Guerena, M., & Born, H. (2007). Fresas: producción orgánica. *El Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible. USA*, 1-32.
- Hiernaux, D., & Lindon, A. (1993). El concepto de espacio y el análisis regional. *Secuencia. Revista de historia y ciencias sociales*, (25), 089-089.
- Kemeny, T. y Storper, M. (2015). Is specialization good for regional economic development? *Regional Studies*, 49(6), 1003-1018. DOI: <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.899691>
- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *American Economic Review*, 70(5), p. 950-959.
- Krugman, P. R., & Wells, R. (2013). *Economía Internacional: Teoría y Política*. (9a. ed.). Madrid: Pearson Educación.

- Kucukyumuk, M. (2023). Effects of humic acids on plant growth and soil fertility. In A. M. Al-Mousawi & M. A. Al-Mousawi (Eds.), *Advances in soil science* (pp. 1-25). Springer Nature Switzerland.
- Lara, T. I. B., Canales, J. M. V., Sánchez, F. D., & Vargas, R. R. (2020). Especialización y competitividad en el sector agrícola mexicano: caso fresa. *Agro Productividad*, 13(8).
- León López, L., Guzmán-Ortíz, D. L. A., García Berumen, J. A., Chávez Marmolejo, C. G., & Peña-Cabriales, J. J. (2014). Consideraciones para mejorar la competitividad de la región "El Bajío" en la producción nacional de fresa. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(4), 673-686.
- Mancera, J.P. (2021). Especialización regional de la actividad económica en México: Un enfoque de coeficientes de localización. *Almanaque Económico*, 3, pp. 46-64. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://almanaque.colmex.mx/wp-content/uploads/revista3-1-1.pdf>
- Molina Martínez, R., & Gastélum Valdez, J. S. (2015). Estrategia de diversificación de mercados en las empresas exportadoras de fresa en México. *Revista nicolaita de estudios económicos*, 10(2), 45-64.
- O'Loughlin, M. (1992). Rethinking science education: Beyond Piagetian constructivism toward a sociocultural model of teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 791-820.
- Otsuka, K. y Ali, M. (2020). Strategy for the development of agro-based clusters. *World Development Perspectives*, 20, 100257. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452292920300771>
- Perroux, F. (1955). La notion de pôle de croissance. *Économie et Humanisme*, (104), 30-45.
- Pineda, D. E. S., & Torres, N. L. R. (2017). Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 7-11.
- Polese, M. (1998). *The New Economic Geography: Scale and Space in the World Economy*. Oxford University Press.
- Polèse, M., & Barragán, C. (1998). *Economía urbana y regional: introducción a la relación entre territorio y desarrollo*. Ucol.

- Rey, S. J., & Montouri, D. B. (1999). US regional income convergence: A spatial econometric approach. *The Review of Economics and Statistics*, 81(1), 145-152.
- Rowley, D., Black, B., & Drost, D. (2010). La producción de las fresas utilizando el túnel alto.
- Rubio, S. A., Alfonso, A. M., GRIJALBA, C., & Pérez, M. M. (2014). Determinación de los costos de producción de la fresa cultivada a campo abierto y bajo macrotúnel. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 67-69.
- Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (1995). *Economía: Con Aplicaciones En Latinoamérica*. (19a. ed.). México: McGraw-Hill.
- Sánchez-Cano, J. E. (2014). La política agrícola en México, impactos y retos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 18(35):946-956.
- Santos, B. M., & Obregón, H. A. (2009). Prácticas Culturales para la Producción Comercial de Fresas en Florida: HS1160/HS1160, 10/2009. *EDIS*, 2009(10).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2020). *Panorama Agroalimentario de SAGARPA 2020*. México: SIAP, 74.
- Soto, D. H., De la Garza Carranza, M. T., & Soria, E. G. (2011). Competitividad de la fresa mexicana de exportación a EE. UU: un modelo de equilibrio parcial. *GCG: revista de globalización, competitividad y gobernabilidad*, 5(3), 102-113.
- Vilalta, C. J. (2005). Cómo enseñar autocorrelación espacial. *Economía Sociedad y Territorio*, 5, 323-333.
- Yrigoyen, C. C. (2006). Análisis estadístico de datos geográficos en geomarketing: el programa GeoDa. *Distribución y consumo*, 178, 34.

ANEXOS

Anexo 1. Índice de especialización (LQi) de la producción de fresa para todos los municipios productores de México.

Estado	Municipio	LQi 03	LQi 05	LQi 10	LQi 15	LQi 20
Aguascalientes	Aguascalientes	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5122
Aguascalientes	Asientos	0.0000	0.0261	0.0000	0.0000	0.0000
Aguascalientes	Pabellón de Arteaga	0.3292	0.0000	0.0000	5.1732	1.6605
Aguascalientes	Rincón de Romos	0.0000	0.0000	0.0000	0.4959	4.2342
Aguascalientes	Tepezalá	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3820
Baja California	Ensenada	18.0728	32.0122	30.5222	16.3105	24.4857
Baja California	Mexicali	0.0868	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Baja California Sur	La Paz	0.0862	0.0306	0.4057	0.0663	0.0805
Baja California Sur	Los Cabos	0.0407	0.4099	0.5232	0.0000	0.0000
Baja California Sur	Mulegé	33.3639	15.2894	15.5714	7.3199	5.3455
Chihuahua	Cuauhtémoc	0.2633	0.0881	0.0000	0.0506	0.0366
Chihuahua	Cusihuirachi	10.5366	5.4325	0.0000	0.0000	0.0000
Chihuahua	Santa Isabel	100.8150	30.7319	0.0000	0.0000	0.0000
Coahuila	Arteaga	0.0000	0.0000	0.2749	0.0000	0.0000
Durango	Durango	0.2037	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Durango	Poanas	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Durango	Vicente Guerrero	0.4226	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Guanajuato	Abasolo	4.1663	3.8170	1.8659	2.8950	3.5341
Guanajuato	Acámbaro	1.2206	1.3423	0.8924	0.5887	0.0897
Guanajuato	Apaseo El Grande	0.0456	0.0000	0.0289	0.0000	0.0000
Guanajuato	Cortazar	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6741
Guanajuato	Cuerámara	1.9688	2.4893	0.0000	0.0000	0.0000
Guanajuato	Dolores Hidalgo	0.6116	0.7766	0.0000	0.0000	0.0000
Guanajuato	Guanajuato	0.0000	0.0000	0.0000	0.4519	0.0000
Guanajuato	Huanímara	2.3052	2.0142	0.0000	0.0000	0.0000
Guanajuato	Irapuato	11.9016	8.7063	8.9851	5.0301	9.8699
Guanajuato	Jaral del Progreso	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.3019
Guanajuato	Jerécuara	1.6554	11.9750	1.2016	2.4139	2.2437
Guanajuato	León	0.0000	0.0000	0.0000	0.1383	0.2081
Guanajuato	Manuel Doblado	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9619
Guanajuato	Pénjama	0.4863	1.0891	0.0000	0.0144	0.2266

Guanajuato	Pueblo Nuevo	5.7516	3.8484	3.9636	1.7774	1.1962
Guanajuato	Purísima del Rincón	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.9652
Guanajuato	Romita	0.3625	0.4106	1.0940	0.4799	0.8403
Guanajuato	Salamanca	4.4690	4.2903	2.3881	1.4320	1.1146
Guanajuato	San Diego de La Unión	0.7844	0.0000	0.0000	0.0000	1.6643
Guanajuato	San Francisco del Rincón	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5522
Guanajuato	San José Iturbide	0.0000	0.0000	0.0000	0.1447	0.2484
Guanajuato	Santiago Maravatío	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.1158
Guanajuato	Silao de La Victoria	1.6302	0.7175	2.1734	1.6959	2.2452
Guanajuato	Tarandacua	17.6475	34.4791	21.2382	12.4235	45.3638
Guanajuato	Valle de Santiago	0.1923	0.4121	0.0000	0.9649	0.2023
Guanajuato	Villagrán	0.9125	0.5628	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Arandas	3.2008	0.8011	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Atemajac de Brizuela	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	35.4133
Jalisco	Atoyac	0.0000	0.0000	0.1574	0.0000	0.0000
Jalisco	Chapala	0.8698	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Jocotepec	3.1387	0.0000	11.8616	0.0000	0.0000
Jalisco	Lagos de Moreno	0.1372	0.0000	0.1429	0.0000	0.0000
Jalisco	Mazamitla	0.0000	0.3401	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Tamazula de Gordiano	0.0000	0.0382	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Tapalpa	0.0000	0.0000	0.0000	18.2343	4.1105
Jalisco	Teocuitatlán de Corona	0.1734	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Tototlán	0.0000	4.2250	0.8379	0.0000	0.0000
Jalisco	Valle de Juárez	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	8.6237
Jalisco	Yahualica de González Gallo	0.0000	0.0000	0.3282	0.0000	0.0000
Jalisco	Zapotlán el Grande	0.0000	1.6046	0.0000	0.0000	0.0000
Jalisco	Zapotlanejo	0.0000	0.0000	0.0000	2.5328	2.4164
México	Almoloya de Alquisiras	0.0000	0.0000	0.0000	0.8231	4.1559
México	Ayapango	0.3644	0.3769	1.2334	0.0000	0.0000
México	Chiautla	0.0000	0.0598	0.0000	0.0000	0.0000
México	Cuatitlán Izcalli	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.6258
México	Ixtapan de La Sal	5.6538	6.3663	5.0350	1.3207	6.5222
México	Tepetzotlán	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2762
México	Texcoco	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1080
México	Valle de Bravo	21.0837	6.1130	3.6396	0.6617	0.6452
México	Villa Guerrero	0.9517	0.5035	0.8597	0.5873	1.8772
México	Zumpahuacán	36.9550	21.8832	25.9608	6.0839	10.5117
Michoacán	Álvaro Obregón	0.0000	0.0000	0.5746	0.3428	0.0000
Michoacán	Angamacutiro	31.4611	40.3559	45.1775	3.1626	18.6524
Michoacán	Briseñas	0.6009	2.2076	0.4799	0.3629	0.0000
Michoacán	Chavinda	12.9714	9.1175	13.7146	23.9115	33.5609

Michoacán	Chilchota	0.0000	0.0000	0.0000	40.2534	18.0320
Michoacán	Churintzio	0.0000	0.0000	0.0000	0.2320	2.4293
Michoacán	Contepec	10.4699	4.0891	2.8053	0.7445	0.9958
Michoacán	Copándaro	0.9267	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Michoacán	Ecuandureo	0.3547	0.0000	0.0000	5.6059	13.2726
Michoacán	Hidalgo	0.0000	0.0000	2.8150	1.9122	2.3128
Michoacán	Huiramba	0.0000	0.0000	0.0000	16.5618	34.7054
Michoacán	Irimbo	1.7317	1.1806	1.6274	2.7376	1.0893
Michoacán	Ixtlán	42.7061	29.5999	25.5685	37.9252	43.9769
Michoacán	Jacona	61.8370	70.6659	76.5397	43.2367	40.6755
Michoacán	Jiménez	0.0000	0.0000	0.0000	1.2823	1.1601
Michoacán	Jiquilpan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	11.9199
Michoacán	José Sixto Verduzco	0.1244	0.6711	1.2064	0.1408	0.7091
Michoacán	La Piedad	0.0000	0.0000	0.0000	1.0155	0.8129
Michoacán	Lagunillas	0.0000	0.0000	0.0000	42.1727	53.8189
Michoacán	Los Reyes	0.0000	0.4174	0.0000	0.0000	0.0000
Michoacán	Maravatío	25.6212	32.1622	23.6457	10.1983	8.3196
Michoacán	Morelia	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	11.1664
Michoacán	Pajacuarán	7.2233	1.8841	3.0038	1.5911	0.0000
Michoacán	Panindícuaro	42.3968	29.9382	4.1347	50.5955	42.9579
Michoacán	Penjamillo	0.0000	0.0000	0.0000	5.7153	0.0000
Michoacán	Peribán	0.0000	0.1967	0.0000	0.0000	0.0000
Michoacán	Purépero	2.2656	2.3696	3.5128	2.3626	5.6034
Michoacán	Puruándiro	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.3394
Michoacán	Sahuayo	0.6153	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Michoacán	Tangamandapio	4.5287	2.6377	2.3666	3.2270	1.7901
Michoacán	Tangancícuaro	4.9302	4.3966	23.6736	37.8206	28.8972
Michoacán	Tlazalca	18.5501	6.3575	10.0140	8.5168	13.8048
Michoacán	Tuxpan	0.8637	0.9362	2.4733	2.3839	2.5725
Michoacán	Tzintzuntzan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	15.1414
Michoacán	Vista Hermosa	0.0000	0.9780	0.2660	0.5573	0.0000
Michoacán	Zamora	71.1716	45.7451	57.2722	37.4237	38.0991
Michoacán	Zitácuaro	2.3158	1.2109	0.9066	0.8934	0.4562
Morelos	Jojutla	0.0000	0.1340	0.0000	0.0000	0.0000
Morelos	Tlayacapan	0.0000	0.0000	0.0472	0.0000	0.0000
Morelos	Yautepec	1.8196	0.4839	0.0000	0.0000	0.1527
Nayarit	Santa María del Oro	4.7127	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Oaxaca	San Dionisio Ocotlán	0.0000	0.0000	0.0000	27.6531	23.2064
Oaxaca	Zimatlán de Álvarez	0.1421	0.0000	0.0000	0.0000	0.5002
Puebla	Chignahuapan	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5944
Puebla	Cuyoaco	0.0000	0.0000	0.0000	0.0952	0.0525

Puebla	San Nicolás Buenos Aires	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0583
Puebla	Tlachichuca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1336
Puebla	Zacatlán	0.0000	0.0000	0.0000	0.0426	0.2848
Sinaloa	Ahome	0.0000	0.0000	0.0000	0.0176	0.0000
Sinaloa	Elota	0.0000	0.0000	0.0321	0.0000	0.0000
Tlaxcala	Atltzayanca	0.0000	0.0000	0.0000	0.4781	2.7238
Veracruz	Acultzingo	0.0000	0.0000	0.6914	0.0000	0.0000
Veracruz	Maltrata	1.0216	2.3691	0.0000	0.5361	0.5624
Veracruz	Nogales	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zacatecas	Fresnillo	0.1267	0.0046	0.0086	0.0230	0.0140
Zacatecas	Villa García	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.9578

Fuente: Elaboración propia con datos del SIACON-NG (2023).