

# **Proyecto Fordecyt 291766: Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec**

## Producto 5

Un estudio sobre modelos y métodos para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias y de los sectores clave de la región

Julio 2019

## FICHA DE ENTREGABLE

**Título del Informe:** Plataforma logística como elemento detonador del desarrollo en el Istmo de Tehuantepec

**Nombre del entregable al cual pertenece:** Un estudio sobre modelos y métodos para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias y de los sectores clave de la región

**Objetivo principal planteado:** Analizar los modelos, métodos e instrumentos de gestión para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias reportadas en la literatura a fin de poder identificar nuevos modelos de negocio, esquemas de financiamiento, y tecnologías de la información e Internet de las Cosas.

**Alcance del documento:** El reporte presenta una revisión de la literatura con respecto a estrategias y modelos de colaboración en Cadenas de Suministro (CS) a partir de revistas científicas arbitradas publicadas de 2010 a 2018. Al menos el 50% de las publicaciones analizadas reportan estrategias basadas fundamentalmente en el intercambio y flujo de información para favorecer la visibilidad de la cadena para agilizar la toma de decisiones. Se advierte la necesidad de estrategias que además de favorecer la integración y sincronización contribuyan al incremento de la oferta y demanda de servicios para responder a las necesidades, problemáticas u oportunidades que condicionan o promueven el desarrollo económico, social, medioambiental y logístico de una región.

**Instituciones participantes:** CentroGeo

**Investigadores:**

Ma. Loecelia Guadalupe Ruvalcaba Sánchez  
Andrés Osvaldo López Pérez  
Gregorio Fernández Lambert  
Juan Gabriel Correa Medina

**Contacto:**

[lruvalcaba@centrogeo.edu.mx](mailto:lruvalcaba@centrogeo.edu.mx)  
[alopezp@centrogeo.edu.mx](mailto:alopezp@centrogeo.edu.mx)  
[gfernandezl@itsm.edu.mx](mailto:gfernandezl@itsm.edu.mx)  
[gcorrea@centrogeo.edu.mx](mailto:gcorrea@centrogeo.edu.mx)

## Resumen Ejecutivo

En este documento se presenta un análisis de los modelos, métodos e instrumentos de gestión para la articulación y encadenamiento de cadenas de suministro agroalimentarias reportados en la literatura, a fin de poder utilizar los idóneos para identificar nuevos modelos de negocio, esquemas de financiamiento, y tecnologías de la información e Internet de las Cosas. Este producto también es de la mayor utilidad para los temas de inocuidad, manejo y procesamiento de los alimentos; y en especial, para una mejor incursión de los productos agroindustriales seleccionados en el mercado local, regional, nacional e internacional, considerando la complejidad propia del territorio, las características del mercado e incorporando en la medida de lo posible buenas prácticas para el uso eficiente de los recursos y elementos de logística verde, de forma tal que contribuyan a la sustentabilidad de la región.

En la sección II se hace un análisis de la capacidad de desplazamiento de los productos y materias primas a lo largo de la región Istmo de Tehuantepec que representan áreas de oportunidad únicas que pueden ser potencializadas a través del análisis de los elementos de convergencia y la optimización de las estrategias de transporte de las que dependen los productores para acceder al mercado. Con el fin de identificar dichas áreas de oportunidad, se realizaron análisis espaciales basados en teoría de redes (Rodríguez, Comtois, & Slack, 2013), modelos de ubicación de instalaciones (Sule, 2001) y establecimiento de áreas de servicio espacialmente ponderadas con los volúmenes de producción municipales. A su vez, se realizó una revisión bibliográfica centrada en la identificación de las principales y mejores prácticas de manejo, transporte y adición de valor. Esta revisión consideró la convergencia de las cadenas de valor y suministro como elemento articulador.

En la sección III se evalúan una serie de escenarios productivos de las cadenas de valor que articulan a los 50 productos más prometedores de la región en torno a su valor y áreas de producción prospectivas utilizando los datos históricos (2003-2017) del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Los grupos seleccionados se dividieron de la siguiente forma: 1) cadenas de valor con necesidades de nivelación socioeconómica y logística derivadas de su disparidad de acceso al mercado, certificación y mecanismos de comunicación a lo largo de toda la cadena: Escenarios de producción del café y del mango; 2) cadenas de valor y suministro de alto valor y con áreas de oportunidad claras para la diversificación de consumidores finales, mecanismos de aprovechamiento y diversificación de productos finales: Escenarios de producción de especias y edulcorantes; 3) cadenas de valor y suministro con capacidad de diversificación metodológica, así como convergencia de flujos de producción como elementos que facilitarían la adición de valor a través de métodos innovadores de procesamiento, consolidación productiva, de carga y abastecimiento: Escenarios de la producción frutal, granos y semillas, forrajes y producción silvícola (conjunta de café y cacao); y 4) cadenas de valor centradas en el abastecimiento homogéneo de productos diversos, pero usos similares y que se centran en la capacidad de consolidación de flujos tanto en el área productiva como en el mercado

objetivo y que pueden acceder tanto al mercado local como al nacional e internacional: alimentos básicos y producción florística..

En la Sección IV se presenta una revisión de la literatura a fin de identificar los principales métodos y modelos reportados en la literatura a través de los cuales se logra una mejor articulación de todos los eslabones de las cadenas productivas. La mayoría de los modelos reportados se han desarrollado para productos agroalimentarios no perecederos. En general estos modelos se han centrado en la decisión estratégica táctica y operativa principalmente en producción y distribución. Sin embargo, es en los procesos de producción agrícola, cosecha, almacenamiento y distribución, en donde las decisiones incluyen las relacionadas con el cultivo, desde su preparación y siembra, hasta la determinación de los recursos para que los cultivo crezcan, donde los métodos y modelos son escasos.

En la sección V se presenta un reporte sobre los principales riesgo y métodos de gestión en las cadenas de suministro con la intención de propiciar una reflexión en torno al hecho de que, pese a la existencia de un gran número de reportes sobre el tema, la propuesta de estrategias para mitigar el riesgo en cadenas de suministro, no ha logrado impactar en una mejoría generalizada de las empresas, quizá por atender sólo problemas locales.

Finalmente, en la sección VI se presentan una serie de conclusiones y discusiones en torno a los temas tratados previamente.

## Tabla de Contenido

I.	Introducción .....	1
II.	Condiciones generales de los análisis de redes .....	1
	Análisis 01. Modelo “location-allocation” .....	1
	Análisis 2. Modelo “service areas” .....	3
III.	Escenarios productivos evaluados .....	3
	01-E-007. Escenario de la cadena de valor del café.....	3
	01-E-008. Escenario de la cadena de valor del mango. ....	6
	01-E-009. Escenario de la cadena de valor de la producción frutal.....	8
	01-E-010. Escenario de la cadena de valor de la producción de alimentos básicos .....	13
	01-E-011. Escenario de la cadena de valor de la producción de granos y semillas .....	17
	01-E-012. Escenario de la cadena de valor de la producción silvícola .....	24
	01-E-013. Escenario de la cadena de valor de la producción de forrajes .....	29
	01-E-014. Escenario de la cadena de valor de la producción floral .....	33
	01-E-015. Escenario de la cadena de valor de la producción de especias .....	37
	01-E-016. Escenario de la cadena de valor de la producción de edulcorantes.....	39
	Articulación logística de la producción del Istmo .....	42
	Estaciones seleccionadas para optima concentración de la producción.....	42
	Principales problemas a resolver mediante la articulación de las cadenas de valor y suministro.....	47
IV.	Métodos y modelos para la articulación de cadenas de suministro.....	51
	Método.....	51
	Resultados .....	52
	Modelos para mejorar la cadena de suministro en relación al cliente-proveedor-inventario. ....	52
	Métodos cuantitativos en la integración de la cadena de suministro. ....	53
	Estrategias de encadenamiento.....	54
	Modelo de sincronización de la cadena de suministro.....	54
V.	Eventos disruptivos de las cadenas de suministro.....	62
	Resiliencia de la cadena de suministro .....	63
	Tipos de riesgos.....	64
VI.	Conclusiones y discusiones .....	66
VII.	Bibliografía .....	68

## Índice de Esquemas

Esquema 1. Escalas y procedimientos para la certificación de café orgánico en México acorde a Mutersbaugh (2008, p. 262). Traducción propia. ....	5
Esquema 2. Diagrama causal de las capacidades logísticas del mango. Tomado de Orjuela-Castro et al. (2017) con traducción propia. ....	6
Esquema 3. Cadenas de valor de los mercados nacionales e internacionales de las producciones hortícolas en la India (Roy, 2015).....	17
Esquema 4. Representación esquemática de la cadena de suministro del maíz según Junqueira & Morabito (2015). Traducción propia. ....	23
Esquema 5. Procesos de beneficio del café y el cacao (Basado en Arvelo Sánchez et al, (2017) y Sotomayor Herrera et al. (1993), Traducción propia. ....	25
Esquema 6. Cadena de valor y suministro del café y el cacao (elaboración propia). ....	26
Esquema 7. Derivados industriales del mucilago del cacao (Bhattacharjee & Lava Kumar, 2007). Traducción propia. ....	26
Esquema 8. Cadena de valor y suministro de forrajes verdes y secos para el consumo pecuario. Elaboración propia con base en Bochtis, Sorensen & Kateris (2018); INATEC (2016); Sokhansaj & Hess (Sokhansanj & Hess, 2009); Uribe Londoño (2011) y Williams (2016). ....	30
Esquema 9. Cadena de suministro para la producción energética a partir de la producción de forrajes (Williams, 2016). Traducción propia. ....	31
Esquema 10. Escenarios logísticos de las cadenas de suministro y distribución de producción floral acorde al Proyecto DaVinc <sup>3</sup> i (Van der Vorst et al, 2016). Traducción propia. ....	36
Esquema 11. Principales elementos disruptivos de las cadenas de suministro según los tipos de flujos involucrados y sus escalas organizacionales según Brenner (2015). ....	47
Esquema 12. Tipología de los sistemas agroproductivos y su relación con elementos ecológicos, externalidades, inserción en el mercado global y en el territorio local (Therond, Debril, Duru, & Magrini, 2019). Traducción propia.....	50
Esquema 13. Contraste de las trayectorias de innovación en los sistemas agroproductivos (Hall & Dorai, 2013). Traducción propia. ....	51

## Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de peso espacial según la condición de la infraestructura considerada.....	2
Tabla 2. Relación de escenarios evaluados acorde al grupo productivo considerado. ....	2
Tabla 3. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor del café. ....	3
Tabla 4. Estaciones viables para la articulación de la cadena de valor del café. ....	4
Tabla 5. Relación de unidades económicas abastecidas por estación para la cadena de valor del café.....	4
Tabla 6. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor del mango. ....	7
Tabla 7. Estaciones viables para la articulación de la cadena de valor del mango. ....	8
Tabla 8. Relación de unidades económicas abastecidas por estación para la cadena de valor del mango.....	8
Tabla 9. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción frutal.....	9

Tabla 10. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción frutal con tonelaje acumulado y número de localidades aglomeradas.....	10
Tabla 11. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción frutal.....	10
Tabla 12. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción frutal.....	11
Tabla 13. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción frutal.....	12
Tabla 14. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.....	14
Tabla 15. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.....	14
Tabla 16. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.....	15
Tabla 17. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.....	16
Tabla 18. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.....	16
Tabla 19. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de granos y semillas.....	18
Tabla 20. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de granos y semillas.....	19
Tabla 21. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de granos y semillas.....	21
Tabla 22. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de granos y semillas.....	23
Tabla 23. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de granos y semillas.....	24
Tabla 24. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción silvícola.....	26
Tabla 25. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción silvícola.....	27
Tabla 26. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción silvícola.....	28
Tabla 27. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción silvícola.....	28
Tabla 28. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción silvícola.....	29
Tabla 29. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de forrajes.....	31
Tabla 30. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de forrajes.....	32

Tabla 31. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de forrajes. ....	32
Tabla 32. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de forrajes. ....	33
Tabla 33. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de forrajes. ....	33
Tabla 34. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción florística. ....	34
Tabla 35. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción florística. ....	34
Tabla 36. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción florística. ....	34
Tabla 37. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción florística. ....	35
Tabla 38. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción florística. ....	35
Tabla 39. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de especias. ....	38
Tabla 40. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de especias. ....	38
Tabla 41. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de especias. ....	38
Tabla 42. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de especias. ....	38
Tabla 43. Unidades económicas consideradas para el escenario de producción de edulcorantes. .	39
Tabla 44. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de edulcorantes. ....	40
Tabla 45. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de edulcorantes. ....	40
Tabla 46. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de edulcorantes. ....	40
Tabla 47. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de edulcorantes. ....	41
Tabla 48. Estaciones y escenarios. ....	42
Tabla 49. Estaciones concentradoras propuestas y su vocación productiva acorde a la regionalización productiva identificada en los escenarios positivos y negativos de tendencia de valor. ....	43
Tabla 50. Acumulados de tendencias productivas por escenario y estaciones. ....	44
Tabla 51. Clasificación por estrategia/modelo de encadenamiento. ....	55
Tabla 52. Estrategías de encadenamiento para empresas agroindustriales ....	57



## Índice de Gráficas

Gráfica 1. Relación vocacional tentativa de las estaciones a partir del porcentaje de producción acumulada por tipo de grupo productivo y su relación con el volumen de producción expresado en toneladas.....	46
Gráfica 2. Frecuencia por año de aplicación de estrategias/modelos de encadenamiento .....	52
Gráfica 3. Clasificación por eslabón de CS.....	61
Gráfica 4. Clasificación por variables de estudio.....	61
Gráfica 5. Clasificación por área de aplicación.....	62

## **I. Introducción**

En los últimos años, las industrias a nivel mundial se están viendo sometidas a una creciente competencia global. La competitividad de las industrias depende del grado de flexibilidad interno e integración de los agentes económicos de la Cadena de Suministro (CS). En este sentido, el interés que ha surgido por la Gestión de la Cadena de Suministro (CSM) ha dado lugar a diseñar y gestionar ventajas estratégicas y competitivas en las organizaciones. Sin embargo, la incursión de la CSM en las empresas, exige internamente la integración de todas las funciones de la organización y externamente la sincronización de las actividades logísticas que asegure el flujo efectivo y eficiente de los materiales entre los diferentes eslabones de la CS. La operación adecuada de cada agente económico en esta red de proveeduría, no solo beneficia la estructura logística, sino también la estructura organizacional y direccional. Por ello, la integración de la CS incorpora a todos los agentes económicos entre los que se destacan los fabricantes y los socios de la red, de tal manera que la colaboración entre la empresa y los socios permita la gestión de los procesos tanto internos como externos con el objetivo de lograr flujos de productos y servicios eficientes, información, dinero y decisiones, que economicen a la cadena de suministro. Este hecho resalta la necesidad de identificar patrones de comportamiento de los actores económicos para la gestión e integración eficiente en la CS.

La CS es una red de empresas en la que colaboran fabricantes, proveedores, transportistas, detallistas y los propios clientes, para producir, vender y entregar un producto o servicio a un segmento de mercado predeterminado. La coordinación de estas actividades bajo esquemas colaborativos, debería traducirse en el aumento de beneficios para los actores en la CS y mejora del nivel de servicio al cliente. De este modo, uno de los desafíos de cada agente económico inmerso en una CS es mejorar la integración de todos sus miembros de la CS, esencial y estrictamente basado en el diseño e implementación de estrategias y/o modelos para mejorar el nivel de competitividad. La colaboración pretende encontrar una relación “ganar-ganar” entre todos los miembros que conforman la CS para alcanzar mayor éxito de forma grupal del que se obtendría individualmente.

## **II. Condiciones generales de los análisis de redes**

### **Análisis 01. Modelo “location-allocation”**

Se realizó un análisis de ubicación espacial basado en teoría de redes a través del software ArcGis 10.2.2, utilizando la herramienta “Location-Allocation”, para la resolución del problema de minimización de ubicaciones de recepción de mercancía (minimize facilities), este algoritmo se basa en la selección de estaciones o puntos destino a partir de la relación de mínima impedancia desde el punto de demanda hacia los puntos destino, donde estos últimos, tienen un peso espacial asociado a la relación de atracción que ejercen en términos espaciales, valor que es utilizado como multiplicador que modifica el decaimiento de la atracción a lo largo de la distancia. El valor de corte sobre el decaimiento de la distancia utilizado (es decir, cuando la estación presenta un valor de atracción equivalente a 0) fueron los 100km exactos (100,000 metros).

Los puntos de demanda de carga por cada producto fueron colocados en las coordenadas cartográficas de las cabeceras municipales de la región acorde al principio de concentración de insumos en los contextos rurales descrito por (CEPAL, 2018), asumiendo un proceso administrativo centralizador de la producción en el asentamiento humano de mayor jerarquía urbana.

Esto no quiere decir que invariablemente la concentración de los productos sea efectuada en las cabeceras municipales, ya que la articulación de las cadenas de suministro depende en gran medida de la infraestructura de comunicaciones y transportes existente, sin embargo, para fines de dispersión espacial de la producción estos resultan el dato cartográfico más desagregado con el que se cuenta en las bases de datos utilizadas.

Por su parte, para las unidades concentradoras de la producción en términos de articulación de transporte, fueron utilizadas las estaciones de ferrocarril de carácter público, operativas, aquellas presentes en la región pero que ya no operan (deterioradas, abandonadas, etc.), así como un conjunto de ubicaciones estratégicas que se proponen, estimadas con base a la concentración poblacional, la conectividad de la infraestructura y/o la heterogeneidad de dispersión espacial de las estaciones.

A fin de dar prioridad a las estaciones existentes y en operación con respecto a aquellas que requieren rehabilitación o aun no existen, se realizó una jerarquización siguiendo los siguientes criterios de atracción espacial:

*Tabla 1. Criterios de peso espacial según la condición de la infraestructura considerada.*

Tipo de estación (por condición al 2018)	Valor
Estaciones y patios de maniobras en operación	3
Estaciones que requieren rehabilitación	2
Localidades propuesta para estaciones nuevas	1

Los valores utilizados implican la ponderación espacial de la atracción, donde el valor se refiere al multiplicador utilizado para el cálculo del peso espacial final de cada estación evaluada, esto significa que una estación en plena operación será hasta 3 veces más atractiva que aquellas localizaciones propuestas para la creación de estaciones nuevas debido a los servicios que ya brinda a la región.

El conjunto de datos fue desagregado en los 10 escenarios que se presentan a continuación:

*Tabla 2. Relación de escenarios evaluados acorde al grupo productivo considerado.*

Código de Escenario	Variable evaluada	Pesos espaciales	Subselección
01-E-007	Café	Hectáreas sembradas por municipio (2018).	No.
01-E-008	Mango	Hectáreas sembradas por municipio (2018).	No.
01-E-009	Frutales	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
01-E-010	Alimentos básicos	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
01-E-011	Granos y semillas	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
01-E-012	Silvicultura	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.

<b>01-E-013</b>	Forrajes verdes y secos	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
<b>01-E-014</b>	Flores	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
<b>01-E-015</b>	Espicias	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.
<b>01-E-016</b>	Edulcorantes	Toneladas de producción por municipio (tendencia).	Positivos y negativos.

Cada uno de los escenarios presentados parte de la idea base de abastecer de servicios de transporte y facilitar la consolidación de cargas acorde a la naturaleza de cada grupo productivo, siendo esto uno de los elementos clave que permiten la configuración de los eslabones de las respectivas cadenas de valor (Castrellón-Torres, García-Alcaraz, & Adarme-Jaimes, 2014), tanto en distancias cortas como en miras hacia el aumento del transporte de larga distancia en la escala regional, nacional e internacional a través de la articulación con infraestructura para el cambio modal en las Zonas Económicas Especiales presentes en el Istmo de Tehuantepec; elemento que es considerado como clave para la articulación de la cadena de transporte (González-Cancelas, 2015).

## Análisis 2. Modelo “service areas”.

La representación de las áreas de servicio de cada una de las estaciones seleccionadas fue realizada a través del mismo programa utilizando el modelo “service areas” que calcula el rango espacial mediante la suma de impedancias, en este caso, la distancia recorrida a través de la Red Nacional de Caminos reportada por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT, 2018).

Se utilizaron rangos de influencia de 120km para las estaciones seleccionadas diferenciando entre aquellas con tendencia productiva negativa y aquellas de tendencia positiva, permitiendo la acumulación de distancias sin que las áreas de servicio se traslapen y solo permitiendo vueltas en “U” para los callejones sin salida (como es el caso de caminos que terminan en una localidad geográficamente aislada).

## III. Escenarios productivos evaluados

### 01-E-007. Escenario de la cadena de valor del café.

En el presente escenario se representaron las unidades económicas del DENUE asociadas a la cadena de valor del café descritas en la siguiente tabla:

Tabla 3. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor del café.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
<b>311921</b>	Beneficio del café	108
<b>311922</b>	Elaboración de café tostado y molido	215
<b>311923</b>	Elaboración de café instantáneo	8

Los pesos espaciales utilizados corresponden a la cantidad de hectáreas concentrada por cada cabecera municipal, esto debido al principio base de consolidación de cargas (Castrellón-Torres, García-Alcaraz, & Adarme-Jaimes, 2014) necesario para la optimización de la conexión

de cadenas de valor. Esto permitió establecer la siguiente serie de estaciones acorde a la proximidad espacial ponderada:

Tabla 4. Estaciones viables para la articulación de la cadena de valor del café.

#	Municipio	Tipo	Condición	Hectáreas	Productores Totales
07	Chinameca	Estación	Propuesta	3,361.68	4,729
17	Matías Romero Avenidaño	Estación	Propuesta	18,811.97	18,152
23	Ciudad Ixtepec	Patio de maniobras	Operativa	12,067.51	12,679
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	6,742.36	7,969
39	José Azueta	Estación en reúso (Gobierno)	Rehabilitable	5,148.89	6,472
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	24,453.15	37,614
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	24,205.89	12,400
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	8,669.189	7,207
58	Soledad de Doblado	Estación Abandonada	Rehabilitable	41,442.16	42,320
62	Córdoba	Patio de maniobras	Operativa	91,486.46	92,361
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	29,090.03	36,305
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	7,071.96	13,311
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	181.97	214
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	5,684.31	9,799
89	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	39,679.21	84,575

Al relacionar las áreas de servicio con las unidades económicas, se observa la tendencia de concentración económica siguiente:

Tabla 5. Relación de unidades económicas abastecidas por estación para la cadena de valor del café.

Código SCIAN	S/E	Estación											Total U.E.
		07	23	39	42	47	48	58	62	83	88	89	
311921	61		2					7	30		8		108
311922	115	2	1	1		9	1	17	51	1	12	5	215
311923	3		1		1				3				8
<b>Total U. E.</b>	<b>179</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>		<b>9</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>84</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>331</b>

Como se observa en las tablas anteriores, la estación 62, correspondiente a Córdoba, Veracruz es la que concentra mayor cantidad de unidades económicas, hectáreas y productores abastecidos, seguida por la estación 89, correspondiente al municipio de Pichulaco, para el caso del número de hectáreas y productores abastecidos. Sin embargo, en términos de unidades económicas, la estación 58 presenta mayor concentración de unidades, así como la ubicación 88, correspondiente a la Ciudad de Oaxaca de Juárez.

La diferencia entre ambas variables permite inferir la capacidad de articular estas estaciones como elementos nodales de la cadena de valor del café a través de la infraestructura

ferrocarrilera, facilitando el procesamiento de materia prima, así como la posterior salida de los productos procesados hacia el mercado nacional e internacional, pudiéndose concentrar la distribución en la ciudad de Córdoba, siempre y cuando, se mantenga la trazabilidad de la materia prima y se establezcan mecanismos redistributivos de las ganancias capaces de prevenir la pauperización de los productores y micro productores de la región derivada de las estrategias de consolidación del mercado del café por parte de las tostadoras y distribuidoras a gran escala, que mantienen cautiva la producción de las zonas cafetaleras (Goodman, 2008).

En el corredor del Istmo de Tehuantepec, la capacidad productora de café existente, permite la generación de al menos 4 regiones cafetaleras con capacidad de concentración de la producción existente, de estas, dos se encuentran en operación actualmente y están ubicadas en Santo Domingo Tehuantepec y Ciudad Ixtepec (estaciones 24 y 23 respectivamente); y cuentan con salida directa hacia el puerto de Salina Cruz, tanto por vía carretera como ferrocarrilera, y presentan una vinculación con la zona centro del istmo a través de ambos modos de transporte. El conjunto de accesibilidad multimodal de ambas estaciones permite inferir la capacidad que estas tienen para la conexión entre la producción y los espacios capaces de generar beneficio del café; inexistentes en las sub regiones centro, norte y suroriente del Istmo.

La proximidad con el puerto de Salina Cruz también presenta ventajas logísticas de importancia, facilitando el transporte de café cereza desde la zona sur de Oaxaca (Puerto Escondido, Puerto Ángel, Bahía Crucecita/Huatulco), que carece de conexión ferrocarrilera con la región istmo, y que implica recorridos en carretera superiores a los 200km; así como con la región cafetalera de Tapachula, al sur de Chiapas, conectada tanto por ferrocarril como carretera pero que se encuentra a 400km.

La interconexión de las regiones productoras en adición a la concentración de materia prima y productos derivados; implica la consolidación de un mercado fuerte e interconectado que puede cooperar en vez de competir por los nichos de mercado, estabilizar los precios y asegurar economías redistributivas encausadas a la prevención de la pauperización del sector cafetalero nacional, elementos clave de las propuestas de "fair trade" que han cobrado auge en el mercado cafetalero mexicano (Renard & Pérez-Grovas, 2007) así como de los procesos de certificación orgánica que permiten añadir valor a la producción de café en México (Mutersbaugh, 2008).

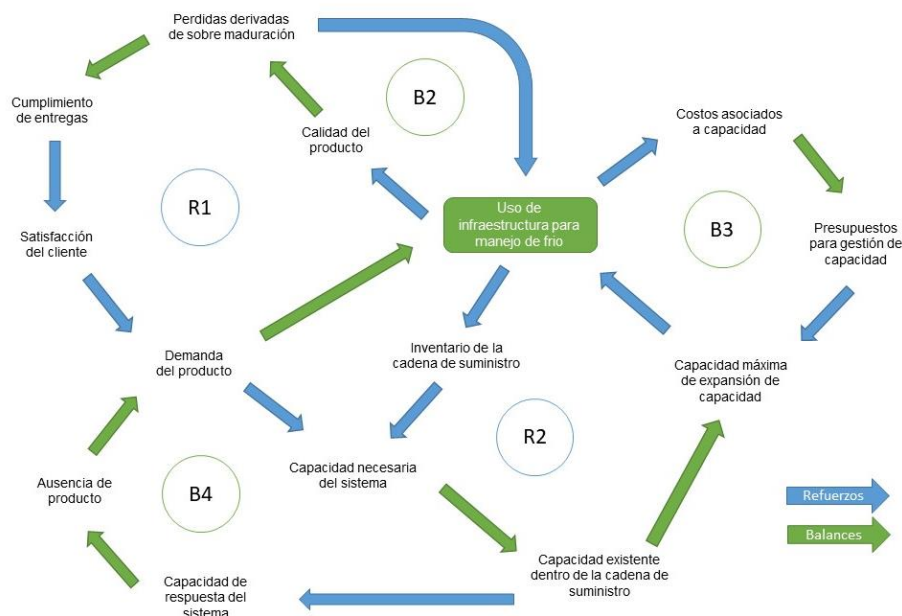
Esquema 1. Escalas y procedimientos para la certificación de café orgánico en México acorde a Mutersbaugh (2008, p. 262). Traducción propia.



## 01-E-008. Escenario de la cadena de valor del mango.

Parte de los elementos para la mejora de la CS del mango incluyen el acceso a instalaciones de maduración mediante gas de etileno, así como el inicio de la cadena de frío que asegure el tiempo de conservación de los frutos (Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín, 2017). Ambas rutas de proceso determinan en conjunto la capacidad de establecer cadenas desde el modelo RTE (“Ready to eat”, ó listo para comerse o consumirse), que dependen completamente del control de tiempos en los ciclos de madurado y transporte para poder asegurar la mayor calidad y vida de anaquel (Van der Vorst, Schouten, Luning, & Van Kooten, 2014).

Esquema 2. Diagrama causal de las capacidades logísticas del mango. Tomado de Orjuela-Castro et al. (2017) con traducción propia.



Orjuela Castro y col. (2017) mencionan como principal balance en la cadena de mango la relación entre el decaimiento de la calidad del producto disponible y la demanda del consumidor final como una relación recíproca; por un lado, se genera una retroalimentación hacia la CS para aumentar la cantidad de producto en tránsito desde los espacios de almacenamiento refrigerado que mantienen la calidad, y por el otro, se establece un balance del sistema en donde la baja de la calidad del producto a disposición del consumidor final es minimizada a través de la reducción de producto en tránsito (Ciclos R1 y B2).

Con la finalidad de equilibrar los ciclos antes mencionados, se relacionan otros elementos, entre los que se encuentra la capacidad requerida para el desplazamiento efectivo de los volúmenes de producción entre todos los elementos de la cadena de valor; la flexibilidad del sistema de modificar los volúmenes desplazados mediante el acceso a sistemas adicionales de transporte, sean o no parte de la cadena o de otra asociada. Esta flexibilidad está fuertemente condicionada desde la perspectiva del costo asociado a las variaciones de capacidad, determinada a través de la temporalidad de producción, el cálculo financiero proyectivo estimado para dichos crecimientos y reducciones de volúmenes, así como los adecuados manejos de inventarios, asegurando la trazabilidad de cada lote en la CS (Ciclos R2 y B3).

Finalmente, la cadena del mango depende de un último ciclo de balance que determina la responsabilidad entre los diferentes elementos que conforman la CS, estos dependen de la demanda reportada, la diferencia entre oferta, demanda y capacidad, así como los mecanismos de comunicación que relacionan los diferentes eslabones (B4).

Al relacionar estos procesos, entra en la ecuación la capacidad de los productores para poder establecer los lineamientos de trabajo y articulación necesarios; sin embargo, la transición hacia estándares de producción e incluso los propios procesos de certificación de la misma se llevan a cabo lentamente, principalmente por barreras económicas y de información. Algunos productores en países como Pakistán se han incorporado paulatinamente a procesos de certificación basados en buenas prácticas agrícolas que aseguran líneas base de bienestar para las personas involucradas tanto en la producción como en el trabajo de campo, dignificando el inicio de la cadena de valor del mango y cumpliendo con elementos clave del objetivo 8 de la agenda 2030 de desarrollo sustentable (Ashan, Mehdi, & Ahmad, 2018) establecidos en la cumbre de Paris.

Lograr este cambio implica la socialización de criterios de certificación, así como la articulación regional, elementos que juegan en contra en el Istmo de Tehuantepec, debido a la clusterización de las zonas productivas de mango, concentradas principalmente en la zona sur de Chiapas, en casi todo el estado de Tabasco, y en la zona centro de Veracruz; solo presentándose una tendencia productiva positiva cerca del puerto de Salina Cruz y en el corredor entre Juchitan y Tonalá, y que continua por toda la costa hasta llegar a Tapachula de Córdoba y Ordoñez.

Este patrón espacial se corrobora con la dispersión de las unidades económicas relacionadas con la cadena de valor (Tabla 6) concentradas principalmente en el centro y norte de Veracruz, donde se observa presencia de industria agroalimentaria en su mayoría. Por su parte, las unidades económicas más abundantes relacionadas con la cadena de mango próximas al puerto de Salina Cruz son aquellas dedicadas a la preparación de guisados (incluyendo almíbar) y la conservación por otros métodos diferentes al congelado (incluyendo el secado), y solo una unidad económica reportada se dedica al congelado de la fruta, brindando acceso a la cadena de frío.

Tabla 6. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor del mango.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311110	Alimentos animales (suplementos)	34
311411	Congelados de frutas	2
311421	Deshidratados de frutas	7
311422	Conservación de fruta otros métodos	64
311423	Conservación de guisados por otros métodos (incluye almíbar)	145
311930	Concentrados, jarabes y polvos para bebidas	25
312120	Fabricación de cervezas	12
312139	Sidras y otras bebidas fermentadas	6

Al realizar el análisis de redes, solo fueron seleccionadas 6 estaciones, de las cuales, 3 derivan en propuestas de ubicación de nuevas instalaciones, y solo una se encuentra en condiciones operativas (Tabla 7); dicha selección hace evidente la propia desarticulación de la cadena de valor, observándose espacios en donde se concentra la producción, pero no su procesamiento.



Sin embargo, tanto la producción como las unidades económicas se encuentran articuladas a través de las líneas férreas, como se observa en las estaciones 3 valles y Unión Hidalgo.

Tabla 7. Estaciones viables para la articulación de la cadena de valor del mango.

#	Municipio	Tipo	Condición
07	Chinameca	Estación	Propuesta
30	Unión Hidalgo	Estación	Propuesta
43	Tres Valles	Patio de maniobras	Operativa
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta

Ambas estaciones cuentan con más de 20 unidades económicas dentro de sus áreas de servicio calculadas, solo siendo superadas por la estación Manilo Fabio Altamirano (Tabla 8) debido a su proximidad con el puerto de Veracruz. La estación Chinameca, al contrario de la tendencia de las otras estaciones seleccionadas, tienen un potencial articulador polarizado que depende en gran medida de la rehabilitación de la vía que conectaba Juan Rodríguez Clara con San Andrés Tuxtla, corredor que articula la producción cercana a esta última localidad con las vías de tren, así como con la carretera 145.

Tabla 8. Relación de unidades económicas abastecidas por estación para la cadena de valor del mango.

Código SCIAN	Estaciones por tendencia							Total U.E.
	S/E	07	30	43	59	83	88	
311110	15	4		3	12			34
311411	1		1					2
311421	5			1			1	7
311422	22	2	17	8	7		8	64
311423	74	2	3	6	42	4	14	145
311930	16		1	1	6		1	25
312120	3			4	4	1		12
312139	1				5			6
<b>Total U.E.</b>	<b>137</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>76</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	<b>295</b>

Articular la zona de San Andrés Tuxtla hacia el corredor ferrocarrilero, así como con el corredor del Istmo de Tehuantepec, significaría, por un lado, el fortalecer los ciclos B2 y R3 del esquema de Orjuela y col. (2017), a través del aumento de la capacidad de carga, distribución de la producción y acceso a la cadena de valor, así como abrir la posibilidad de generar un nodo de acceso a cadena de frío en la zona que permita aumentar el tiempo de conservación, transporte, y vida de anaquel, así como la consolidación de lotes que puedan ser procesados en las zonas de mayor densidad económica.

## 01-E-009. Escenario de la cadena de valor de la producción frutal

Ampliando la selección a todas las formas de producción frutal, el panorama resulta diametralmente distinto. Para poder realizar el análisis de este escenario, se integraron los valores de producción de aguacate, ciruela, coco (fruta), copra (coco seco), durazno, granada,

guanábana, guayaba, limón, litchi, mamey, mango, manzana, melón, nanche, naranja, papaya, pepino, piña, sandía, tamarindo, tangerina, toronja y zapote. A su vez, la selección de unidades económicas articuladas a los productos antes mencionados fue más extensa, llegando a las 14294 (Tabla 9). Destaca en la selección, la panificación tradicional con más de 10 mil unidades, y con una dispersión a lo largo de todo el territorio evaluado, así como en el consumo de varios tipos de frutas y otros elementos clave para la elaboración de los productos, articulándose con otras cadenas de valor como son la de granos y semillas (para la producción de harinas) de edulcorantes (en el consumo de azúcar y piloncillo), flores (para panes con esencias como en anís, la vainilla y similares) y productos como la copra, el durazno y los cítricos (principalmente por la ralladura).

Tabla 9. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción frutal.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311110	Alimentos animales (suplementos)	34
311214	Harinas de frutas y similares	44
311319	Otros azúcares (incluyendo de frutas)	36
311340	Dulces, chicles y confitería (incluyendo de frutas)	269
311411	Congelado de frutas y verduras (conservación)	2
311412	Congelación de guisos y preparados	1
311421	Deshidratado de frutas y verduras (conservación)	7
311422	Conservación de fruta por otros métodos (incluye mermeladas)	64
311423	Conservación de guisados otros métodos (incluye frutas)	145
311513	Yogurts con frutas y otros derivados lácteos	907
311520	Helados y paletas (incluyendo de frutas)	1,068
311811	Panificación industrial	9
311812	Panificación tradicional	10,042
311930	Concentrados, jarabes, saborizantes y polvos para bebidas	25
311940	Salsas y aderezos (incluyendo de frutas)	17
311999	Otros alimentos (incluyendo fruta cortada y pelada)	59
312120	Fabricación de cervezas (incluyendo con frutas)	12
312139	Sidras y otras bebidas fermentadas (incluyendo de frutas)	6
312149	Licores y destilados (incluyendo de frutas)	21
431110	Comercio al por mayor de enlatados y abarrotes	816
431130	Comercio al por mayor de frutas y verduras frescas	476
431160	Comercio al por mayor de yogures con frutas	115
431180	Comercio al por mayor de dulces y materia prima para repostería	99
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	8
484121	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12

El análisis de tendencias productivas positivas, arroja una selección de 18 estaciones con posibilidad de articular a las cadenas de valor frutales (

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
07	Chinameca	Estación	Propuesta	61,686.56	18
13	Jesús Carranza	Estación	Propuesta	28,394.29	5
17	Matías Romero Avendaño	Estación	Propuesta	64,495.84	7
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	17,173.88	16

25	Salina Cruz	Patio de Maniobras	Operativa	1,477.24	5
31	Coatzacoalcos	Patio de maniobras	Operativa	4,979.19	4
39	José Azueta	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	588,627.24	16
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	118,943.16	13
45	Chahuities	Estación en desuso	Rehabilitable	172,655.29	9
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	21,234.68	3
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	366,491.12	7
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	453,235.25	28
68	Omealca	Estación en reúso (DIF municipal)	Rehabilitable	55,783.69	24
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	15,471.59	18
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	18,271.94	16
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	381.05	18
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	10,753.24	92
89	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	629,836.28	13

Tabla 10), de las cuales solo 6 se encuentran en operación, y 8 requerirían ser rehabilitadas para poder abastecer de servicios de transporte; solo 4 de las ubicaciones seleccionadas corresponden a estaciones propuestas para su creación, dos de las cuales se encuentran en el corredor Istmo: Jesús Carranza y Matías Romero Avendaño (estaciones 13 y 17 respectivamente).

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
07	Chinameca	Estación	Propuesta	61,686.56	18
13	Jesús Carranza	Estación	Propuesta	28,394.29	5
17	Matías Romero Avendaño	Estación	Propuesta	64,495.84	7
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	17,173.88	16
25	Salina Cruz	Patio de Maniobras	Operativa	1,477.24	5
31	Coatzacoalcos	Patio de maniobras	Operativa	4,979.19	4
39	José Azueta	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	588,627.24	16
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	118,943.16	13
45	Chahuities	Estación en desuso	Rehabilitable	172,655.29	9
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	21,234.68	3
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	366,491.12	7
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	453,235.25	28
68	Omealca	Estación en reúso (DIF municipal)	Rehabilitable	55,783.69	24
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	15,471.59	18

<b>83</b>	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	18,271.94	16
<b>87</b>	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	381.05	18
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	10,753.24	92
<b>89</b>	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	629,836.28	13

Tabla 10. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción frutal con tonelaje acumulado y número de localidades aglomeradas.

La ubicación con mayor abastecimiento de unidades económicas corresponde a la ciudad de Oaxaca de Juárez, ciudad que no cuenta con conexión ferrocarrilera y que depende de la infraestructura carretera en su totalidad para las necesidades de transporte y abastecimiento de productos. La vía de ferrocarril que solía conectar a la ciudad, se encuentra en abandono en el tramo que va de Tehuacán hasta Altepexi y posterior a esta ubicación esta fue retirada, aunque aún se encuentran presentes 6 estaciones en dicho trayecto, algunas de las cuales han sido rehabilitadas para usos gubernamentales y otras han sido abandonadas en su totalidad.

Tabla 11. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción frutal.

Estaciones con tendencia positiva																				
Código SCIAN	S/E	07	13	17	24	25	31	39	42	45	47	48	59	68	82	83	87	88	89	Total U.E.
311110	9	3					1	1	2		2	2	5	7					2	34
311214	15					1						3		2			3	18	2	44
311319	16												19	1						36
311340	86	1		1	57	3		15	2	3	2	10	25	11			9	37	7	269
311411	1				1															2
311412							1													1
311421	2						1	2			1							1		7
311422	17	2		1	16	1		7	1		1	1	6	2				8	1	64
311423	64	2		1	2	1		1	1			3	31	15	1		8	14	1	145
311513	462	31	16	6	50		4	32	13	19	52	15	54	7			5	99	42	907
311520	464	53	6	9	17	8	11	29	24	5	8	31	75	72	8	2	25	161	60	1068
311811												1	2	1					5	9
311812	4,025	481	52	109	479	98	93	192	222	135	95	242	1,121	849	81	31	264	1,081	392	10,042
311930	8							1		1		6	6					1	2	25
311940	5				1	1	1						5					1	3	17
311999	18	1						1	2			6	6	7	2	1		6	9	59
312120	3								4				1	3	1					12
312139	1												5							6
312149	7												12						2	21
431110	316	56	2	7	13	2	6	8	12	7	7	39	114	55	2		3	68	99	816
431130	225	27		1	7		3	6	4	28	12	19	14	41			1	18	70	476
431160	45	7			4	1			4		4	1	22	7				9	11	115
431180	29	8			2	2		1			1	4	28	7			2	5	10	99
484111	7																		1	8
484121	8									1		2							1	12

Total U.E.	5,833	672	76	135	649	118	121	296	291	199	185	385	1,551	1,087	95	34	320	1,527	720	14,294
------------	-------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-------	----	----	-----	-------	-----	--------

Adicionalmente, la ciudad cuenta con una accesibilidad carretera baja hacia las zonas sur y poniente debido a las serranías, separando al valle de Oaxaca de las zonas costera e Istmo, por lo que la dependencia carretera concentra los flujos vehiculares en la carretera 150 en la intersección con la carretera 135 cerca de Cuacnopalan (Puebla) y en la carretera 145 en la intersección con la 175, cerca de Cosamaloapan (Veracruz); y divide los flujos al sur entre las carreteras 131, 175, 190 con destino a Puerto Escondido, Puerto Ángel y Tehuantepec respectivamente, sin que estas tengan conexiones transversales antes de la carretera 200 que recorre la línea costera del pacífico. El corredor Istmo se encuentra conectado a través de la carretera 185, la cual solo presenta conexión con la carretera 147 al centro del istmo, con la 145 al norte y con la 190 al sur.

El resultado de esta carencia de conectividad se observa claramente en los patrones de dispersión de las unidades económicas abastecidas por las estaciones seleccionadas acorde a la tendencia positiva (Tabla 11), y que se corrobora con aquellas seleccionadas que presentan una tendencia productiva negativa (

Nuevamente destaca la ciudad de Oaxaca, así como la de Córdoba como las estaciones con mayor abastecimiento de unidades económicas, fenómeno derivado más de la concentración poblacional que de la concentración productiva, y cuya principal diferencia es el carácter operativo de la estación de Córdoba, así como la mayor conectividad de transporte asociada a los ejes carreteros antes mencionados.

Articular la producción frutal del corredor Istmo debe partir de la segmentación en las costas pacífico y atlántico, y sumar la producción existente en el centro del corredor, donde se observan municipios que superan las 15 mil toneladas de producción anual, pero que, debido al aislamiento en comunicaciones, podrían presentar reducciones de la producción al ser incapaces de integrar sus cadenas de valor correspondientes. Lograr este cometido requiere la colocación de infraestructura específica para el accfrioso a la cadena de frío, la maduración mediante etileno y la consolidación de cargas y lotes en conjunto con los elementos de aseguramiento de la calidad que reduzcan los tiempos de transporte y aduana necesarios para establecer cadenas del tipo RTE (Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín, 2017).

Tabla 13). Estas últimas, hacen evidente la fuerte diferencia regional entre la zona de influencia de las carreteras 150 y 145, donde se encuentran 7 de las 8 localizaciones seleccionadas por el análisis de redes para tendencias negativas (Tabla 12); que se compone principalmente por estaciones propuesta y con necesidades de rehabilitación.

*Tabla 12. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción frutal.*

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
07	Chinameca	Estación	Propuesta	30.85	1
39	José Azueta	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	253.69	1
53	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	197.86	1
62	Córdoba	Patio de maniobras	Operativa	288.00	6
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	73.59	6
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	25.22	4

<b>87</b>	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	9.29	6
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	36.05	14

Nuevamente destaca la ciudad de Oaxaca, así como la de Córdoba como las estaciones con mayor abastecimiento de unidades económicas, fenómeno derivado más de la concentración poblacional que de la concentración productiva, y cuya principal diferencia es el carácter operativo de la estación de Córdoba, así como la mayor conectividad de transporte asociada a los ejes carreteros antes mencionados.

Articular la producción frutal del corredor Istmo debe partir de la segmentación en las costas pacífico y atlántico, y sumar la producción existente en el centro del corredor, donde se observan municipios que superan las 15 mil toneladas de producción anual, pero que, debido al aislamiento en comunicaciones, podrían presentar reducciones de la producción al ser incapaces de integrar sus cadenas de valor correspondientes. Lograr este cometido requiere la colocación de infraestructura específica para el accfrioeso a la cadena de frío, la maduración mediante etileno y la consolidación de cargas y lotes en conjunto con los elementos de aseguramiento de la calidad que reduzcan los tiempos de transporte y aduana necesarios para establecer cadenas del tipo RTE (Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín, 2017).

*Tabla 13. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción frutal.*

Estaciones con tendencia negativa										
Código SCIAN	S/E	07	39	53	62	82	83	87	88	Total U.E.
<b>311110</b>	18	4	2	3	7					<b>34</b>
<b>311214</b>	21				2			3	18	<b>44</b>
<b>311319</b>	16				20					<b>36</b>
<b>311340</b>	178	1	16	12	16			9	37	<b>269</b>
<b>311411</b>	2									<b>2</b>
<b>311412</b>	1									<b>1</b>
<b>311421</b>	4		2						1	<b>7</b>
<b>311422</b>	37	2	8	6	3				8	<b>64</b>
<b>311423</b>	95	2	2	4	19	1		8	14	<b>145</b>
<b>311513</b>	673	35	44	35	16			5	99	<b>907</b>
<b>311520</b>	634	61	48	56	73	8	2	25	161	<b>1,068</b>
<b>311811</b>	6			2	1					<b>9</b>
<b>311812</b>	6,222	532	355	487	983	87	31	264	1,081	<b>10,042</b>
<b>311930</b>	17		1	6					1	<b>25</b>
<b>311940</b>	13	1		1	1				1	<b>17</b>
<b>311999</b>	35	1	1	6	7	2	1		6	<b>59</b>
<b>312120</b>	3		3	2	3	1				<b>12</b>
<b>312139</b>	4			1	1					<b>6</b>
<b>312149</b>	17			1	3					<b>21</b>
<b>431110</b>	543	56	14	70	60	2		3	68	<b>816</b>
<b>431130</b>	368	28	10	6	45			1	18	<b>476</b>
<b>431160</b>	72	7	3	16	8				9	<b>115</b>

431180	56	8	1	20	7			2	5	99
484111	8									8
484121	12									12
<b>Total U.E.</b>	<b>9,055</b>	<b>738</b>	<b>510</b>	<b>734</b>	<b>1,275</b>	<b>101</b>	<b>34</b>	<b>320</b>	<b>1,527</b>	<b>14,294</b>

## 01-E-010. Escenario de la cadena de valor de la producción de alimentos básicos

Gran parte del valor añadido en los alimentos básicos (en específico los vegetales) proviene del pre procesamiento necesario para poder llevar al consumidor final productos listos para consumirse o en su defecto en paquetes de fácil utilización que minimicen el tratamiento posterior a la compra, ya sea mediante estrategias de conservación o a través de cadenas de suministro eficientes que eviten tanto el desperdicio como la disminución de la calidad (Datta, Chatterjee, & Jana, Value addition in vegetable crops, 2015).

Los métodos de conservación más recurridos para vegetales son principalmente la congelación en presentaciones listas para consumo (pre cocidos), o en crudo, la deshidratación y salmuerizado, requiriendo instalaciones tanto para la recepción de los productos como para la limpieza y pretratamiento.

Por su parte, el almacenamiento de productos frescos, así como su transporte y vida de anaquel, varían acorde a la infraestructura de cadena de frío en la zona de producción; cuando el productor puede acceder a este tipo de infraestructura, el rango de conservación de sus productos se extiende considerablemente, pudiendo llegar incluso hasta a los 3 meses, como es el caso del tomate (Ahman & Siddiqui, 2015).

Algunos estudios en India han arrojado evidencia de que la consolidación de diversos mercados para la venta de vegetales frescos a través de cadenas de suministro donde los agricultores son parte de la toma de decisiones beneficia en mayor medida a los pequeños productores al disminuir sus costos de transporte, ayudar hacia la consolidación de cargas en conjunto con otros productores locales de pequeña escala, teniendo como beneficio colateral la diversificación de la oferta de productos en los puntos de venta a los que acceden dichos productores (Bathla, 2016), obteniendo una mayor competitividad y mejores ganancias que cuando acceden a los mercados tradicionales y a las cadenas de suministro de las empresas tipo “whole foods”.

También existe evidencia de la preferencia de los propios productores para la venta de su producción lo más cercana a la fecha de cosecha, para lo cual, hacen uso de elementos como el celular, que les permite tener acceso a información clave como el precio de compra-venta y las comisiones de los intermediarios. Esto les permiten dar salida a su producción, principalmente cuando no cuentan con contratos preestablecidos que aseguren la venta de su cosecha.

Carecer de los elementos clave para el acceso a las cadenas de suministro o la infraestructura para generar valor añadido tiene impactos claros en la disrupción de las cadenas de suministro. Investigaciones realizadas por Gustavsson en 2011 demostraron que las pérdidas en la producción oscilan entre el 4 y 10% en la etapa de manejo post cosecha, del 2 al 25% en la etapa de procesamiento y empaçado y entre 8 y 15% en la distribución (Brenner, 2015); los elementos con los que se relacionan muchas de estas pérdidas incluyen carencias en la infraestructura de almacenamiento y procesamiento, errores de procesamiento y empaçado, manejo agresivo de la materia prima y productos ya empaçados.

Una carencia en la variedad o cantidad de servicios de transporte, empaqueo y manejo de los productos deriva en la centralización del manejo, mientras que, por el otro lado, una alta pluralidad de puntos de venta asegura un abastecimiento de los productos al mercado (Tabla 14); causando posibles monopolizaciones o mecanismos de control del precio de los productos por parte de los intermediarios, a su vez, la concentración poblacional ejerce una presión considerable en la cadena de suministro al concentrar las unidades económicas en las zonas de mayor población, así como en los polos de desarrollo, dejando un vacío espacial considerable en la mayor parte del istmo, que depende de ambas zonas económicas especiales para poder abastecerse de productos, así como para insertarse en el mercado (Tablas Tabla 14, Tabla 15, Tabla 16 y Tabla 17).

Tabla 14. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311214	Elaboración de harina de otros productos (incluye chiles)	45
311411	Congelado de frutas y verduras (conservación)	2
311412	Congelación de guisos y preparados	1
311421	Deshidratado de frutas (conservación)	7
311422	Conservación de fruta por otros métodos (incluye mermeladas)	64
311423	Conservación de guisados otros métodos (incluye frutas)	145
311999	Otros alimentos (incluyendo verdura cortada y pelada)	59
325412	Fabricación de desinfectantes para agua y verduras	36
326199	Fabricación de mallas de plástico para hortalizas	12
431110	Comercio al por mayor de enlatados y abarrotes	816
431130	Comercio al por mayor de frutas y verduras frescas	476
431150	Comercio al por mayor de semillas y granos alimenticios, especias y chiles secos	312
431193	Comercio al por mayor de conservas alimenticias	32
434111	Comercio al por mayor especializado en semillas mejoradas de hortalizas	1,393
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	8
484121	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12

La comunicación entre los eslabones de la cadena productiva, en conjunto con la certeza de la información, resultan de importancia para permitir la comercialización de las cosechas en momentos críticos, como son, la post cosecha y posterior a eventos climáticos severos. Algunos agricultores, principalmente los más aislados geográficamente o con carencias de infraestructura de transporte, sufren bloqueos para la venta de sus productos posterior a huracanes o sequías ocasionadas por la percepción de pérdida de la cosecha, aun cuando estos hayan implementado estrategias de conservación de la misma (Vallejo Nieto, Gurri García, & Molina Rosales, 2011).

Tabla 15. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
07	Chinameca	Estación	Propuesta	5,867.69	10
10	Sayula de Alemán	Estación	Propuesta	89.05	3
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	280.66	7
25	Salina Cruz	Patio de Maniobras	Operativa	134.27	1
29	Heroica Ciudad de Juchitán de Zaragoza	Estación Existente	Operativa	287.23	8



39	José Azueta	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	19,407.18	7
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	6,504.02	11
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	2,280.33	3
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	458.34	5
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	70,221.18	18
62	Córdoba	Patio de maniobras	Operativa	51,119.04	16
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	576.83	9
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	682.22	8
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	223.98	6
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	16,123.56	75
89	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	1,685.86	5

Por otro lado, la producción de alimentos básicos tiene un fuerte componente de subsistencia que no debe ser pasado por alto. Algunos estudios han evidenciado que la vulnerabilidad ambiental forma parte de los elementos que se consideran al momento de establecer el tipo de cultivos y las áreas en las que estos son sembrados, la tendencia de rotación, así como la selección de semillas de cultivo resilientes a aspectos como sequías e inundaciones (*ibid*, 2011). Otro de los aspectos evidenciados en los cultivos tradicionales, es la tendencia hacia la minimización de riesgos productivos, muchas veces teniendo que decidir entre la agricultura como negocio o como práctica de auto subsistencia. Al pasar de una economía cerrada a una globalizada, el mercado agrícola Mexicano benefició los sectores dedicados a la exportación, dejando a la deriva el cultivo de subsistencia y los productores de pequeña escala no articulados a las cadenas de exportación (Pérez Haro, 2013), esto causo una polarización productiva, observable de forma clara en el escenario de producción de alimentos básicos, en donde la producción ha mostrado tendencias negativas en territorios con producciones de mayor valor comercial, así como en la ausencia de cultivo de alimentos básicos en las zonas de con accesibilidad reducida.

Esta tendencia no solo implica una vulnerabilidad potencial en términos de seguridad alimentaria para la población, también es el punto de partida para la generación de procesos de migración rural-urbana, migración internacional y la proliferación de cultivos ilícitos como estrategia de subsistencia, la feminización del campo, y el “campesinado urbano” que se lleva a cabo en fin de semana o en temporada (Santacruz-De León & Palacio-Munóz, 2015), reforzando la tendencia espacial de crecimiento en la producción de alimentos básicos en las periferias de las zonas urbanas de mayor extensión.

Tabla 16. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva																Total U.E.	
	S/E	07	10	24	25	29	39	42	47	48	59	62	82	83	87	88		89
311214	15				1					3		2			3	18	2	44
311411	1					1												2
311412									1									1
311421	2						2		1	1						1		7
311422	17	2		11	1	6	7	1	1	1	6	2				8	1	64

311423	64	2			1	3	1	2		3	30	15	1		8	14	1	145
311999	18	1					1	3		6	6	6	2	1		6	9	59
325412	10	2	1		1						10	4				4	4	36
326199	1	1					1				5	2				2		12
431110	319	56	3	1	2	20	8	13	12	45	111	54	2		3	68	99	816
431130	225	27		1		34	6	4	13	22	14	41			1	18	70	476
431150	184	9	1	3		1	4		5	16	21	25			1	21	21	312
431193	18	2			1	1		2	1		4					2	1	32
434111	702	72	18	3		14	94	83	16	42	105	117	3	2	12	71	39	1393
484111	7																1	8
484121	8								1	2							1	12
<b>Total U.E.</b>	<b>1591</b>	<b>174</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>80</b>	<b>124</b>	<b>108</b>	<b>50</b>	<b>142</b>	<b>312</b>	<b>268</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>233</b>	<b>249</b>	<b>3419</b>

Tabla 17. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
43	Tres Valles	Patio de maniobras	Operativa	590.00	2
61	Amatitlán de los Reyes	Estación Abandonada	Rehabilitable	3,929.79	6
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	2.17	2
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	50.15	4
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	338.95	36
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	6,600.25	71
91	Las Choapas	Patio de Maniobras	Operativa	120.95	1

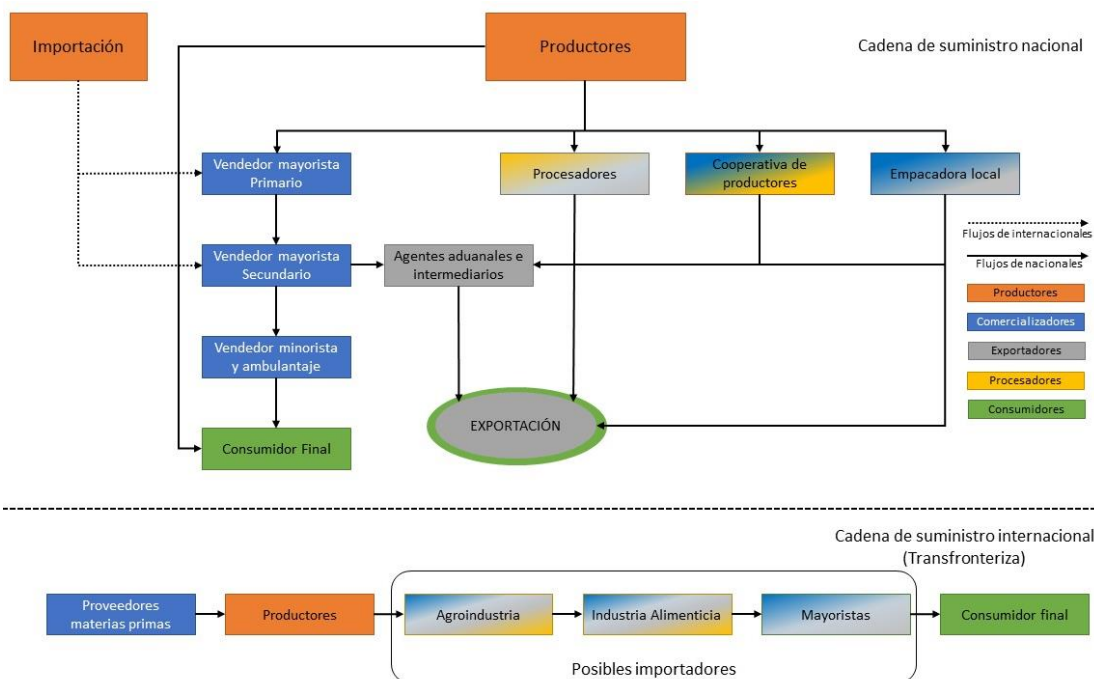
Cambiar la tendencia de marginalización en la producción de alimentos básicos implica formar relaciones directas entre el productor y el consumidor final, a través de mecanismos de mercantilización eficientes y la facilitación de opciones de manejo post cosecha que beneficien en primer lugar, a los productores de pequeña escala, accediendo tanto a la infraestructura de procesamiento, como a la de transporte (acorde al tipo de productos) y a los espacios de comercialización (Roy, 2015), aprendizaje de mejores prácticas y a la información clave asociada a los productos que se cultivan. Nivelar a los pequeños productores requiere, en gran medida, la pluralización de los canales de comercialización de sus productos, implementar esquemas de reducción en la producción de residuos derivados del manejo post cosecha y transporte, y brindar la certeza tanto en el precio de venta como en la demanda; elementos de los que depende el productor para optar por el tipo de producción más adecuada y los mecanismos para su ingreso a la cadena de valor.

Tabla 18. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de alimentos básicos.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa								Total U.E
	S/E	43	61	82	83	87	88	91	
311214	19		2			3	18	2	44
311411	2								2
311412								1	1

311421	4	1					1	1	7
311422	40	7	8				8	1	64
311423	97	3	20	1		8	14	2	145
311999	31	4	10	2	1		6	5	59
325412	23		9				4		36
326199	3	1	6				2		12
431110	586	20	119	2		3	68	18	816
431130	380	8	48			1	18	21	476
431150	238	4	36			1	21	12	312
431193	26	2	2				2		32
434111	911	183	169	3	2	12	71	42	1393
484111	8								8
484121	11							1	12
<b>Total U.E</b>	<b>2379</b>	<b>233</b>	<b>429</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>233</b>	<b>106</b>	<b>3419</b>

Esquema 3. Cadenas de valor de los mercados nacionales e internacionales de las producciones hortícolas en la India (Roy, 2015).



## 01-E-011. Escenario de la cadena de valor de la producción de granos y semillas

La producción de maíz ha resultado ser la que mejor refleja la realidad de la producción de granos y semillas básicas, así como el panorama de la producción agrícola del país. Todos los estados de la república cuentan con algún porcentaje de hectáreas de siembra dedicadas a la producción de maíz, tan solo en 2010 se estimaba una producción de 23.3 millones de toneladas a nivel nacional en 7.86 millones de hectáreas; de estas, 1.13 millones se encontraban solo en Jalisco y Sinaloa, y produjeron 8.68 millones de toneladas, es decir, el 37.01% de la producción nacional (Pérez Haro, 2013). Aunque las estadísticas muestran una

concentración productiva importante, se estima que estas omiten hasta 5 millones de toneladas imputadas al autoconsumo y producidas para subsistencia, y que, debido a su uso no entran en ningún momento a las cadenas de valor o circuito comercial alguno.

Tabla 19. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de granos y semillas.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311110	Elaboración de alimentos para animales	34
311211	Beneficio del arroz (incluye arroz palay)	6
311213	Elaboración de harina de maíz	16
311214	Elaboración de otras harinas (incluyendo arroz)	44
311221	Elaboración de almidones de arroz	1
311222	Elaboración de aceites y grasas vegetales comestibles	25
311230	Elaboración de cereales para desayuno	12
311411	Congelado de frutas y verduras para conservación (incluye maíz)	2
311422	Conservación de fruta por otros métodos (incluye maíz enlatado)	64
311830	Molienda de maíz húmedo (nixtamal)	20,049
311910	Elaboración de botanas (incluyendo cacahuates)	1,637
322122	Fabricación de papel (incluye papel de arroz)	11
333111	Fabricación de maquinaria y equipo agrícola	11
431110	Comercio al por mayor de abarrotes (incluye arroz, frijol y maíz)	816
431150	Comercio al por mayor de semillas y granos alimenticios, especias y chiles secos	312
431180	Comercio al por mayor de materia prima de repostería	99
431192	Comercio al por mayor de botanas y frituras (incluye cacahuates, habas y similares)	63
431199	Comercio al por mayor de otros alimentos (incluye harina de arroz)	114
434111	Comercio al por mayor especializado en semillas mejoradas de hortalizas	1,393
435110	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo agropecuario	519
461140	Comercio al por menor de semillas y granos alimenticios	2,502
461160	Comercio al por menor de materias primas para repostería (incluye ajonjolí)	3,158
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	8
484121	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12

Este patrón espacial de concentración productiva se deriva de una política pública focalizada de apoyo gubernamental al sector agrícola en las regiones de Sinaloa y Jalisco en conjunto con el abandono de otras zonas productoras que actualmente son discriminadas sistemáticamente, en donde se atomiza la producción dentro de los territorios que no son beneficiados por las políticas públicas agrícolas como resultado de la necesidad de subsistencia.

Oaxaca presenta un patrón espacial de tendencia hacia la mínima producción de maíz, así como a la pérdida económica en su producción, encontrándose sus municipios en su mayoría en los 5 deciles inferiores de la producción de los 4 estados; principalmente en las regiones Mixteca, Cañada y en las sierras norte y sur que rodean los valles centrales. La región del Istmo presenta una producción de tendencia positiva que oscila entre los 3 deciles superiores tanto del lado de Oaxaca como de Veracruz, sumando las 817,862.10 toneladas en su tendencia productiva (Mapa 01-B-001).

Tabla 20. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de granos y semillas.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
---	-----------	------	-----------	-----------	-------------

07	Chinameca	Estación	Propuesta	238,354.66	19
10	Sayula de Alemán	Estación	Propuesta	74,472.34	3
17	Matías Romero Avendaño	Estación	Propuesta	65,189.37	9
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	44,841.14	14
25	Salina Cruz	Patio de Maniobras	Operativa	7,654.79	6
30	Unión Hidalgo	Estación	Propuesta	85,503.92	17
39	José Azueta	Estación en reúso (Gov.)	Rehabilitable	130,095.88	14
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	103,514.75	14
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	140,943.41	5
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	61,666.37	7
53	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	59,679.27	9
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	109,233.03	25
62	Córdoba	Patio de maniobras	Operativa	121,223.06	56
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	31,423.66	23
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	16,773.59	24
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	31,691.70	73
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	147,613.60	181
89	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	91,913.80	26
91	Las Choapas	Patio de Maniobras	Operativa	29,563.52	5

Como materia prima, los granos y semillas abundan en la cantidad de unidades económicas que podrían disponer de su uso (Tabla 19), desde las nixtamalizadoras hasta la venta de semillas a consumidores finales, el rango de la cadena de valor es muy amplio y su dispersión no depende tanto de la concentración poblacional como de la dispersión espacial de los asentamientos humanos, cuyas necesidades se observan relativamente homogéneas y solo varían en intensidad; esto habla de una necesidad generalizada de los productos sin importar si su producción implica una tendencia económica negativa para la región, pero que la forma de gestionarla ha derivado en excedentes suficientes para crear un mercado de granos y semillas a lo largo del corredor Istmo así como en los estados de Veracruz, Chiapas y Tabasco, solo Oaxaca presenta un mínimo de producción en los municipios de las sierras norte y sur y la región Mixteca, donde la producción se ve radicalmente diferenciada del resto de los municipios y que presenta una alta correlación con la dispersión espacial de los municipios con grados medios, altos y muy altos de marginación reportados (CONAPO, 2010).

Una de las ventajas atribuibles a las cadenas de valor de semillas es su resiliencia temporal posterior al secado del grano, el tiempo de almacenaje depende en gran medida del manejo de silos y la prevención del deterioro del producto, lo que permite contar con espacios intermedios de almacenaje que faciliten el suministro a lo largo de las cadenas de valor y de los procesos de generación de valor añadido. Tanto el consumo en seco, como la dispersión de la materia prima, son elementos que dependen de servicios externos de transporte en la mayoría de los casos, y que se articulan con procesos internos de transporte para dar lugar a flujos de materia prima, material semi o completamente procesado (Esquema 4) capaces de brindar resiliencia a la cadena y flexibilidad en el suministro (Junqueira & Morabito, 2015).

El elemento condicionante de las cadenas de granos, es la reducción de procesos recursivos que impliquen movimiento excesivo del producto o una pérdida de la trazabilidad del proceso; esto ha derivado en la unificación de flujos de materia que minimizan la cantidad de veces que debe ser transportado el grano, así como la cantidad de infraestructura necesaria para su procesamiento (*ibid*, 2015); este proceso asume la agregación de las áreas de suministro y demanda al nivel mínimo suficiente para sustentar la infraestructura de procesamiento; lo que explica la generación de los clúster productivos mencionada por Pérez Haro (2013), pero que nuevamente descarta los espacios con densidades productivas o de demanda menores, dejando a los productores de subsistencia sin mecanismos de transferencia de sus excedentes hacia los mercados y su consiguiente diversificación económica.

Tabla 21. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de granos y semillas.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva																			Total U.E.
	S/E	07	10	17	24	25	30	39	42	47	48	53	59	62	82	83	87	88	89	
<b>311110</b>	9	4						1	2	2	2		5	7					2	<b>34</b>
<b>311211</b>	2								1					3						<b>6</b>
<b>311213</b>	3	4							1	1	1		4	1				1		<b>16</b>
<b>311214</b>	15					1					3			2			3	18	2	<b>44</b>
<b>311221</b>																		1		<b>1</b>
<b>311222</b>	15	2						1		1			2	2				1		<b>25</b>
<b>311230</b>	5										1							4	2	<b>12</b>
<b>311411</b>	1																			<b>2</b>
<b>311422</b>	17	2			11	1		7	1	1	1		6	2				8	1	<b>64</b>
<b>311830</b>	7,200	1,093	127		602	175		248	271	315	420		1,071	1,024	112	21	314	4,574	541	<b>20,049</b>
<b>311910</b>	201	7	1		589	1			4	3	2		19	15			6	34	12	<b>1,637</b>
<b>322122</b>									3		1		1	6						<b>11</b>
<b>333111</b>	5										1		3	1					1	<b>11</b>
<b>431110</b>	319	56	3		1	2		8	13	12	45		111	54	2		3	68	99	<b>816</b>
<b>431150</b>	184	9	1		3			4		5	16		21	25			1	21	21	<b>312</b>
<b>431180</b>	29	8				2		1		1	4		28	7			2	5	10	<b>99</b>
<b>431192</b>	25	7						2	5	2	4		6	3				3	2	<b>63</b>
<b>431199</b>	58	4				1				1	7		13	5	2			8	12	<b>114</b>
<b>434111</b>	702	72	18		3			94	83	16	42		105	117	3	2	12	71	39	<b>1,393</b>
<b>435110</b>	219	32	5			3		13	32	10	22		50	32			6	56	27	<b>519</b>
<b>461140</b>	1,367	69	9		12	20		24	25	37	73		100	156	14	1	29	373	122	<b>2,502</b>
<b>461160</b>	1,285	136	16		33	33		67	77	58	126		292	251	24	12	54	425	172	<b>3,155</b>
<b>484111</b>	7																		1	<b>8</b>

<b>484121</b>	<b>8</b>								<b>1</b>	<b>2</b>								<b>1</b>	<b>12</b>	
<b>Total U.E.</b>	<b>11,676</b>	<b>1,505</b>	<b>180</b>		<b>1,254</b>	<b>239</b>		<b>470</b>	<b>518</b>	<b>466</b>	<b>773</b>		<b>1,837</b>	<b>1,713</b>	<b>157</b>	<b>36</b>	<b>430</b>	<b>5,671</b>	<b>1,067</b>	<b>30,905</b>



Tabla 22. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de granos y semillas.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
39	José Azueta	Estación en reúso (Gobierno)	Rehabilitable	2113.59	3
70	Orizaba	Patio de Maniobras	Operativa	2.46	1

Esquema 4. Representación esquemática de la cadena de suministro del maíz según Junqueira & Morabito (2015). Traducción propia.

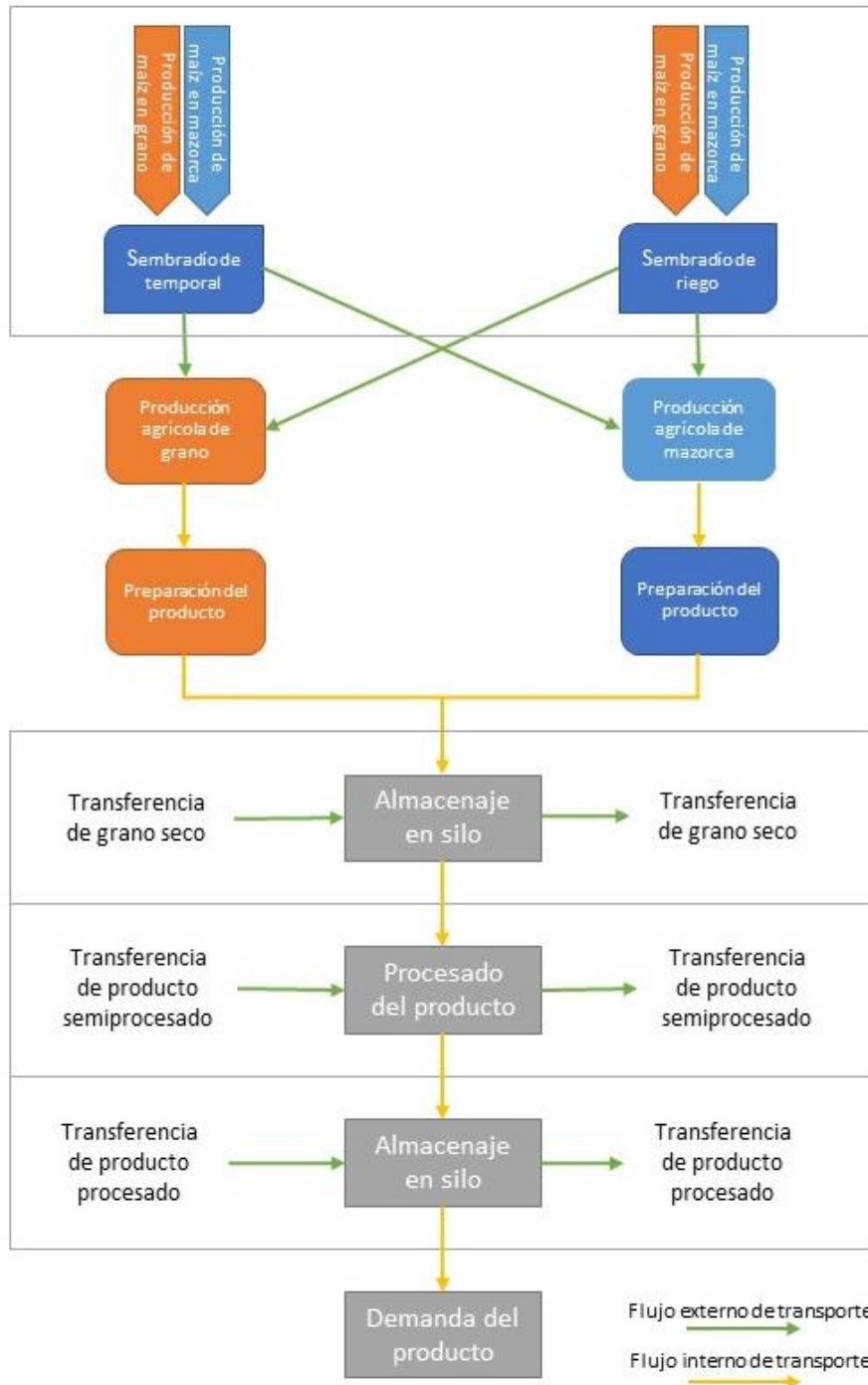


Tabla 23. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de granos y semillas.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa		Total U.E
	S/E	39	
<b>311110</b>		1	<b>34</b>
<b>311211</b>			<b>6</b>
<b>311213</b>			<b>16</b>
<b>311214</b>			<b>44</b>
<b>311221</b>			<b>1</b>
<b>311222</b>		1	<b>25</b>
<b>311230</b>			<b>12</b>
<b>311411</b>			<b>2</b>
<b>311422</b>		7	<b>64</b>
<b>311830</b>		248	<b>20,049</b>
<b>311910</b>			<b>1,637</b>
<b>322122</b>			<b>11</b>
<b>333111</b>			<b>11</b>
<b>431110</b>		8	<b>816</b>
<b>431150</b>		4	<b>312</b>
<b>431180</b>		1	<b>99</b>
<b>431192</b>		2	<b>63</b>
<b>431199</b>			<b>114</b>
<b>434111</b>		94	<b>1,393</b>
<b>435110</b>		13	<b>519</b>
<b>461140</b>		24	<b>2,502</b>
<b>461160</b>		67	<b>3,155</b>
<b>484111</b>			<b>8</b>
<b>484121</b>			<b>12</b>
<b>Total U.E.</b>		<b>470</b>	<b>30,905</b>

La suma de los elementos antes mencionados, deriva en una presunción de disrupción en la cadena de valor de granos y semillas derivada de un techo de cristal producido por: 1) la ausencia de políticas públicas enfocadas al apoyo del pequeño consumidor que busca introducirse a las cadenas de valor mediante el aprovechamiento de sus excedentes; 2) patrones de accesibilidad reducida para la salida de cargas de los productos a partir de las localidades en las regiones de mayor marginación, y que se refuerza a través de la carencia de políticas públicas específicas para la articulación de cadenas de valor; y 3) la infraestructura encaminada a escalonar la propia cadena para brindarle una mayor flexibilidad entre eslabones y procesos.

### 01-E-012. Escenario de la cadena de valor de la producción silvícola

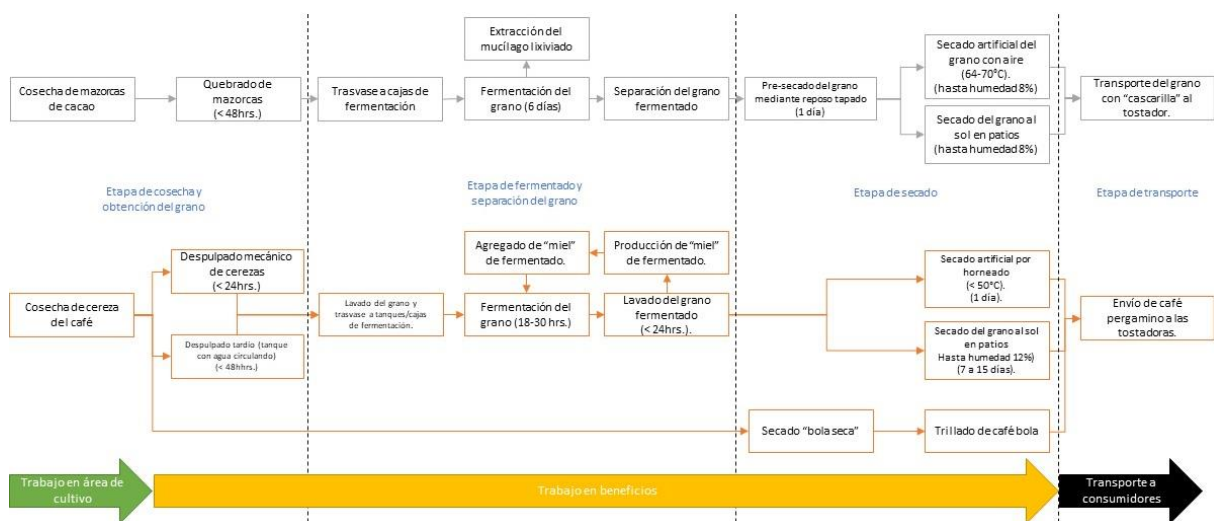
En sus diferentes niveles de procesamiento, tanto el café como el cacao cuentan con una diversidad de procesos para generar valor añadido a cada una de las fases que pueden generar cierta complementariedad tanto en el proceso como en el manejo del producto. Tanto las

plantas de cacao como las de café, requieren de procesos de control de sombra, deshierbado y manejo de plagas, y procesamiento de los granos enfocados hacia la separación de corteza y mucilagos.

Transportar café y cacao requiere el secado previo del producto, pasando por una serie de procesos muy similares y que pueden compartir infraestructura y temporalidad, como se observa en el **Error! Reference source not found.** Algunos de los elementos que se comparten en ambos procesos de obtención del grano seco son las fermentaciones alcohólicas, acéticas y lácticas (y hasta cierto punto las butíricas), la necesidad del corte temporal específico que asegure el sabor adecuado del grano; los procesos de sacado tanto al sol como en secadoras especializadas (por técnicas de horneado y tunnel de aire caliente).

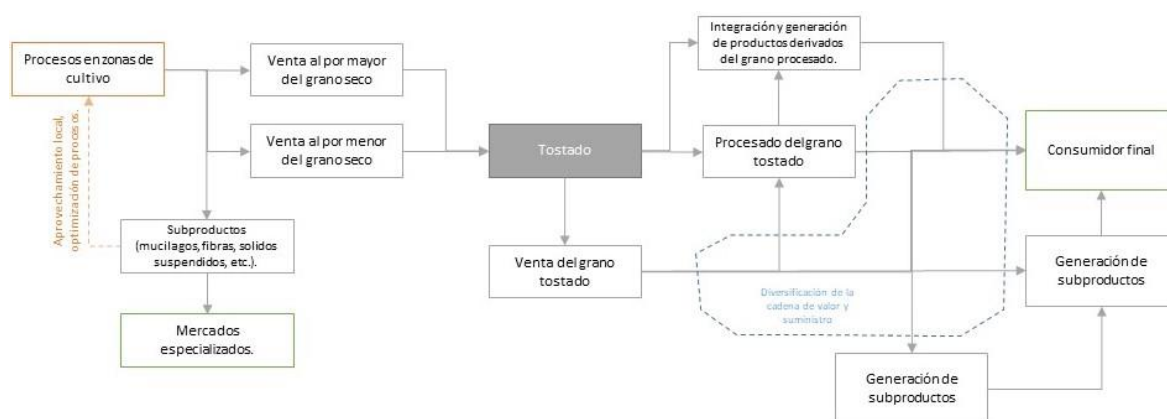
Cabe mencionar que todas estas fases de tratamiento de las semillas han pasado paulatinamente del manejo rudimentario a la tecnificación y estandarización a través de procesos tanto industrializados como artesanales en sitio, pero en mucha medida están limitados a la corta ventana de tiempo existente entre la cosecha y el despulpado/inicio de la fermentación.

Esquema 5. Procesos de beneficio del café y el cacao (Basado en Arvelo Sánchez et al, (2017) y Sotomayor Herrera et al. (1993), Traducción propia.



Posterior al proceso de beneficio, los granos son transportados secos, con humedades que oscilan entre los 8 y el 12% y deben pasar por procesos de tostado para obtener sus productos derivados; lo que permite escalonar la cadena de suministro en 3 etapas, una en sitio que termina con el grano seco, otra de procesamiento para la obtención de sus derivados, y una etapa final de aprovechamiento que varía ampliamente en el tipo de unidades económicas presentes en la región (Tabla 24), pero que también, en algunos casos, se encuentra en el mismo lugar que el segundo eslabón de dichas cadenas como es el caso de cafeterías, chocolaterías, confiterías, preparación derivados del molido de semillas (como moles y pastas), extracción de aceites y aromas, entre otros (Esquema 6).

Esquema 6. Cadena de valor y suministro del café y el cacao (elaboración propia).



Esquema 7. Derivados industriales del mucilago del cacao (Bhattacharjee & Lava Kumar, 2007). Traducción propia.

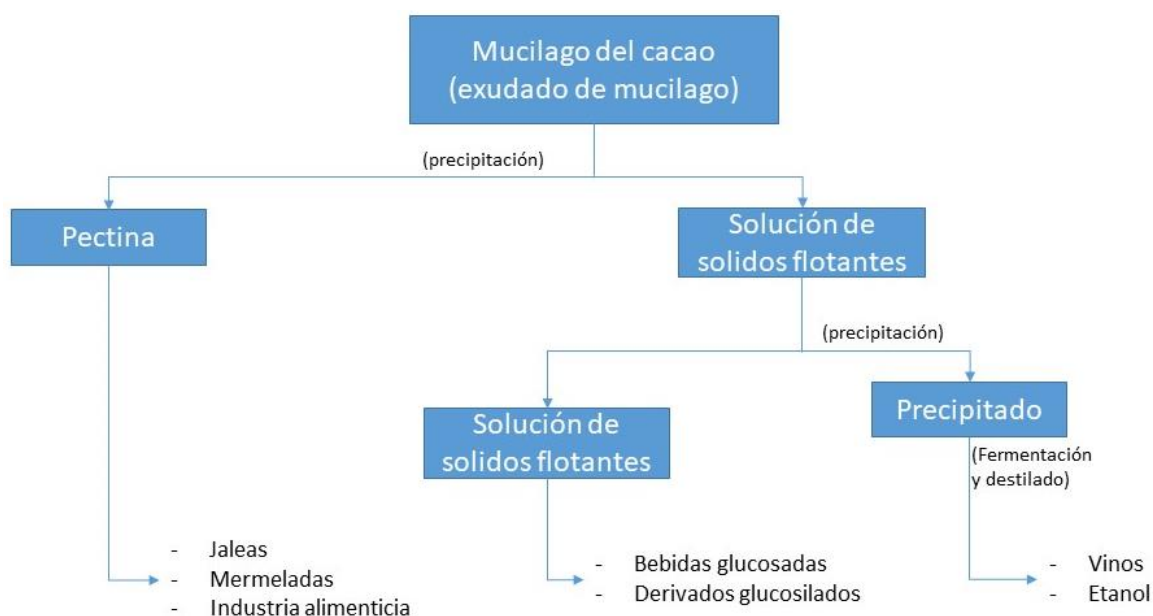


Tabla 24. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción silvícola.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311350	Elaboración de chocolate y derivados	114
311423	Conservación de guisos y alimentos (incluyendo preparación de mole)	145
311511	Elaboración de leche líquida (incluyendo saborizada)	16
311921	Beneficio del café	108
311922	Elaboración de café tostado y molido	215
311923	Elaboración de café instantáneo	8
312111	Elaboración de otras bebidas (incluyendo no alcohólicas (incluyendo café helado))	42
312149	Elaboración de otras bebidas destiladas (incluyendo licor de café)	21
333243	Fabricación de maquinaria despulpadora de café	33
431110	Comercio al por mayor de abarros (incluye chocolates y café)	816
431150	Comercio al por mayor de semillas y granos alimenticios, especias (incluye cacao)	99
431180	Comercio al por mayor de materia prima de repostería	99
431199	Comercio al por mayor de otros alimentos (incluye harina de arroz)	114

<b>431212</b>	Comercio al por mayor de vinos y licores (incluyendo licor de café)	31
<b>461160</b>	Comercio al por menor de materias primas para repostería (incluye ajonjolí)	3,158
<b>461190</b>	Comercio al por menor de otros alimentos (incluyendo tostado y molienda de café)	4,369
<b>461211</b>	Comercio al por menor de licor de café (incluyendo envasado)	618
<b>484111</b>	Autotransporte local de productos agrícolas	8
<b>484121</b>	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12
<b>722515</b>	Cafeterías, fuentes de sodas, neverías, refresquerías y similares (incluyendo chocolate y café)	3,932

A su vez, los subproductos del café y el cacao tienen aprovechamientos diversos que van desde fines farmacéuticos hasta la fertilización de suelos en conjunto con la aceleración de los procesos de fermentación que se llevan a cabo para retirar el mucilago que rodea las semillas; estas materias primas en su mayoría tienen un aprovechamiento local, sin embargo, casos como el exudado de mucilago del cacao tienen usos más amplios al contener concentraciones importantes de pectina, glucosa y alcohol que son aprovechados por otras industrias y mercados (Esquema 7) como son el sector agroindustrial, agroalimentario, el de bebidas y licores, productos derivados lácteos, entre otros, que deben de ser considerados en la medida que se diversifique la cadena de valor.

Córdoba, Veracruz se distingue del resto de las ubicaciones seleccionadas por la concentración de toneladas que es capaz de acumular (Tabla 25), esto es consecuencia de la consolidación del clúster cafetalero en la zona y que abarca desde Piza Rica de Hidalgo, Veracruz hasta la región Istmo (en Santa María Chimalapa) y que continua por la costa del pacífico hasta llegar a la frontera con Guatemala, en Tapachula de Córdoba y Ordoñez.

La concentración espacial de productores observada en el Escenario del café (*Mapa 01-E-007*), se ve ampliamente rebasada por la observada en este escenario derivado de las diversificaciones de la cadena de valor antes mencionadas (*Mapa 01-E-012*), y que presenta una mayor cantidad de unidades económicas en los polos del Istmo (Coatzacoalcos y Salina Cruz), uno en donde se concentran la producción de alimentos, que también se observa en la región de los valles centrales de Oaxaca y en los estados de Tabasco y Chiapas; y otro con tendencias más enfocadas a la venta al por menor, que también se observa en los alrededores de Córdoba y el puerto de Veracruz; patrones que explican en mucha medida las vocaciones económicas mayoritarias, explicadas tanto por la producción como por la conectividad de transporte y el nivel de exportación en los puertos del Golfo con respecto a los del Pacífico y los valles centrales (Tabla 26).

*Tabla 25. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción silvícola.*

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
<b>07</b>	Chinameca	Estación	Propuesta	7,843.34	8
<b>17</b>	Matías Romero Avendaño	Estación	Propuesta	25,813.51	4
<b>23</b>	Ciudad Ixtepec	Patio de maniobras	Operativa	20,793.22	5
<b>39</b>	José Azueta	Estación en reuso (Gubernamental)	Rehabilitable	3,656.17	3
<b>42</b>	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	22,287.97	11
<b>47</b>	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	4,042.39	3
<b>48</b>	Humanguillo	Estación Existente	Operativa	27,070.23	7
<b>59</b>	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	79,156.24	13
<b>62</b>	Córdoba	Patio de maniobras	Operativa	188,975.26	41
<b>82</b>	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	38,900.57	14
<b>83</b>	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	5,019.00	12
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	7,626.32	11

89	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	39,345.59	25
----	------------	---------------------	---------------	-----------	----

Por su parte, las estaciones con tendencia negativa presentan cierta redundancia con las positivas, al seleccionar nuevamente las estaciones 47 y 82 (Tabla 25) presentes en el escenario de tendencias positivas (Tabla 26) y aportando un mínimo de producción que no supera las 21 toneladas. Destacan las estaciones 24 y 71 cercanas a las zonas de alta concentración de tonelajes producidos, pudiéndose incluso descartar para poder aprovechar las centralidades ya identificadas por el subescenario de tendencias positivas. Las unidades económicas correspondientes a este subescenario se pueden observar en la Tabla 28.

Tabla 26. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción silvícola.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva														Total U.E.
	S/E	07	17	23	39	42	47	48	59	62	82	83	88	89	
311350	30			10				13	10	4		6	39	2	114
311423	69	2		4	1	2		3	30	15	1	3	14	1	145
311511	4		2		1		1		6				1	1	16
311921	59			2					15	24			8		108
311922	107	2		1	1		9	1	47	29		1	12	5	215
311923	2			1		1			1	3					8
312111	10	3		2	1			2	7	4			6	7	42
312149	7								12					2	21
333243	10						1		16	4			2		33
431110	317	56	7	19	10	13	12	45	111	54	2	3	68	99	816
431150	183	9		4	6		5	16	21	25		1	21	21	312
431180	29	8		4	1		1	4	28	7		2	5	10	99
431199	58	4	1	3			1	7	13	5	2		8	12	114
431212	7	2		1					7	3			8	3	31
461160	1,304	139	30	132	81	77	58	126	292	251	24	43	426	172	3,155
461190	1,900	198	32	243	49	65	101	170	264	282	42	27	738	212	4,323
461211	227	12	6	22	3	8	4	13	25	28	5	22	227	16	618
484111	7													1	8
484121	8						1	2						1	12
722515	1,713		37	287	33	95	108	182		12	14	38	1,048	365	3,932
Total U.E.	6,051	435	115	735	187	261	302	584	905	750	90	146	2,631	930	14,122

Tabla 27. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción silvícola.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de maniobras	Operativo	20.95	3
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativo	21.83	2
71	Camerino Z. Mendoza	Estación Abandonada	Rehabilitable	2.16	2
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	0.85	1

Tabla 28. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción silvícola.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa					Total U.E.
	S/E	24	47	71	82	
<b>311350</b>	100	10		4		<b>114</b>
<b>311423</b>	124	4		16	1	<b>145</b>
<b>311511</b>	14	1	1			<b>16</b>
<b>311921</b>	82	2		24		<b>108</b>
<b>311922</b>	174	1	9	30	1	<b>215</b>
<b>311923</b>	3	1		3	1	<b>8</b>
<b>312111</b>	35	2		5		<b>42</b>
<b>312149</b>	21					<b>21</b>
<b>333243</b>	28		1	4		<b>33</b>
<b>431110</b>	721	23	12	58	2	<b>816</b>
<b>431150</b>	278	4	5	25		<b>312</b>
<b>431180</b>	87	4	1	7		<b>99</b>
<b>431199</b>	103	3	1	5	2	<b>114</b>
<b>431212</b>	27	1		3		<b>31</b>
<b>461160</b>	2,651	143	58	258	45	<b>3,155</b>
<b>461190</b>	3,607	264	103	298	51	<b>4,323</b>
<b>461211</b>	549	25	5	30	9	<b>618</b>
<b>484111</b>	8					<b>8</b>
<b>484121</b>	11		1			<b>12</b>
<b>722515</b>	3,478	309	111	12	22	<b>3,932</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>12,101</b>	<b>797</b>	<b>308</b>	<b>782</b>	<b>134</b>	<b>14,122</b>

### 01-E-013. Escenario de la cadena de valor de la producción de forrajes

Desde los pastizales hasta la producción intensiva, el forrajeo comprende uno de los elementos fundamentales de la dinámica rural a escala mundial, sus productos son diversos, así como la forma en la que estos son aprovechados.

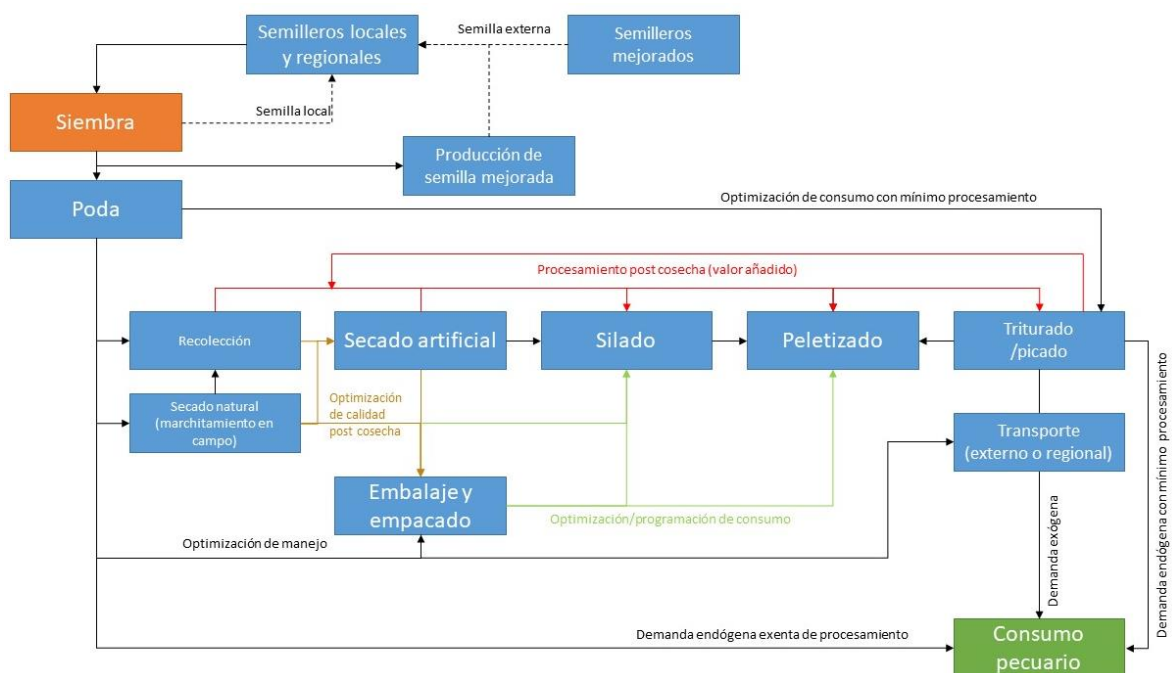
La forma más simple de aprovechamiento es la conservación de extensiones de tierra para fines de pastoreo, caracterizándose por una producción baja de granos y semillas en dichas extensiones, y cuyo valor típico está en las partes vegetativas de las plantas que en ella crecen y de forma alternativa, ha cobrado mayor importancia para la conservación de la biodiversidad, la protección de recursos hídricos, la captura de carbono, así como la generación de energía renovable (Rauf, et al., 2016). Su eficiencia en el cumplimiento de estos elementos depende en gran medida del balance entre la producción y la conservación de la biodiversidad en las zonas productivas.

Tecnificar el campo para la producción de forrajes permite el establecimiento de técnicas más complejas de producción, conservación, procesamiento y manejo, dependientes en gran

medida de la disponibilidad tecnológica en el área productiva y de la capacidad de transporte local del producto (Esquema 8). Los mecanismos de procesamiento varían desde técnicas de manejo directo de la poda en fresco, cuando el ganado alimentado se encuentra ubicado en el mismo lugar que el sembradío y el forrajeo directo del ganado, pero también se realizan procesos de conservación como son el silado y henificación, el secado artificial, peletizado, y embalaje, según sea la necesidad de consumo, almacenamiento y transporte.

Desarrollar estos procesos amplía la cantidad de eslabones de las cadenas de suministro de forrajes, al brindar flexibilidad tanto en los mecanismos de transporte como en la optimización del consumo, elementos que minimizan la pérdida productiva, y maximizan el rango temporal de aprovechamiento más allá de la primavera, que es la época de principal producción en el caso de pastizales y forrajes verdes de temporal. A su vez, la mezcla de tipos de forrajes, ya sea a través de la siembra de semillas mejoradas como del aprovechamiento de especies pertenecientes a diferentes grupos funcionales, en conjunto con, la mezcla de diferentes tipos de forrajes en etapas post cosecha, han mostrado mejoras cualitativas en la alimentación animal, así como cuantitativas en la producción de biomasa (tanto vegetal como animal) en conjunto con menor crecimiento de malezas (Rauf, et al., 2016). Se distinguen dentro de las especies incorporadas las de la familia de las leguminosas, debido a que, brindan beneficios adicionales en la conservación de nutrientes en suelo.

Esquema 8. Cadena de valor y suministro de forrajes verdes y secos para el consumo pecuario. Elaboración propia con base en Bochtis, Sorensen & Kateris (2018); INATEC (2016); Sokhansaj & Hess (Sokhansaj & Hess, 2009); Uribe Londoño (2011) y Williams (2016).

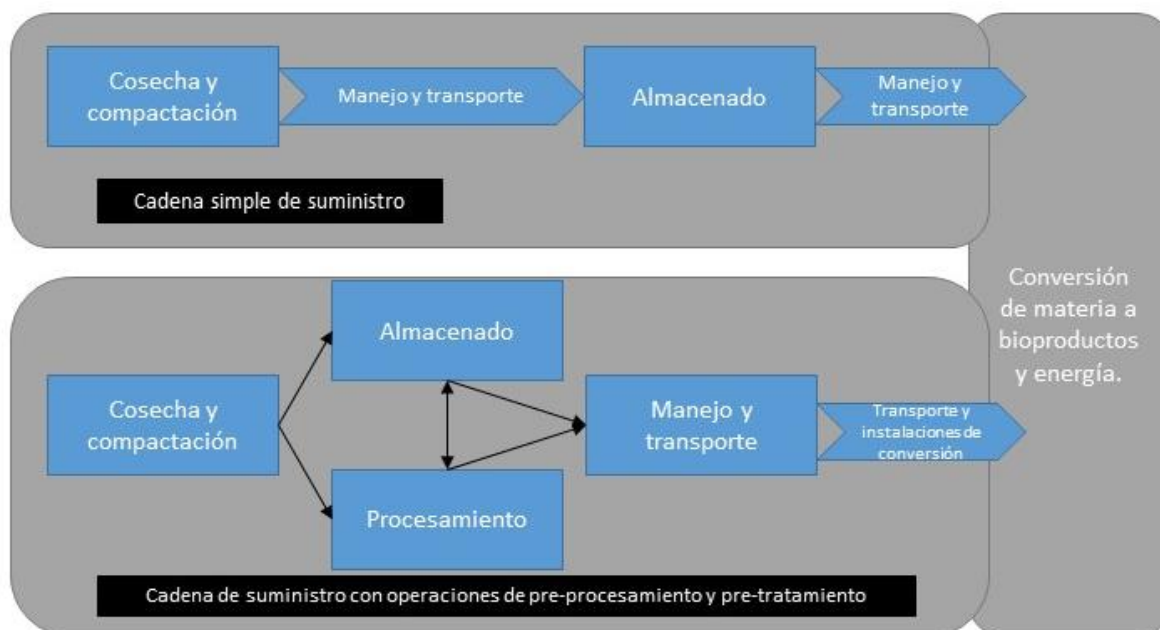


Con el auge de los biocombustibles, los forrajes también han diversificado su cadena de valor al ser incorporados como materia prima para la producción de energéticos (Sokhansanj & Hess, 2009); este nuevo mercado permite el aprovechamiento de biomasa fresca a través de procesos de bioingeniería y tiene la capacidad de sustituir recursos no renovables como el petróleo (Esquema 9), sin embargo, antagoniza en cierta medida con el mercado de forrajes para alimentación animal debido a que se requiere el establecimiento de “cultivos dedicados” sujetos a transacciones de bolsa en el mercado de materias primas (Williams, 2016) que aseguren la producción de los volúmenes de biocombustibles necesarios para abastecer el mercado objetivo y que evitan un aprovechamiento transversal.



Aun con esta limitante, las instalaciones de transporte y almacenamiento convergen tanto en la producción de forrajes, pellets y piensos, como para la producción energética, pudiendo abrir áreas de oportunidad en espacios que ya producen la materia prima si se invierte en la generación de infraestructura de transporte ferroviario y carretero que optimice los flujos de materia prima a las diferentes formas de procesamiento existentes en el mercado regional y local (Tabla 29) a partir de las estaciones identificadas como claves para la concentración del volumen de producción (Tabla 30).

Esquema 9. Cadena de suministro para la producción energética a partir de la producción de forrajes (Williams, 2016). Traducción propia.



Siguiendo la lógica planteada en el Esquema 8, las tendencias de producción pecuaria presentadas en el Mapa 01-B-001 y las de producción de pastos y praderas observada en el mapa 01-A-001 cobran especial importancia en el entendimiento del escenario actual y su correlación con la acumulación espacial de la producción a lo largo de la frontera entre Veracruz y Oaxaca. Estos patrones espaciales permiten inferir la migración de forrajes entre los estados para la alimentación del ganado Veracruzano.

Tabla 29. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de forrajes.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311110	Elaboración de alimentos para animales	34
333111	Fabricación de maquinaria y equipo agrícola	11
434111	Comercio al por mayor especializado en semillas mejoradas de forrajes	1,393
435110	Comercio al por mayor de maquinaria y equipo agropecuario	519
465911	Comercio al por menor de mascotas y piensos compuestos	744
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	8
484121	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12

Dicho fenómeno resulta benéfico para la economía regional a pesar de implicar un desbalance económico en la escala local, observable en la diferencia de localidades abastecidas en las áreas de concentración de tendencias de valor positivas (Tabla 30) y negativas (Tabla 32), las implicaciones de la concentración de procesos de adición de valor en uno de los dos estados

mientras la producción de materia prima con mínimo valor añadido se encuentra en el otro, significa una eventual pauperización de las dinámicas económicas y la reducción del valor de la tendencia productiva en el estado de Oaxaca, que se refleja en la cantidad de unidades económicas presentes en cada área seleccionada (Tabla 33), mientras se genera una ganancia económica neta mayor en Veracruz a través de una mayor concentración de unidades económicas insertas en la cadena de valor (Tabla 31); compensar este fenómeno requiere un balance en las cadenas de suministro que facilite la transferencia de capitales en el contraflujo de la cadena de suministro, ya sea mediante mecanismos tipo *fair trade*, consolidación de gremios de productores tanto agrícolas como pecuarios involucrados en la misma cadena de valor, y procesos de coinversión y riesgo compartido.

Otra parte del potencial actual de los pastizales se encuentra en la captura de carbono como elemento capitalizador de los productores agrícolas en el proceso de crecimiento de la materia prima como un paso previo a la venta del forraje, su correcto aprovechamiento depende fundamentalmente de la biodiversidad de las áreas productivas de pastizales y forrajeo en conjunto con la cantidad de mecanismos de fijación de carbono orgánico en suelo como son el uso de micorrizas, introducción de poblaciones de lombrices y otras especies degradadoras, y de la diversidad faunística a la que se le permite el aprovechamiento del área productiva a mediano y largo plazo en conjunto con estrategias de retorno de biomásas (Lorenz & Rattan, 2018)

Tabla 30. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de forrajes.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
30	Unión Hidalgo	Estación	Propuesta	750,600.95	22
39	José Azueta	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	416,795.91	3
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	2,224,294.43	11
47	Tonalá	Patio de maniobras	Operativa	1,954.60	1
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	112,088.77	16
68	Omealca	Estación en reúso (DIF municipal)	Rehabilitable	36,464.61	6
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	2,193.69	9
87	San Francisco Telixtlahuaca	Estación Abandonada	Rehabilitable	28,682.23	70
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	510,525.14	137

Tabla 31. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de forrajes.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva										Total U.E.
	S/E	30	39	42	47	59	68	83	87	88	
311110	17		1	2	2	5	7				34
333111	7					3	1				11
434111	821	17	145	83	16	115	108	5	12	71	1,393
435110	286	12	35	32	10	51	31		6	56	519
465911	432	17	11	12	4	111	63	1	4	89	744
484111	8										8

<b>484121</b>	11				1						<b>12</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>1,582</b>	<b>46</b>	<b>192</b>	<b>129</b>	<b>33</b>	<b>285</b>	<b>210</b>	<b>6</b>	<b>22</b>	<b>216</b>	<b>2,721</b>

El conjunto de estas estrategias articuladas con la mejora de los mecanismos de transporte de las materias primas y la producción pecuaria abren áreas de oportunidad para el crecimiento de otros espacios como son las regiones de Los valles centrales de Oaxaca y la región Mixteca, aisladas productivamente de la región del Istmo en materia de forrajes debido a las sierras norte y sur que rodean los valles centrales y reducen considerablemente la accesibilidad carretera, de la que depende en este momento tanto el corredor Istmo como la zona de frontera entre ambos estados.

Tabla 32. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de forrajes.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
17	Matías Romero Avendaño	Estación	Propuesta	221,549.52	2
23	Ciudad Ixtepec	Patio de maniobras	Operativa	20,977.33	3
53	Tlalixcoyan	Estación en desuso	Rehabilitable	11,082.40	2
57	Camarón de Tejeda	Estación en reúso (Gubernamental)	Rehabilitable	34,758.82	4
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	498.35	3

Tabla 33. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de forrajes.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa						Total U.E.
	S/E	17	23	53	57	88	
311110	23			4	7		34
333111	9				2		11
434111	987	21	9	143	160	73	1,393
435110	332	9	11	68	43	56	519
465911	480	6	19	81	69	89	744
484111	8						8
484121	12						12
<b>Total U.E.</b>	<b>1,851</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>296</b>	<b>281</b>	<b>218</b>	<b>2,721</b>

#### 01-E-014. Escenario de la cadena de valor de la producción floral

La producción de flores es considerada como uno de los elementos más lucrativos de la producción agroindustrial, al ser punto de partida de cadenas de valor como la venta de arreglos florales, la ornamentación de espacios, elaboración de aromatizantes, perfumería e industria cosmética por mencionar algunas (Mebakerlin & Chakravorty, 2015). Otras cadenas de valor asociadas a las flores, incluyen a la industria agroalimentaria, panadera y farmacéutica a través de la extracción de aceites esenciales, fabricación de alimentos adicionados, embolsado de té y preparación de bebidas.

Debido a la naturaleza de esta producción, su aprovechamiento presenta un rango corto de acción cuando el mercado abastecido implica su uso como adornos florales o flores frescas; esto puede ser modificado para algunas variedades de flores a través de su manejo en cadenas de frío en aquellas especies que no son sensibles a las temperaturas bajas, o a través de su uso como flores secas.

Otra forma de aprovechamiento que permite un mayor rango de desplazamiento de materias primas se encuentra anclado a las cadenas de valor de las esencias y aceites, cuyo procesamiento puede ser realizado tanto en fresco como en seco según las técnicas de aprovechamiento elegidas por los propios productores o por grupos de los mismos.

Algunas de las principales unidades económicas incluidas en este escenario son las siguientes:

Tabla 34. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción florística.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
311421	Producción de flor de Jamaica deshidratada	7
311940	Elaboración de extracto de vainilla	17
326199	Malla de plástico para producción de flores	12
431180	Comercio al por mayor de materia prima para repostería	99
434111	Comercio al por mayor especializado en fertilizantes para flores	1,393
461160	Comercio al por menor de materia prima de repostería	3,155
466312	Comercio al por menor de plantas y flores naturales	3,079
484111	Autotransporte local de productos agrícolas	8
484121	Autotransporte foráneo de productos agrícolas	12

Debido a que este escenario considera valores de tendencia de producción del 2003 al 2017 (SIAP, 2018), el escenario se subdividió en tendencias positivas y negativas. A continuación, se enumeran las estaciones seleccionadas para con tendencias productivas positivas:

Tabla 35. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción florística.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
24	Santo Domingo Tehuantepec	Patio de Maniobras	Operativa	109.54	2
42	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	39.58	3
68	Omealca	Estación en reúso (DIF municipal)	Rehabilitable	25,816.33	6
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	2,522.35	31

La relación de dichas estaciones con las unidades económicas se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 36. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción florística.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva					Total U.E.
	S/E	24	42	68	88	
311421	4		2		1	7
311940	13	2		1	1	17
326199	5		1	4	2	12
431180	62	4	1	27	5	99
434111	954	12	184	170	73	1,393
461160	2,059	143	163	357	433	3,155
466312	2,097	113	82	384	403	3,079

<b>484111</b>	<b>8</b>					<b>8</b>
<b>484121</b>	<b>12</b>					<b>12</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>5,214</b>	<b>274</b>	<b>433</b>	<b>943</b>	<b>918</b>	<b>7,782</b>

Tal como se observa, la tendencia de la región es el aprovechamiento de flores naturales vivas y sin ningún proceso de conservación; los usos para aromas y saborizantes también se encuentran presentes, por lo que existe una ventana de oportunidad para la diversificación de productos que se pueden ofrecer a partir de la concentración de los mecanismos de procesamiento en las estaciones seleccionadas.

Al diversificar los mecanismos de procesamiento, la tendencia productiva negativa de las estaciones 08 y 52 favorecerían la articulación de las cadenas de valor de ambas zonas, así como en las estaciones 42 y 88, donde existen municipios tanto con tendencias productivas negativas como positivas, los detalles de dichas estaciones se observan en las siguientes tablas:

*Tabla 37. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción florística.*

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
<b>08</b>	Jáltipan	Estación	Propuesta	1,832.75	1
<b>42</b>	San Juan Bautista Tuxtepec	Patio de maniobras	Operativa	3.21	2
<b>58</b>	Soledad de Doblado	Estación Abandonada	Rehabilitable	6,819.19	2
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	53.29	2

*Tabla 38. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción florística.*

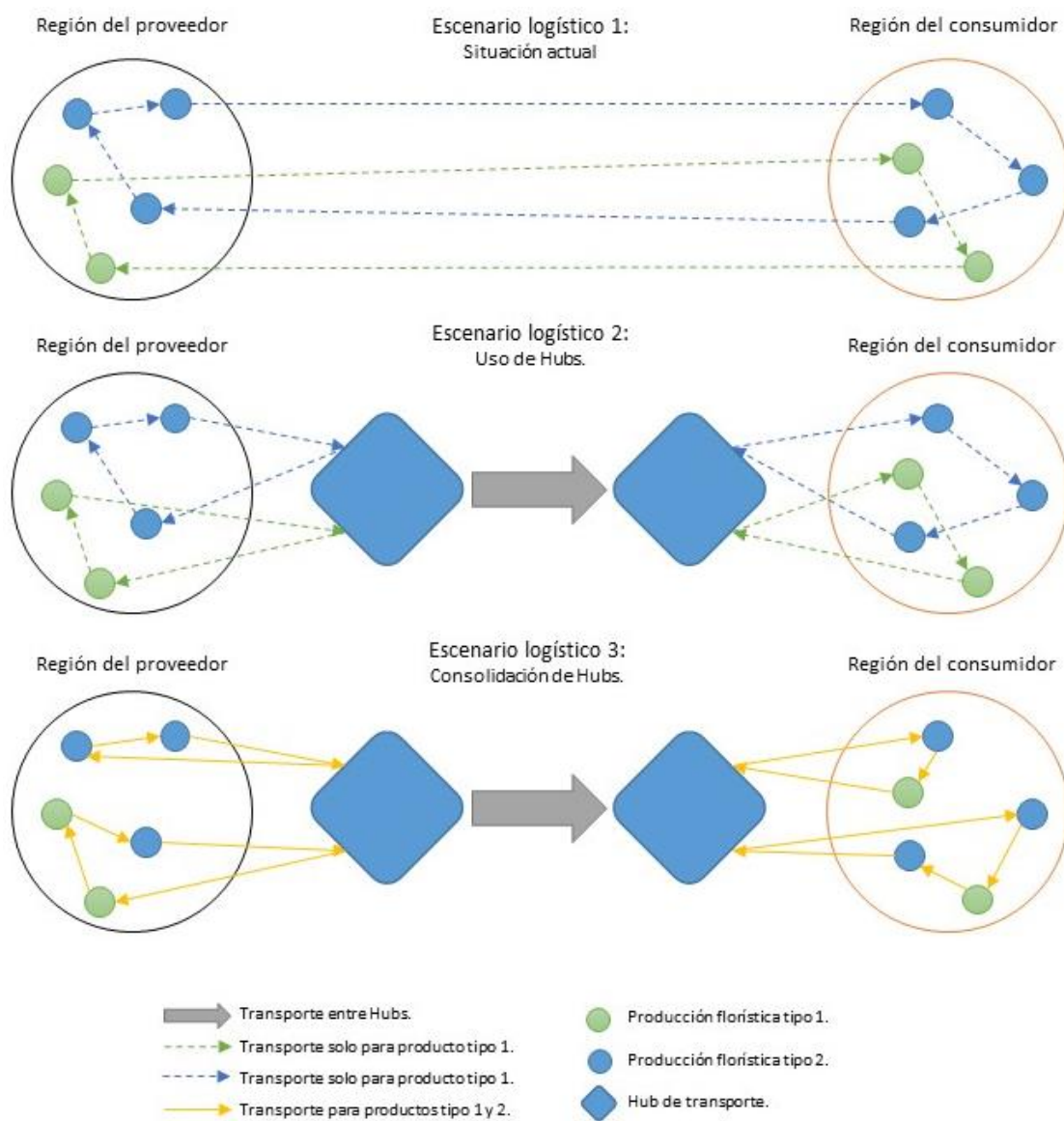
Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa					Total U.E.
	S/E	8	42	58	88	
<b>311421</b>	4		2		1	<b>7</b>
<b>311940</b>	12			4	1	<b>17</b>
<b>326199</b>	2	1	1	6	2	<b>12</b>
<b>431180</b>	50	8	1	35	5	<b>99</b>
<b>434111</b>	846	76	190	208	73	<b>1,393</b>
<b>461160</b>	1,932	138	178	474	433	<b>3,155</b>
<b>466312</b>	2,000	81	88	507	403	<b>3,079</b>
<b>484111</b>	8					<b>8</b>
<b>484121</b>	12					<b>12</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>4,866</b>	<b>304</b>	<b>460</b>	<b>1,234</b>	<b>918</b>	<b>7,782</b>

Al estudiar a detalle este escenario, la tendencia productiva florística se encuentra concentrada fuera del corredor Istmo; solo 3 municipios reportan producción, sin embargo, la concentración de unidades económicas muestra que si existe demanda de flores naturales, así

como productos para la preparación de repostería, elementos clave para la salida de producción en el entorno regional.

Algunos de los elementos clave considerados de importancia para la exportación florística requieren la consolidación de “network hubs” que permitan la reducción de tiempos de inspección, aseguramiento de la calidad, así como el empaque adecuado para su transporte. Estos hubs requieren estar insertados en un esquema logístico de red que facilite el desplazamiento desde el productor hasta el consumidor final sin que se requieran demasiados pasos e intermediarios. Esto ha llevado a la propuesta de procesos colaborativos de distribución anclados a economías de escala.

Esquema 10. Escenarios logísticos de las cadenas de suministro y distribución de producción floral acorde al Proyecto DaVinc<sup>3</sup>i (Van der Vorst et al, 2016). Traducción propia.



Los requerimientos de estas cadenas logísticas que fueron definidos por el proyecto DaVinc<sup>3</sup>i (Van der Vorst, Ossevoort, & De Keizer, 2016) implementado por el mercado Holandés a partir del análisis de casos de estudio implican entre otros elementos el aseguramiento de una

cadena de frío cerrada desde el productor, la estandarización de contenedores y métodos de empaqueo, manejo multilateral del inventario con capacidad de trazabilidad a partir de la homologación de criterios de etiquetado y codificación, colaboración transversal desde lo local hasta lo internacional, así como una clara visión de regionalización no competitiva.

La consolidación de *hubs* regionales brinda oportunidad para el mercado florístico de operar con mayor coordinación, menor desperdicio y con un nivel de calidad tanto en el producto mismo como en los tiempos de transporte y entrega; a partir de la consolidación de cargas con interconexión a partir de los propios *hubs*, donde la distribución resulta simplificada sin que esto signifique un mayor costo de transporte o conservación, acceso a infraestructura de cadena de frío específica para cada producción o sistemas de distribución independientes.

Algunos de los elementos identificados por Gutiérrez, Ballesteros y Torres (2012) en la optimización del proceso logístico de exportación de flores desde el Aeropuerto Internacional el dorado en Bogotá mostraron que al menos 29% de los vehículos visitan a más de 2 operadores de transporte aéreo (ATO por sus siglas en inglés) al entrar a la terminal; esto es consecuencia en gran medida del uso limitado de estrategias de consolidación de carga dentro de la propia terminal así como una coordinación efectiva entre los operadores de transporte de carga y los propios productores; coincidiendo con las evidencias del esquema DaVinc<sup>3</sup>i y que pueden ser resueltas a través de dicho abordaje.

Implementar *hubs* de salida y entrada de los flujos florísticos consolida a su vez los procesos administrativos derivados de la exportación e importación para reducir los tiempos de revisión y estandarizar los procesos de conservación, siendo el elemento clave para su efectivo desempeño, el establecimiento de los puntos de inicio de la cadena de frío lo más cercano a los productores, y los *hubs* concentradores en entornos de concentración alta de la demanda, asegurando el tiempo máximo de vida de anaquel para la producción floral desde que se cosecha hasta que se vende.

## 01-E-015. Escenario de la cadena de valor de la producción de especias

El mercado de especias es uno de los procesos mercantiles más antiguos de la humanidad; en conjunto con la seda, las especias han dado forma al transporte, las interacciones entre culturas e incluso el desarrollo tecnológico y la exploración geográfica. En la actualidad, su importancia en la alimentación sigue siendo igual de importante y es a partir de la introducción de su producción en el continente americano cuando sus precios comienzan a tener una mayor relación con el mercado local. La introducción del cultivo de pimienta en el continente se reporta en 1953 en Estados Unidos (Gentry, 1955) como respuesta al decaimiento del su uso en Asia.

Aun con la baja demanda antes mencionada, la tendencia de diversificación en los procesos de adición de valor al mercado de la pimienta (tanto blanca como verde y negra) sigue dándose en Asia; en el caso de la India, ha partido de la diversificación en la presentación y usos; desde la elaboración de salmueras, congelación en fresco, salado, pulverizado, así como su conservación en aceite o vinagres han resultado en la ampliación del mercado de la pimienta, así como de otras especias como son el ajo, cebolla, cardamomo, jengibre, comino y cúrcuma entre otros. Presentaciones en fresco también son sujetas a procesos de adición de valor ya sea a través del secado, así como la extracción de aceites esenciales, conservación por ácidos grasos, elaboración de pulpas, secado por congelación e incluso encapsulándolas (Datta, Guha, & Sharangi, Value Addition in Spice Crops, 2015).

A pesar de que la pimienta es el condimento más consumido a nivel mundial (Abdulazeez, Sani, James, & Abdullahi, 2016), menos del 5% de los municipios analizados reportan su producción, concentrándose principalmente en el estado de Tabasco y en algunos clústeres de municipios al sur y oriente de Oaxaca, así como al norte de Veracruz. Su venta como condimento se presenta solamente en un solo tipo de unidad económica dentro del DENU: E:

Tabla 39. Unidades económicas representadas en el escenario de la cadena de valor de la producción de especias.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
<b>431150</b>	Comercio especializado de especias, granos y semillas	312

Este alto grado de clusterización reduce considerablemente el número de estaciones seleccionadas para su transporte y concentración, las cuales se encuentran principalmente en el lado norte del Istmo y a lo largo de la costa del Golfo de México, entre Jáltipan y Humianguillo, tal como se reporta a continuación:

Tabla 40. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de especias.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
<b>08</b>	Jáltipan	Estación	Propuesta	5.96	2
<b>48</b>	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	1,111.27	7
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	1,561.88	20
<b>89</b>	Pichucalco	Estación Abandonada	Rehabilitable	49.28	1

Cuenta de id Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva					Total U.E.
	S/E	8	48	88	89	
<b>431150</b>	243	11	16	21	21	<b>312</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>243</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>312</b>

Las tendencias productivas negativas existentes solo permitieron la selección de la ciudad de Oaxaca como punto concentrador de la producción; esto en reflejo de la propia centralidad de la ciudad capital del estado, más que por la propia dispersión espacial de la tendencia, que se ajusta al anillo periférico de empobrecimiento productivo que se observa en el estado de Oaxaca.

Tabla 41. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de especias.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
<b>88</b>	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	14.40	2

Tabla 42. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de especias.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa		Total U.E.
	0	88	
	0	88	



<b>431150</b>	291	21	<b>312</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>291</b>	<b>21</b>	<b>312</b>

Procesar materia prima de pimienta converge con varias cadenas de valor como son la producción frutal (debido a los procesos de congelación y secado), alimentos básicos (en la producción de salmueras y conservación por salado), producción floral (extracción de aceites esenciales) y alimentos básicos debido a su consumo como condimento, así como elemento base de la conservación de alimentos debido a su acción bactericida.

## 01-E-016. Escenario de la cadena de valor de la producción de edulcorantes

A nivel mundial, el azúcar de caña sigue siendo el edulcorante más utilizado, su producción a partir de la caña de azúcar representa sectores amplios de la producción agrícola en países como India y México, en los estados de Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco es el segundo lugar en valor económico de su producción; a pesar de esto, la región Istmo no cuenta con muchos municipios que la produzcan y los pocos que lo hacen, han mostrado una tendencia negativa del 2003 a la fecha (*mapa 01-A-008*), pudiendo ser un producto de subsistencia más que de comercialización, sobre todo en los estados de Oaxaca y Chiapas.

La forma más simple de aprovechamiento de la caña de azúcar es la producción de piloncillo, proceso que puede ser realizado en condiciones tecnológicas mínimas que permitan la extracción del jugo, hervido, concentrado y solidificación; en el caso de contar con la presencia de ingenios, esta es aprovechada para la producción de azúcar en sus diferentes modalidades (morena, estándar y refinada), o para el post procesamiento en azúcar glas, jarabes, mieles o almibares utilizados en la industria agroalimentaria (Tabla 43).

Tabla 43. Unidades económicas consideradas para el escenario de producción de edulcorantes.

Código SCIAN	Tipo	Cantidad
<b>311311</b>	Elaboración de azúcar de caña (ingenios)	68
<b>311319</b>	Elaboración de otros azúcares	36
<b>311412</b>	Congelación de guisos y preparados	1
<b>311422</b>	Conservación de frutas y verduras, otros métodos	64
<b>311999</b>	Elaboración de azúcar compacta y glas	59
<b>325190</b>	Fabricación de edulcorantes sintéticos	14
<b>431110</b>	Comercio al por mayor de abarrotes (incluyendo azúcares)	816
<b>431180</b>	Comercio al por mayor de materia prima para repostería	99
<b>431199</b>	Comercio al por mayor especializado en azúcares	114

Especialmente hablando, la concentración tanto de la producción de caña como de los ingenios se concentra en los municipios de Veracruz, cercanos a las estaciones Omealca y Tres valles, en el lado poniente del corredor que va desde Coatzacoalcos hasta Córdoba, donde también se concentra la venta de estos productos a través de comercio especializado en azúcares, tiendas especializadas en repostería; solo observándose 3 unidades económicas especializadas en azúcares dentro del corredor Istmo, en las ciudades de Juchitan e Ixtepec, y en la cabecera municipal de San Miguel de Quetzaltepec.

Tabla 44. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas positivas en la cadena de valor de la producción de edulcorantes.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
08	Jáltipan	Estación	Propuesta	489,263.55	5
30	Unión Hidalgo	Estación	Propuesta	54,969.00	3
43	Tres Valles	Patio de maniobras	Operativa	6,523,630.94	20
48	Humianguillo	Estación Existente	Operativa	1,238,825.31	4
53	Tlaxiucocoyan	Estación en desuso	Rehabilitable	1,020,226.42	3
59	Manilo Fabio Altamirano	Estación Abandonada	Rehabilitable	4,097,104.42	26
68	Omealca	Estación en reuso (DIF municipal)	Rehabilitable	7,388,599.33	28
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	57,842.60	5
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	3,211.53	12

Tabla 45. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva positiva para la cadena de valor de la producción de edulcorantes.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia positiva										Total U.E.
	S/E	08	30	43	48	53	59	68	82	88	
311311	9	2	1	22	2	2	8	22			68
311319	16						19	1			36
311412					1						1
311422	19	3	17	7	1	1	6	2		8	64
311999	24	1		4	9		6	6	3	6	59
325190		5		1			3	4		1	14
431110	372	58	22	18	106	3	113	54	2	68	816
431180	35	8	2	1	13		28	7		5	99
431199	62	4	3		17		13	5	2	8	114
<b>Total U.E.</b>	<b>537</b>	<b>81</b>	<b>45</b>	<b>53</b>	<b>149</b>	<b>6</b>	<b>196</b>	<b>101</b>	<b>7</b>	<b>96</b>	<b>1,271</b>

Tabla 46. Estaciones viables para la articulación de las tendencias productivas negativas en la cadena de valor de la producción de edulcorantes.

#	Municipio	Tipo	Condición	Toneladas	Localidades
39	José Azueta	Estación en reuso (Gubernamental)	Rehabilitable	38,491.07	6
53	Tlaxiucocoyan	Estación en desuso	Rehabilitable	79,305.06	6
82	Teotitlán de Flores Magón	Estación Abandonada	Rehabilitable	1,769.74	1
83	Valerio Trujano	Estación Abandonada	Rehabilitable	119.23	2
88	Oaxaca de Juárez	Capital Estatal	Propuesta	22.11	1

Tabla 47. Relación de unidades económicas abastecidas por estación con tendencia productiva negativa para la cadena de valor de la producción de edulcorantes.

Código SCIAN	Estaciones con tendencia negativa						Total U.E.
	S/E	39	53	82	83	88	
<b>311311</b>	21	19	28				<b>68</b>
<b>311319</b>	34		2				<b>36</b>
<b>311412</b>	1						<b>1</b>
<b>311422</b>	40	8	8			8	<b>64</b>
<b>311999</b>	37	1	12	2	1	6	<b>59</b>
<b>325190</b>	7	1	5			1	<b>14</b>
<b>431110</b>	621	19	103	2	3	68	<b>816</b>
<b>431180</b>	67	2	23		2	5	<b>99</b>
<b>431199</b>	95		9	2		8	<b>114</b>
<b>Total U.E.</b>	<b>923</b>	<b>50</b>	<b>190</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>96</b>	<b>1,271</b>

## Articulación logística de la producción del Istmo.

*Estaciones seleccionadas para optima concentración de la producción.*

Tabla 48. Estaciones y escenarios.

Los análisis de redes seleccionaron 31 estaciones para la concentración de las producciones acorde a su tendencia histórica del 2003 al 2017; algunas de ellas tuvieron una alta frecuencia de aparición en los estudios, como es el caso de la ciudad de Oaxaca de Juárez, que debido a su carácter de capital estatal y a la población, servicios y unidades económicas que concentra, resulta un punto evidente de acumulación de la producción aun cuando las vías de ferrocarril que solían comunicar a la ciudad ya no existen.

Dentro del corredor del Istmo de Tehuantepec, las estaciones varían en el número de escenarios productivos, así como en sus tendencias de valor de la producción; una forma de asegurar el crecimiento económico es la implementación de estrategias de concentración de la producción con tendencia positiva, y a partir de estas ubicaciones diversificar la infraestructura con el fin de revertir las tendencias de pérdida de valor económico de la producción, ya sea aprovechando las instalaciones de almacenaje y procesamiento, o articulando las cadenas de menor valor a la que lidera espacialmente el cluster en materia de distribución y articulación a nuevos mercados. Es desde esta perspectiva de catalizar la producción donde parte la propuesta de áreas de influencia regionalizada, en donde se observan la dispersión de unidades concentradoras de producción, articuladas con los mecanismos de transporte ferroviario en conjunto con sus áreas de influencia en términos de distancia (mapa 01-F-001) y tiempo (mapa 01-F-002) que permitirían el cambio de la tendencia productiva existente, ya sea mediante una reducción en el nivel de dependencia de introducción de elementos externos al entorno local, la potencialización de las cadenas de suministro de productos y alimentos locales desde el propio entorno rural o mediante el desarrollo de procesos de gobernanza en las cadenas de valor (Rivera-Ramírez, y otros, 2019).

Potencializar la concentración de la producción y facilitar su procesamiento, permite el acceso a nuevos mercados y la conexión de las cadenas de valor desde la producción primaria hasta los consumidores finales; a través del anclaje a los sistemas de transporte (incluyendo carretera y ferrocarril) se puede asegurar el potencial de suministro de materias primas necesario para la consolidación de cargas en el mercado interno para los grupos productivos con necesidades tecnológicas comunes.

Concentrar la producción acorde a los grupos de cadenas productivas compatibles brinda beneficios en diferentes aspectos. Una de las ventajas que ofrece se encuentra en el potencial de

Estaciones	Escenarios
07	7
08	3
10	2
13	1
17	5
23	3
24	6
25	3
29	1
30	4
31	1
39	9
42	8
43	3
45	1
47	7
48	7
53	5
57	1
58	2
59	7
61	1
62	5
68	4
70	1
71	1
82	10
83	10
87	7
88	16
89	6
91	2

acceso a mercados objetivos mediante la elaboración de productos derivados de las materias primas con procesos relativamente comunes, el procesamiento para procesos de conservación y embarque, así como la reducción de limitantes condicionadas principalmente por la infraestructura tanto procesadora como logística; ejemplos claros de esto son la homologación de procesos para los productos hortícolas y frutales, que dependen del ingreso y mantenimiento de la cadena de frío a lo largo de los diferentes procesos de producción y transporte; o en el caso del manejo de semillas y granos con el del café y el cacao, que dependen de la conservación de porcentajes de humedad bajos para la preservación de su calidad. El pluralizar el número de productos a los que cada infraestructura es capaz de abastecer de servicios y acceso a los procesos específicos, se facilita el acceso tanto al mercado nacional, asentado principalmente en las urbes (Castrellón-Torres, García-Alcaraz, & Adarme-Jaimes, 2014), como el internacional, a través del fácil acceso a los puertos y a los corredores de transporte centrados en la exportación hacia Estados Unidos.

A partir de la concentración económica alrededor de la infraestructura, así como la colocación de infraestructura especializada en asentamiento humanos capaces de potencializar la producción en sus áreas de influencia, las urbes de mayor tamaño presentan espacios de oportunidad mucho más diversificados que aquellos asentamientos monoprodutivos o monofuncionalistas, como son el aumento del porcentaje de aportación al Producto Interno Bruto y la diversificación del mercado. Sin embargo, también se han observado consecuencias negativas del proceso como la formación de periferias urbanas y peri-ruralidad con porcentajes mayores de población por debajo de la línea de pobreza con respecto al resto de las regiones en las que se encuentran ubicadas (Bárcena, Prado, Abramo, & Pérez, 2016), proceso derivado de la centralidad urbana, económica y la captura del valor generado en las cadenas productivas.

En términos de pesos espaciales, la selección de estaciones presentes en la mayoría de los escenarios o que ya concentran un alto valor de producción derivaría en la sobre-centralización de la producción agrícola de la región en unos pocos espacios, provocando que los pesos espaciales de dichas ubicaciones eviten el desarrollo regional distribuido, este fenómeno implicaría catalizar el riesgo en la concentración de motores de desarrollo en pocas ubicaciones y la subsecuente marginación de espacios periféricos en vez de la pluralización productiva que se puede lograr optando por la diversificación de los productos y su convergencia de transporte, almacenaje y procesamiento con otros activos como son el capital humano, los recursos naturales o la infraestructura ya existente (CEPAL, 2018) pero que se encuentra deteriorada o subutilizada.

*Tabla 49. Estaciones concentradoras propuestas y su vocación productiva acorde a la regionalización productiva identificada en los escenarios positivos y negativos de tendencia de valor.*

No. Estación	Nombre	Escenarios (tendencia)	Producción
<b>07</b>	Chinameca	01-E-007 (+)	Café
		01-E-008 (+)	Mango
		01-E-009 (+)	Producción frutal
		01-E-009 (-)	Producción frutal
		01-E-010 (+)	Alimentos Básicos
		01-E-011 (+)	Granos y semillas
		01-E-012 (+)	Convergencia productiva café/cacao
<b>17</b>	Matías Romero Avendaño	01-E-007 (+)	Café
		01-E-009 (+)	Producción frutal
		01-E-011 (+)	Granos y semillas

		01-E-012 (+)	Convergencia productiva café/cacao
		01-E-013 (+)	Forrajes verdes y secos varios
<b>23</b>	Ciudad Ixtepec	01-E-007 (+)	Café
		01-E-012 (+)	Convergencia productiva café/cacao
		01-E-013 (-)	Forrajes verdes y secos varios
<b>30</b>	Unión Hidalgo	01-E-008 (+)	Forrajes
		01-E-011 (+)	Granos y semillas
		01-E-013 (+)	Forrajes verdes y secos varios
		01-E-016 (+)	Edulcorantes
<b>43</b>	Tres Valles	01-E-008 (+)	Mango
		01-E-010 (-)	Alimentos Básicos
		01-E-016 (+)	Edulcorantes
<b>62</b>	Córdoba	01-E-007 (+)	Café
		01-E-009 (-)	Producción frutal
		01-E-010 (+)	Alimentos Básicos
		01-E-011 (+)	Granos y semillas
		01-E-012 (+)	Convergencia productiva café/cacao

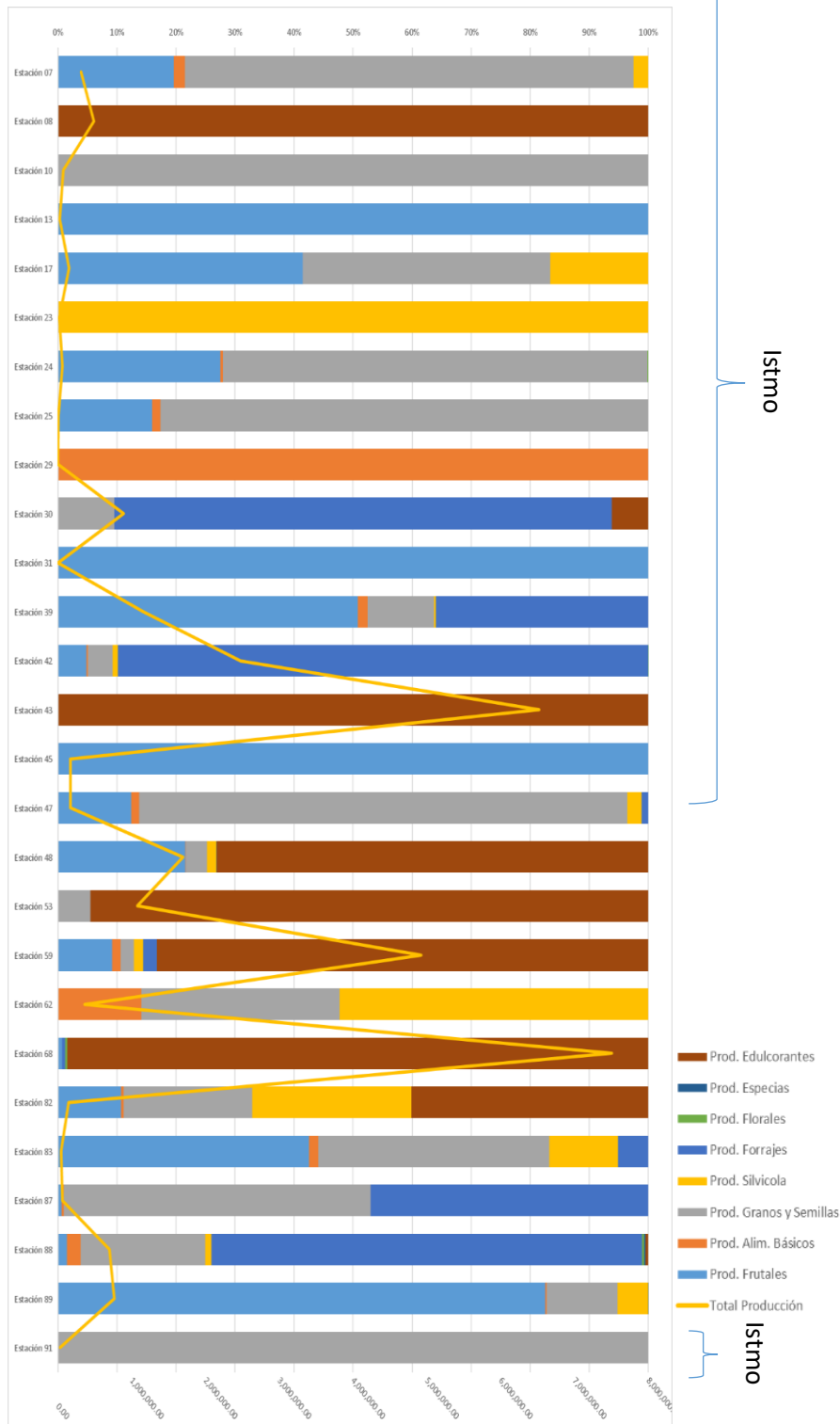
Al despolarizar la acumulación de producciones en estaciones subregionales, la tendencia espacial cambia drásticamente, mostrando un escenario mucho más heterogéneo de lo que en apariencia existe, mostrando potencial y diversidad productiva en secciones más locales en donde el ferrocarril puede ser el elemento de convergencia capaz de cambiar el contexto local de movilización de mercancías y materias primas (Gráfica 1 y Tabla 50).

Tabla 50. Acumulados de tendencias productivas por escenario y estaciones.

Estación	01-E-009 (+)	01-E-010 (+)	01-E-011 (+)	01-E-012 (+)	01-E-008 (+)	01-E-014 (+)	01-E-015 (+)	01-E-016 (+)	Producción Total (MX\$)
<b>07</b>	61,686.56	5,867.69	238,354.66	7,843.34	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 313,752.25
<b>08</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.96	489,263.55	\$ 489,269.51
<b>10</b>	0.00	89.05	74,472.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 74,561.40
<b>13</b>	28,394.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 28,394.29
<b>17</b>	64,495.84	0.00	65,189.37	25,813.51	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 155,498.72
<b>23</b>	0.00	0.00	0.00	20,793.22	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 20,793.22
<b>24</b>	17,173.88	280.66	44,841.14	0.00	0.00	109.54	0.00	0.00	\$ 62,405.22
<b>25</b>	1,477.24	134.27	7,654.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 9,266.30
<b>29</b>	0.00	287.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 287.23
<b>30</b>	0.00	0.00	85,503.92	0.00	750,600.95	0.00	0.00	54,969.00	\$ 891,073.87
<b>31</b>	4,979.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 4,979.19
<b>39</b>	588,627.24	19,407.18	130,095.88	3,656.17	416,795.91	0.00	0.00	0.00	\$ 1,158,582.37
<b>42</b>	118,943.16	6,504.02	103,514.75	22,287.97	2,224,294.43	39.58	0.00	0.00	\$ 2,475,583.89
<b>43</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6,523,630.94	\$ 6,523,630.94
<b>45</b>	172,655.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 172,655.29
<b>47</b>	21,234.68	2,280.33	140,943.41	4,042.39	1,954.60	0.00	0.00	0.00	\$ 170,455.40
<b>48</b>	366,491.12	458.34	61,666.37	27,070.23	0.00	0.00	1,111.27	1,238,825.31	\$ 1,695,622.63
<b>53</b>	0.00	0.00	59,679.27	0.00	0.00	0.00	0.00	1,020,226.42	\$ 1,079,905.69
<b>59</b>	453,235.25	70,221.18	109,233.03	79,156.24	112,088.77	0.00	0.00	4,097,104.42	\$ 4,921,038.90
<b>62</b>	0.00	51,119.04	121,223.06	188,975.26	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 361,317.37
<b>68</b>	55,783.69	0.00	0.00	0.00	36,464.61	25,816.33	0.00	7,388,599.33	\$ 7,506,663.96
<b>82</b>	15,471.59	576.83	31,423.66	38,900.57	0.00	0.00	0.00	57,842.60	\$ 144,215.25
<b>83</b>	18,271.94	682.22	16,773.59	5,019.00	2,193.69	0.00	0.00	0.00	\$ 42,940.44

<b>87</b>	381.05	223.98	31,691.70	0.00	28,682.23	0.00	0.00	0.00	\$ 60,978.97
<b>88</b>	10,753.24	16,123.56	147,613.60	7,626.32	510,525.14	2,522.35	1,561.88	3,211.53	\$ 699,937.61
<b>89</b>	629,836.28	1,685.86	91,913.80	39,345.59	0.00	0.00	49.28	0.00	\$ 762,830.82
<b>91</b>	0.00	0.00	29,563.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	\$ 29,563.52
	<b>2,629,891.53</b>	<b>175,941.45</b>	<b>1,591,351.86</b>	<b>470,529.81</b>	<b>4,083,600.33</b>	<b>28,487.80</b>	<b>2,728.39</b>	<b>20,873,673.10</b>	<b>\$ 29,856,204.27</b>

Gráfica 1. Relación vocacional tentativa de las estaciones a partir del porcentaje de producción acumulada por tipo de grupo productivo y su relación con el volumen de producción expresado en toneladas.





*Principales problemas a resolver mediante la articulación de las cadenas de valor y suministro.*

Gran parte del problema productivo del istmo de Tehuantepec, oscila entre dos realidades claramente contrastantes: la desconcentración productiva, poblacional y económica generada por los polos regionales que ejercen presión económica sobre el territorio a través de la consolidación de mercados de exportación que dependen directamente de los procesos de adición de valor anclados en las zonas económicas especiales sin articularse con los entornos locales donde se lleva a cabo la producción; y el conjunto de riesgos asociados a elementos técnicos e infraestructura derivados del manejo enfocado a la inserción de los productos a los mercados tanto nacionales como internacionales que dependen en gran medida de la estandarización y manufactura ubicada en las zonas económicas especiales.

Introducir productos con valor añadido a los mercados internacionales implica riesgos, muchos de estos son asociados al cambio modal, los elementos administrativos del cruce de fronteras, la heterogeneidad de los volúmenes desplazados, y la incompatibilidad en materia legislativa y regulatoria entre los territorios articulados por las cadenas de valor y suministro (Brenner, 2015). Dichos elementos se vuelven aún más críticos cuando se trata de productos refrigerados, ya que la revisión constante de productos, procesos de aduanas y tiempos de espera y transbordo, derivan en el riesgo de ruptura de la cadena de frío, así como la pérdida de humedad relativa en los contenedores con la respectiva reducción de la capacidad de conservación de la calidad de los productos; elementos clave para las cadenas de alimentos básicos, hortícolas, frutales, y florísticos.

Las estrategias de minimización de pérdida para cadenas de suministro hortícola mencionadas por Ahman & Siddiqui (2015) convergen en la necesidad de implementar soluciones tecnológicas cercanas a las áreas de producción así como en los mecanismos de retroalimentación planteados por Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín (2017), siendo que ambas reconocen la necesidad de conectar (al menos en términos de información) al consumidor final y al productor para estabilizar la cadena de suministro de manera conjunta con la ampliación de la cobertura de la cadena de frío, que maximiza el tiempo de conservación y flexibiliza los tiempos de entrega y manejo, llegando incluso a la formulación de mecanismos predictivos de para el suministro de frutales dependientes de la cadena de frío a través de cadenas “ready to eat”.

*Esquema 11. Principales elementos disruptivos de las cadenas de suministro según los tipos de flujos involucrados y sus escalas organizacionales según Brenner (2015).*

Flujos	Internos	Interrelacionales	Externos
<b>Flujos Económicos</b>	Muy variables y complejos de identificar, dependen de cada productor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos de certificaciones</li> <li>- Exclusiones socioeconómicas.</li> <li>- Amortiguamiento de externalidades.</li> <li>- Altos costos derivados de la carencia de estrategias y plataformas de coordinación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vulnerabilidad por cambios legislativos y regulatorio.</li> <li>- Vulnerabilidad ambiental.</li> <li>- Cambio de la tendencia productiva por elementos de seguridad alimentaria.</li> <li>- Certezas y tiempos de pago.</li> </ul>
<b>Flujos de Información</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo ineficiente del equipamiento.</li> <li>- Carencia de protocolos de operación y estándares de calidad.</li> <li>- Falta de estándares de calidad consolidados en el sector productivo.</li> <li>- Carencia de mecanismos de documentación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Carencia de un sistema de comunicación entre empresas.</li> <li>- Resistencia a la estandarización inter-empresarial.</li> <li>- Falta de información sobre nueva tecnología y metodologías.</li> <li>- Disparidad entre necesidades de consumidores y productores.</li> <li>- Limitaciones en la trazabilidad de la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legislación compleja, heterogénea o incompatible.</li> <li>- Redundancia regulatoria, exceso de papeleos y formatos.</li> <li>- Presión entre los elementos de la cadena para cumplir requerimientos “down-stream”.</li> </ul>

<b>Flujos de Producción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Errores de aplicación en protocolos específicos por tipo de producto.</li> <li>- Falta de conocimiento en el manejo específico para cada tipo de producto agrícola manejado.</li> <li>- Carencia de infraestructura para cadena de frío.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heterogeneidad en formatos de los productos, empaques y formas de manejo.</li> <li>- Falta de capacitación y conocimiento en el manejo de cadenas de frío específicas para los productos.</li> <li>- Inconsistencias en las temperaturas de conservación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de control en el manejo de entrega final de los productos.</li> <li>- Vulnerabilidad ambiental y asociada a cambio climático.</li> <li>- Disponibilidad estacional de los productos.</li> <li>- Formación de cuellos de botella estacionales.</li> </ul>
-----------------------------	--	---	---

Otros elementos clave que influye a escalas locales y subregionales al analizar los mecanismos de aseguramiento de la calidad en las cadenas de valor de verduras son los evidenciados por Brenner (2015), en los que destacan la organización entre productores, la presencia de mecanismos claros de comunicación y transferencia de información, procesos de dependencia e interdependencia productiva, compromisos de compra y de cooperación entre todas las partes de la cadena de suministro. El conjunto de elementos estabilizadores ha ayudado tanto a reducir la pérdida de la producción como para asegurar el flujo de los mismos a través de las cadenas de suministro y la minimización de pérdidas de producción asociadas a la inestabilidad del mercado.

Por su parte, experiencias como la cadena de valor del café (Goodman, 2008) y la formalización de la cadena del cacao (Arvelo Sánchez, González León, Maroto Arce, Delgado López, & Montoya rodriguez, 2017) han demostrado que la certificación y estandarización de técnicas productivas brinda oportunidades de expansión del mercado y desplazamiento de los procesos de adición de valor al extremo productivo de la cadena, brindando un punto de transformación que puede beneficiar a la población productora si se establecen los mecanismos adecuados de manejo, procesamiento, transporte y mercantilización (Renard & Pérez-Grovas, 2007).

Tanto los datos como los elementos analizados, hacen evidente la existencia de una fuerte disparidad entre los insumos necesarios para la producción y los precios del producto agrícola a nivel de comercialización que sigue afectando principalmente a los pequeños productores y a la agricultura de subsistencia. Esta disparidad se acentúa a través de políticas públicas heterogéneas y desarticuladoras de la población como consecuencia de la ineficiencia de su implementación o de la ineficacia de sus estrategias, redundando en bajos ingresos y la eventual pauperización de la economía rural (Ortega Hernández, León Andrade, & Ramírez Valverde, 2010); impidiendo eventualmente que el sector micro-productor pueda nivelarse económicamente en miras a la superación de la línea de pobreza o de sobrepasar el nivel productivo de subsistencia.

Lo anterior, en conjunto con el crecimiento acelerado que ha tenido el sector agroindustrial en México, ahondan aún más la disparidad entre quien produce las materias primas y quienes implementan los procesos que agregan valor a dichos productos, y cuya vocación es principalmente la exportación, Es por ello que las zonas económicas especiales han cobrado auge en la realidad económica mexicana, descuidando los procesos de subsistencia, bienestar rural y urbano, a la población productora, y las necesidades sociales y ambientales asociadas a estos procesos como efecto derivado de la desarticulación económica del sector local, que no consume lo que se está produciendo y que por ende, brinda la libertad a la empresa para no asegurar fortaleza económica para potencializar el consumo en la población productora.

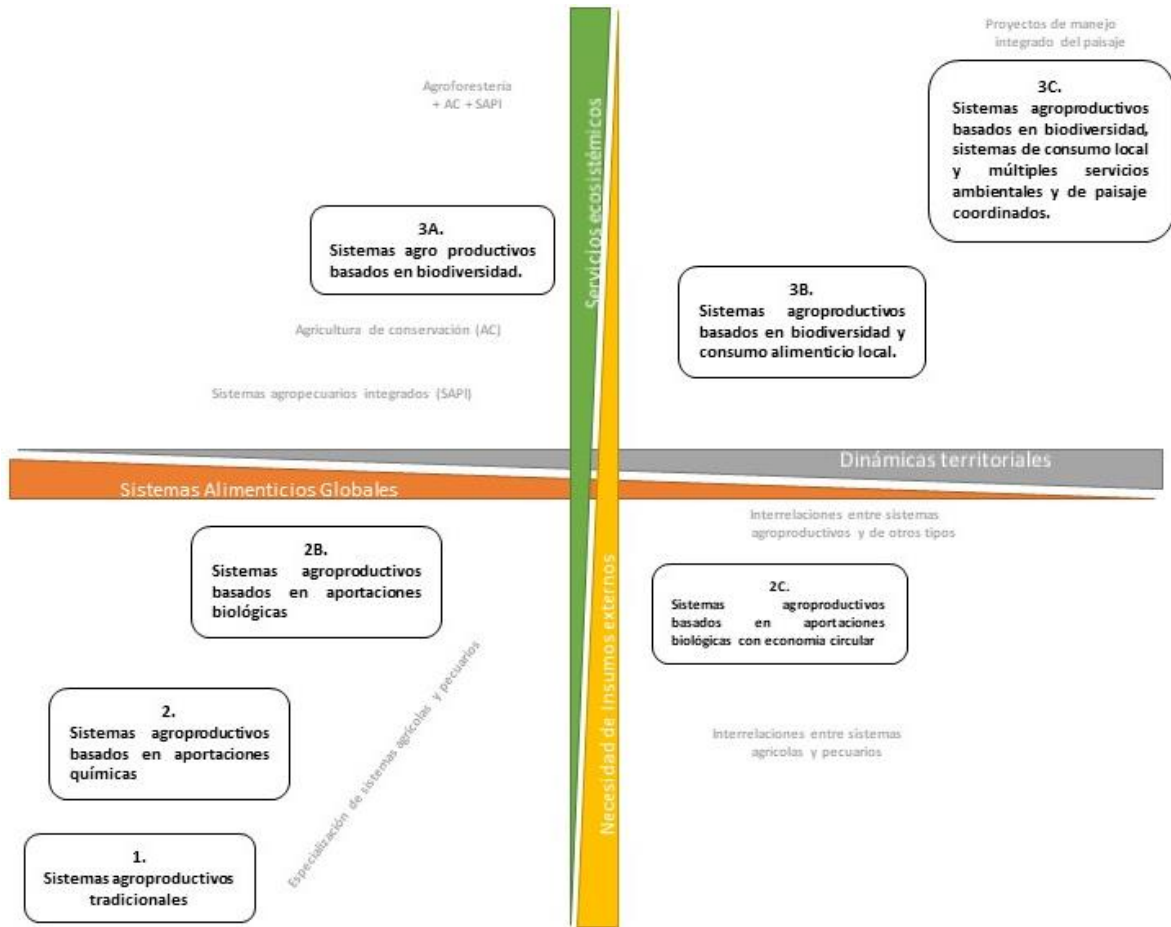
Propuestas como las mencionadas por Van der Vorst, Ossevoort, & De Keizer (2016) no significan inherentemente una monopolización de los servicios de transporte, exportación e importación, estos se enfocan en la minimización de los elementos disruptores de la cadena a partir de la gestión de los flujos externos e interrelacionales (Esquema 11) que faciliten la

articulación de la cadena sin importar el número de productores y consumidores en cada extremo pero que a su vez deben reconocer que la gestión de los modelos basados en *hubs* no deben derivar en la concentración económica puntual sino en el carácter retrospectivo del beneficio económico que debe beneficiar en primer lugar al productor y en segundo lugar a su bienestar local.

Una estrategia para la mejora general tanto de los sistemas productivos rurales como del bienestar de la población asociada a ellos es la transformación de los sistemas agropecuarios de producción hacia la integración de dinámicas territoriales a través de la interconexión de los diferentes sistemas productivos y la implementación de servicios ecosistémicos basados en mecanismos tanto de economía y producción circular como en el desarrollo de las economías locales (Esquema 12) en equilibrio con la inserción de la producción en los mercados globales.

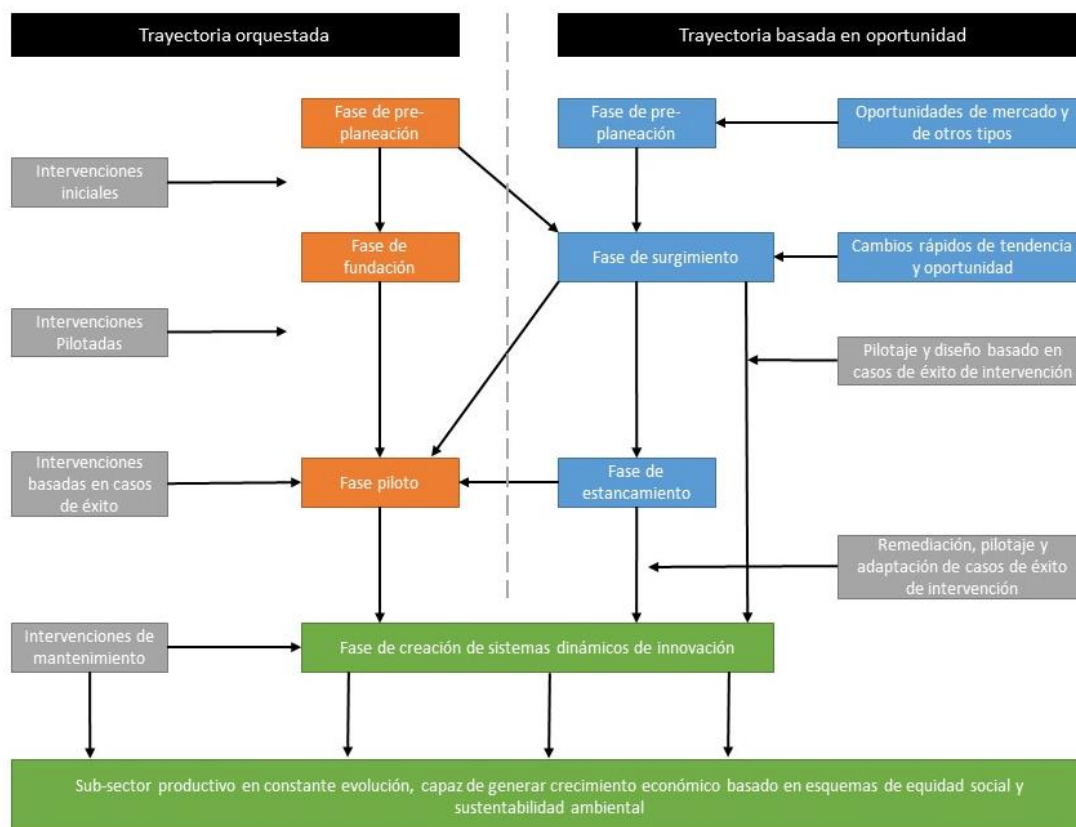
Para que su implementación pueda beneficiar realmente al sector rural, es necesario que su diseño parta de la ética local, y que considere dentro de sus elementos la conservación de la ruralidad como fundamento de identidad, cultura y vocación productiva sin que esto sea entendido como adverso al desarrollo y la innovación de los sistemas productivos agropecuarios (Osei-Wusu Adjei, Akwasi Kosoe, & Forkuor, 2016). La conservación de la ruralidad brinda oportunidades únicas en comparación con los entornos industrializados, centrados en la producción masiva y en la adopción de ciencia y tecnología pensada solo en la optimización y aceleración productiva sin articularse con los elementos clave del bienestar humano; en contraste, la ruralidad, centrada en tradiciones, usos y costumbres de lenta actualización, facilita la conceptualización de elementos transformadores centrados en la población involucrada.

Esquema 12. Tipología de los sistemas agroproductivos y su relación con elementos ecológicos, externalidades, inserción en el mercado global y en el territorio local (Therond, Debril, Duru, & Magrini, 2019). Traducción propia.



Transitar desde los sistemas agroproductivos tradicionales hacia los que involucran servicios integrados ocurre de diversas formas, sin embargo, en muchos de los casos dependerá de la proyección del cambio estructural a partir del involucramiento directo de la población en conjunto con la identificación de áreas de oportunidad que catalicen el proceso o de elementos orquestadores que permitan el cambio (Esquema 13), incorporen la innovación y deriven en apropiaciones culturales y sociales con beneficios integrales tanto para el ambiente y el sector económico como para la población.

Esquema 13. Contraste de las trayectorias de innovación en los sistemas agroproductivos (Hall & Dorai, 2013). Traducción propia.



#### IV. Métodos y modelos para la articulación de cadenas de suministro

En esta sección se presenta un análisis de la literatura enfocado en la identificación de estrategias de las industrias, con el propósito de rescatar el conjunto de experiencias reportadas del año 2010 a 2018. La revisión está estructurada de la siguiente manera: en primera instancia se presenta la introducción, en el segundo apartado se menciona el desarrollo del trabajo indicando el método utilizado; la sección tres contiene las conclusiones y discusión en que resaltamos la orientación que debe seguir el encadenamiento de las cadenas de suministro, sean no alimentarias o alimentarias.

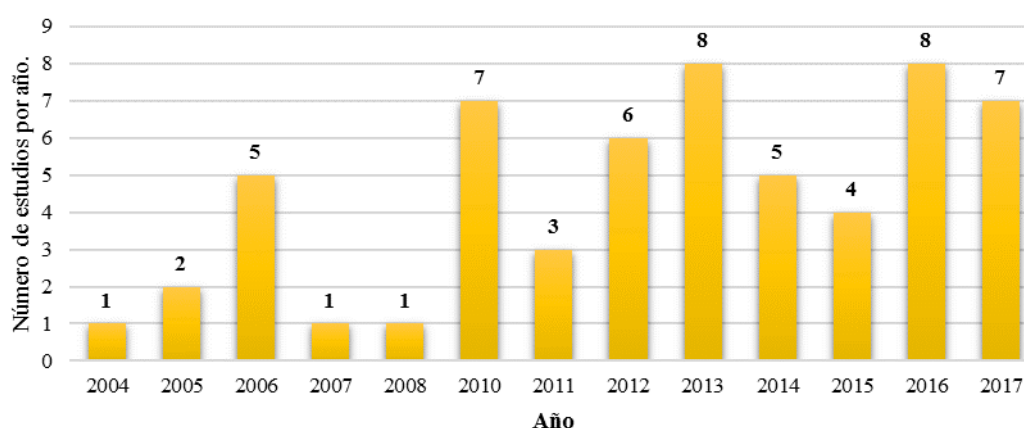
##### Método

Se realiza una búsqueda con énfasis en estrategias y modelos de encadenamiento, utilizando cadenas de búsqueda como: “Estrategias encadenamiento en CS”, “Modelo sincronización CS”, “Métodos cuantitativos integración en la CS”, “Modelos mejorar CS cliente-proveedor-inventario”. La revisión de la literatura se realiza en las bases de datos de Scholar Google, Redalyc, Scielo, Dialnet y WorldWideScience, ScienceDirect, y la selección de artículos se orienta hacia revistas científicas que han tratado temas relacionados con este estudio. Se recopilaron 150 artículos, de los cuales se consideraron 58 que aportan enfoques y/o aplicaciones alineadas al objetivo de esta investigación. Así mismo, se seleccionó el contenido de cada trabajo identificando los aspectos clave con una naturaleza similar o relacionada en líneas de investigación representativas de la integración de la CS en los sectores de servicios,

industria agroalimentaria y manufactura. La clasificación de los artículos se realizó de manera discriminada por Nombre del artículo, Autor, Año, Estrategia/modelo, Base de datos, Palabras clave para la búsqueda, Palabras clave del artículo, Eslabón de la CS, Variables de estudio, Área de aplicación.

## Resultados

La Gráfica 2 muestra la frecuencia de artículos que reportan la aplicación de estrategias y/o modelos para evaluar la integración de la CS en las industrias desde los 2004-2017. Puede observarse que la tendencia de estos estudios se incrementa a partir del año 2010 y se mantiene en un número entre 5 y 8 estudios anuales. A pesar de todo, el número de estudios con este propósito es reducido comparado con el número de estudios generales relacionados con la CS, los cuales se enfocan a mejorar las operaciones dentro de la empresa.



Gráfica 2. Frecuencia por año de aplicación de estrategias/modelos de encadenamiento

Estos estudios se clasificaron de acuerdo a su similitud en cuanto a la gestión y desarrollo de la CS en diferentes sectores de la industria (Adarme *et al.*, 2012). De esta forma destacan cuatro ejes centrales de estudio en la CSM: modelos para mejorar la cadena de suministro en relación a cliente-proveedor-inventario, métodos cuantitativos en la integración de la cadena de suministro, estrategia de encadenamiento, y modelo de sincronización de la cadena de suministro.

*Modelos para mejorar la cadena de suministro en relación al cliente-proveedor-inventario.*

En toda organización, la planificación de recursos es una fuente de información necesaria para la toma de decisiones donde se considera el aprovisionamiento, desde las compras de materiales, componentes y materias primas. Esto se traduce en y para decisiones estratégicas, del tipo “hacer o comprar”. Aun así, en las PyMEs es común encontrarse con procesos carentes de una ingeniería de control, monitoreo de flujos y proyectos planificados basado en la experiencia del responsable de la unidad económica o de manera empírica. De aquí que, siempre es relevante asumir modelos de gestión que incrementen la productividad (Gómez y Correa, 2010). En este contexto empresarial, es normal que las organizaciones realicen escaso o nulo control de la gestión global de sus proyectos, y que cada nivel de la cadena controle al

nivel anterior, se encuentre planeado o no, lo que se traduce en problemas de sincronización en la CS.

En general, para minimizar los problemas de integración entre empresas con bajo control y gestión de sus operaciones, se opta por mirar el rendimiento económico de las empresas relacionado con la productividad (Hernández Castorena *et al.*, 2017). En diferentes formas, la CSM ha tratado de ser descrita, administrada, controlada y gestionada. Sin embargo, al ser tan amplia y variada, ya sea por el tipo o naturaleza industrial de la empresa, la aparición de modelos en lugar de acotar y ayudar a entenderla, han supuesto retos cada vez mayores. En este caso, se abordan los modelos de la CSM desde la relación con los proveedores. Por ejemplo, el *modelo CSOR O GSMC*, propone medidas de rendimiento como la fiabilidad, respuestas, costos, gestión de activos. Expone la reconfiguración de la CS definiendo las principales líneas estratégicas relacionadas con la colaboración e integración, con la cual se determinarán las condiciones y acciones del estado ideal futuro. Así mismo, el *modelo de gestión de stocks*, plantea crear una ventaja competitiva desde el mismo momento del abastecimiento de los insumos. Buscando un equilibrio entre el riesgo de quedarse sin inventarios –que produciría ruptura de stocks– y el de almacenar un volumen excesivo de existencias –que supondría un costo elevado al mantener inventarios–. Por otro lado, basado en el proceso desarrollado por el “Global Supply Chain Forum” (Romero Rodríguez *et al.*, 2017), el *modelo GCSF* plantea la búsqueda de incremento de ingresos mediante relaciones más cercanas con los clientes y proveedores, y propone la reducción de costos e incremento de la utilidad. En contraposición, el *modelo académico*, propone la gestión de la relación con los proveedores, a partir de identificar los miembros primarios –empresas que añaden valor para el producto–, miembros de soporte –empresas que contribuyen con conocimiento, instalaciones o recursos–. La Supplier Relationship Management (SRM), en este sentido, resalta que la administración de relaciones de provisiones se da mediante una estructura vertical, por lo que considera relevante tener en cuenta el número de proveedores identificados, lo cual es necesario para la medición del rendimiento empresarial (Sánchez Olivo *et al.*, 2013). En todos y cada uno de los modelos, la idea que prevalece es tratar de garantizar que los clientes siempre obtengan un satisfactor, y que las empresas mejoren su competitividad por medio de relaciones beneficiosas entre los actores principales, sin embargo, no se esboza una estrategia clara del cómo realizarla.

#### *Métodos cuantitativos en la integración de la cadena de suministro.*

Los métodos cuantitativos han sido de interés de la comunidad científica como método para coordinar las operaciones de la CS, especialmente las relacionadas con el transporte de mercancías y selección de proveedores para el abastecimiento de los materiales. Con estos métodos se logran integrar los recursos e información entre los agentes económicos para gestionar las operaciones de las empresas, así también en materia de externalización, globalización y la rápida innovación de tecnologías. Estos métodos resultan funcionales por la complejidad de las variables que intervienen entre las operaciones de transferencia, aunado al aumento de la participación de numerosos proveedores, proveedores de servicios y consumidores finales en una red de relaciones, donde los riesgos son altos, haciendo la CS sensible y vulnerable a cambios en su entorno. Dentro de estos métodos cuantitativos se encuentran la simulación y métodos analíticos, y en general, los asociados con la necesidad de identificar los mecanismos de coordinación que consideren el tratamiento de la incertidumbre en la CS. Estos últimos son métodos aun escasos.

A través de la simulación se favorece la capacidad de analizar y representar sistemas bajo condiciones de incertidumbre. Mientras que, por su orientación de la obtención de soluciones óptimas, los métodos analíticos como la investigación operativa, facilitan el diseño de modelos

cuantitativos con la inclusión de diferentes variables. Sin embargo, aun y con la aportación de literatura para la coordinación de la cadena de suministro (CSC), ésta se encuentra en sus primeros pasos, por la gran diversidad de los actores en la red (Mendoza *et al.*, 2014).

Por otra parte, se han identificado otras técnicas cuantitativas basadas en estadística como el diseño experimental, que contribuye al aumento de las capacidades para analizar y evaluar alternativas (Arango Serna *et al.*, 2010). La aplicación de los métodos cuantitativos puede depender de las necesidades de la empresa y de la CSC, a partir de la capacidad de inversión, recursos disponibles, niveles de complejidad e información de la gestión de almacenes y competencias de equipo de diseño. Asimismo, para considerar ambientes bajo incertidumbre, o medios de transporte (Ramos *et al.*, 2015; Arshinker *et al.*, 2010; Días Adrañero *et al.*, 2010).

Si bien existen aportaciones en este campo de la investigación operativa, lamentablemente en una realidad, no todas las empresas, sobre todo la PyME y MIPyME, están dispuestas a invertir en sistemas o recurso humano con esta especialidad para la planificación de sus operaciones y apoyo en la toma de decisiones. Esta restricción, resalta la importancia de sistemas visuales para orientar la decisión de las actividades de los agentes económicos.

#### *Estrategias de encadenamiento.*

Dentro de la situación actual de los mercados, la organización empresarial de *clúster* y encadenamientos productivos, se convierte en una estrategia necesaria para los micro y pequeños empresarios, especialmente ubicados en determinadas zonas geográficas, en los que los servicios logísticos que estimulan la salida de productos, no están a disposición. La ausencia de operadores logísticos no permite enfrentar a la competencia con estrategias de encadenamiento para la salida de las mercancías. La conformación de *clúster* como una estrategia de encadenamiento, forma parte de un proceso de desarrollo empresarial que pretende aprovechar los recursos locales y generar un auto servicio logístico, facilitando un ambiente para los negocios, a través de relaciones amigables con los mismos competidores y con otros *clústeres*. Esta estrategia de encadenamiento basado en *clúster*, fomenta el beneficio mutuo a largo plazo con proveedores y clientes.

Otra estrategia de encadenamiento productivo, consiste en que empresas de menor tamaño se conviertan en proveedores de las grandes o transnacionales, mediante la entrega de productos y servicios de calidad brindados con oportunidad y costos accesibles al ser proveedores locales. Desde este enfoque, se puede garantizar a los clientes el volumen de materiales requeridos, no más, no menos, mientras que, al proveedor, producir sólo los volúmenes de venta solicitados. Dichos encadenamientos pueden ser hacia adelante o hacia atrás en el proceso productivo determinado, lo cual implica su participación en cualquiera de las etapas desde el diseño hasta el proceso.

#### *Modelo de sincronización de la cadena de suministro.*

Estos Modelos tratan de una estructura centralizada en la que todos los pedidos se realizan de forma coordinada. Todos los agentes implicados transmiten información en tiempo real, dando a conocer la situación de sus inventarios, ventas, etc. Así, el proveedor aprovecha esta información para planificar la producción en función de la demanda real del mercado, minimizando los costos de producción y transporte, consiguiendo que el producto llegue al consumidor en el momento y cantidad exactos. Esto se consigue a través del tratamiento de los inventarios de los agentes económicos que intervienen en la CS como si fuesen uno sólo y a tiempo real. Para ello las nuevas tecnologías adquieren un papel crucial en el planteamiento de la logística internacional.



En la Tabla 51 se muestran las estrategias/modelos de encadenamiento que se reportan en la literatura de esta investigación. Como se puede observar, a pesar de tratar el mismo tema de análisis no se repiten las estrategias y/o modelos de encadenamiento aplicados, sin embargo, en general comparten el objetivo de intercambiar el flujo de información para trabajar de forma colaborativa en busca de un fin en común. En este sentido, la Tabla 52 resalta las aportaciones de estrategias de encadenamiento para la industria agroalimentaria.

Tabla 51. Clasificación por estrategia/modelo de encadenamiento.

Estrategia/Modelo	Objetivo
Estrategia basada en niveles de inventario proveedor-empresa	Determinar los niveles de integración y colaboración de procesos entre actores de la CS (Salas Navarro <i>et al.</i> , 2017).
Estrategia basada en política de reposición conjunta de inventario	Comparar la reducción de costos de inventario de un enfoque centralizado versus descentralizado, mediante políticas de reabastecimiento del inventario de los minoristas, usando la política de revisión periódica (R,s,S) (Delgado, Toro y Bravo, 2017).
Estrategia basada en medición de resiliencia	Desarrollar y validar una métrica de resiliencia de una CS de dos eslabones con interrupciones en el proceso de transporte (Romero Rodríguez <i>et al.</i> , 2017).
Estrategia basada en aseguramiento de toda la CS	Estructurar y caracterizar los diferentes eslabones y agentes de la CS de industrias del carbón (Cano, Panizo y Rodríguez, 2015).
Estrategia basada en el análisis de riesgo de robo de transporte	Identificar las variables que influyen en el riesgo de robo de transporte para apoyar la toma de decisiones en la creación de esquemas de seguridad (De la Torre <i>et al.</i> , 2014).
Modelo de referencia de la logística competitiva y Modelo de redes de valor	Demostrar la utilidad de los modelos de referencia de la logística y las redes de valor en una muestra de empresas estadísticamente significativa (Gómez Acosta <i>et al.</i> , 2013).
Estrategia basada en programación de la producción	Analizar el impacto que genera compartir información en una CS diádica (proveedor-fabricante) con varios recursos disponibles para el procesamiento de producción (Ortiz Vargas y Montoya Torres, 2012).
Estrategia basada en la internacionalización	Analizar el proceso de internalización y su impacto en el proceso de expansión (Santios Salazar <i>et al.</i> , 2012).
Estrategia basada en mejora de los procesos de planificación	Analizar y generar procesos de producción en la industria minera de alto desempeño a través de implementación de estrategias de CS en la Cadena total (Arango Serna <i>et al.</i> , 2010).
Estrategia basada en coordinación de información compartida	Coordinar y programar el abastecimiento en la red de suministro de una empresa basada en proyectos (PBO – Project Based Organizations) (Zamora y Adarme, 2017).
Modelo multiobjetivo no lineal entero mixto basado en el diseño de la CS	Soportar la toma de decisiones estratégicas y tácticas como la localización de instalaciones, diseño de flujo de materiales y selección de transporte (Feitón <i>et al.</i> , 2016).
Modelo de gestión logística para Pyme	Diseñar un modelo conceptual de gestión logística para Pyme para dar una solución integral a través del control de las variables implícitas en los procesos logísticos (Cano Olivos <i>et al.</i> , 2015).
Modelo analítico basado en EOQ	Proponer y validar un modelo analítico para la determinación del lote óptimo de producción basado en el modelo EOQ

	(Valencia, Lambán y Royo, 2013).
Estrategia basada en indicadores de desempeños	Revisar, proponer y evaluar el uso de indicadores en los diferentes procesos logísticos de la CS (Zuluaga y Gómez, 2014).
Estrategia basada en sinergias de interés mutuo entre colaboradores	Confeccionar un compendio de buenas prácticas en logística para la optimización de las operaciones en la gestión global de la CS (Saénz <i>et al.</i> , 2006).
Modelo SCOR	Analizar el modelo CSOR como herramienta para la CSM (Calderón-Lama y Cruz-Lario, 2005).
Modelo de planificación dinámica colaborativa	Proponer un modelo para la planificación dinámica basada en el intercambio de información y en la coordinación de planes de producción que integran la cadena de suministro para obtener una buena solución global (Álvarez, 2010).
Modelo de distribución único y múltiple distribuidor	Implementar modelos de optimización en la CS para el Sector neumáticos (Campoverde, Nava y Borenstein, 2017)
Estrategia basada en la sincronización de los procesos logísticos	Proponer una metodología que permita sincronizar las operaciones y las decisiones en la CS en la Industria de Cerámica (Marín y Gutiérrez, 2013).
Modelo de optimización fuzzy basada en la demanda incierta.	Demostrar la efectividad de un enfoque de programación matemática fuzzy para modelar un problema de planificación de la producción de la CS con incertidumbre en la demanda (Mula, Poler y Cruz Lario, 2008)
Selección de proveedores	Aumentar la rentabilidad del negocio y la ventaja competitiva, mediante la selección de proveedores verdes y centrados en la sostenibilidad es una decisión crucial en las CS de la industria, sobre todo la selección de proveedores sostenibles (SSS). Una de esas formas es el uso del proceso de análisis jerárquico (AHP) acompañado con Vikor, debido a que ofrece un enfoque de solución con optimización multicriterio y de compromiso, el uso de AHP-Vikor proporciona dos dimensiones cruciales, AHP incorpora diferentes puntos de vista en la toma de decisiones y Vikor incorpora un método de solución de compromiso para evaluar las alternativas (Luthra <i>et al.</i> , 2017). Así mismo, (Yazdani <i>et al.</i> , 2017) establece que la selección de proveedores es una decisión estratégica para reducir los costos operativos y mejorar la competitividad de las organizaciones para desarrollar oportunidades de negocio, por lo que la propuesta de un enfoque integrado para la selección de proveedores verdes teniendo en cuenta requisitos y criterios de desempeño ambiental (TRs), con los requisitos del cliente (CRs) apoyados de métodos de evaluación de laboratorios (DEMATEL), y mediante (QFD) se establece una matriz de relación central para la identificación de relaciones entre los criterios de selección de los proveedores y los CRs. La idea central es reducir las variables propuestas por el cliente (CRs) y los criterios técnicos de los proveedores (TRs) pero con dimensiones sostenibles. Así mismo, (Baneian <i>et al.</i> , 2018) sostiene que la incorporación de criterios ambientales en la práctica de selección de proveedores convencionales es esencial para las organizaciones que tratan de promover la

	<p>GCSM, sobre todo los retos asociados con la selección de proveedores verdes. En este sentido, la incorporación de la teoría de conjuntos difusos TOPSIS, Vikor, y GRA, integrados para abordar las preocupaciones relacionadas con la modelación de la incertidumbre es parte ahora de las herramientas en las que se han apoyado la toma de decisiones para la selección de proveedores. Estas técnicas en lo individual y lo colectivo han permitido la incorporación de un solo objetivo hasta multi-objetivos sobre todo que al combinarse más de dos técnicas ha permitido la flexibilidad para la incorporación de criterios ambientales e las prácticas de selección de proveedores verdes en entornos difusos y complejos.</p>
--	---

Tabla 52. Estrategias de encadenamiento para empresas agroindustriales

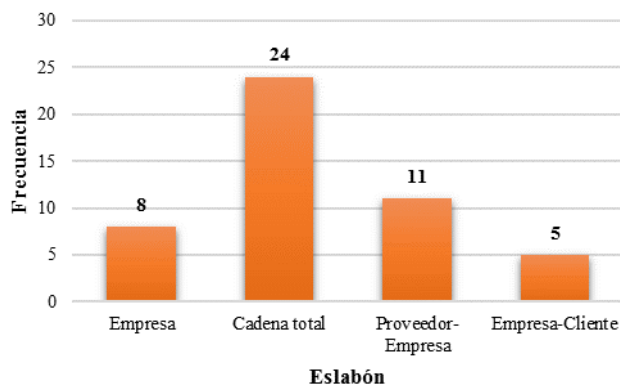
<b>Estrategia de encadenamiento</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Fuente</b>
<p>Relaciones de confianza y cooperación entre actores de las redes regionales de alimento.</p>	<p>Mejorar la viabilidad de las redes agroalimentarias regionales y la agricultura sostenible, sobre todo buscando que las relaciones entre los pequeños productores y la agroindustria fomenten las relaciones sociales y mejore las condiciones ambientales, y como efecto se disminuya la pobreza rural. La estrategia básicamente se centra en las relaciones sociales de confianza y cooperación entre los actores de la red, proporcionando un medio para identificar obstáculos y oportunidades dentro de la red. Se resalta el hecho de que los vínculos creados entre productores y consumidores se realizan mediante visitas a las fincas y excursiones añadiendo otra dimensión a las relaciones sociales, y a la agricultura alternativa. Estas actividades sirven para fortalecer y mantener redes agroalimentarias locales y el intercambio de recursos puede tomar varias formas tales como: el intercambio de equipos o instalaciones de procesamiento o compartir información.</p>	<p>Jarosz, 2000</p>
<p>Largo y corto de la longitud de la cadena alimentaria.  (disponibilidad de recursos)</p>	<p>La longitud de una cadena de suministro depende en gran medida de la cantidad de recursos disponibles, así a menor cantidad de recursos, más corta la cadena alimentaria y viceversa. Sin embargo, en cadenas agroalimentarias las condiciones en que se estructura una red son complejas, debido a que la conformación de redes agroalimentarias presentan múltiples restricciones entre las que se destacan: los actores, los intermediarios la disponibilidad de los recursos, etc., todos estos factores podrían no hacer sencillo determinar qué tan larga es la longitud de una cadena alimentaria, sobre todo cuando se desplazan</p>	<p>Post, 2002</p>

	ecosistemas para copar de productos una cadena agroalimentaria, es decir, de qué sirve tener disponibilidad de recursos si estos no se incorporan de manera efectiva a la cadena de suministros adecuada.	
Flujos logísticos: empresas entrantes y salientes	Describir y comparar la percepción de compañías con vulnerabilidad diádica en la logística que fluye hacia los clientes. El estudio se centra en dos fases principales: las dependencias de tiempo y las funcionales. Como dependencia de tiempo hace referencia a que existe una dependencia cronológica o secuencial entre las actividades o los recursos que están disponibles para llevar a cabo estas actividades y como dependencia funcional se refiere a que las actividades de las empresas son especializadas y se complementan en los canales o redes. En la combinación de estas dos dependencias se conduce a la necesidad de cooperación y coordinación entre las empresas con el fin de lograr objetivos comunes. Por lo tanto, se entiende como vulnerabilidad diádica por un lado la perturbación y la falta de logros económicos por la interacción de empresas que intervienen en procesos y flujos logísticos, es decir la entrada y salida de empresas a la CSM genera perturbaciones tanto cualitativas como cuantitativas en una cadena de suministro de materiales y componentes. Las perturbaciones cuantitativas se refieren a costes económicos, tiempos de entrega, disminución o aumento de los tiempos de ciclo y vida de los productos, mientras que las cualitativas a la forma en cómo se entregan los productos y la percepción que el cliente o consumidor final tenga sobre éstos.	Svesson, 2002
Capacidad para colaborar con otras empresas	Se destaca el hecho de que la creación de relaciones de trabajo a largo plazo, incluso asociaciones con proveedores en varios niveles de la cadena, es una forma para construir cadenas de suministro cada vez más eficientes y sensibles, con el fin de ofrecer un valor excepcional a los clientes. Estas relaciones de trabajo debieran incluir macrofactores y microfactores, en los macrofactores se destacan: la globalización y la consolidación de la industria, el cambio de actitudes de los consumidores, las regulaciones más estrictas y las leyes relativas a la producción de alimentos y seguridad alimentaria, mientras que en los microfactores: la cultura, estructura y diseño organizacional, así como las características específicas del producto. Se destaca que si bien estos factores se desarrollan más rápidamente en la industria manufacturera, no sucede así en las agroalimentarias, por lo que se identifica una verdadera necesidad de colaboración en la cadena	Matopulos <i>et al.</i> , 2007

	<p>suministro de este sector, entre los que se destacan: la colaboración e integración de niveles operativos y tácticos, la logística y actividades relacionadas, y llevar a otro terreno la parte de los elementos de confianza, poder, dependencia y la distribución del riesgo/recompensa como mecanismos para establecer y mantener relaciones de largo plazo en la cadena de suministros agroalimentaria.</p>	
<p>Gestión de calidad de los alimentos frescos en toda la cadena de suministros.</p>	<p>El modelo integra la calidad de los alimentos en la toma de decisiones sobre la producción y distribución de una cadena de suministro de alimentos. Destaca que la gestión de redes de la cadena de suministro se complica por las características del producto y de proceso propias. El modelo que se presenta es de tipo cuantitativo específicamente el modelo de programación entera mixta para la planificación de la producción y distribución, resalta el hecho de que no existen modelos cuantitativos que puedan capturar todos los aspectos de los procesos agroalimentarios derivado de la naturaleza perecedera de los productos alimenticios, como resultado del modelo se trata de determinar la máxima satisfacción de la demanda de los productos con vida útil limitada y en general se resalta la planificación de la producción y la distribución como herramienta útil para unir los procesos productivos y la entrega al cliente.</p>	<p>Rong <i>et al.</i>, 2011</p>
<p>Programación entera mixta para planificación de la cosecha y distribución.</p>	<p>Se presenta un modelo operativo que genera decisiones de planificación a corto plazo para la industria de productos frescos, el modelo busca maximizar el ingreso de los productores mediante la toma de decisiones de producción y distribución durante la temporada de cosecha. El modelo se apoya de la programación entera mixta para determinar las políticas de recolección y distribución a corto plazo, sobre todo en ambientes donde los productores agrícolas se enfrentan a problemas complejos como la planificación del nivel tecnológico a utilizar, la cantidad de cultivo de plantas, el momento de la siembra y de la cosecha. En esencia el modelo busca incorporar en el momento adecuado el producto a la cadena de suministro para maximizar los beneficios del productor.</p>	<p>Ahumada y Villalobos, 2011</p>
<p>Planificación de la cosecha mediante el uso de contratos</p>	<p>Se proporciona una metodología de planificación para determinar las áreas agrícolas y los tiempos de siembra de plantas de manera anual de tal manera que se maximice la producción de manera general. La metodología de solución se evaluó mediante el uso de experimentos numéricos, en este estudio se considera un problema de planificación de la CS agrícola de</p>	<p>Tan y Cömдем, 2012</p>

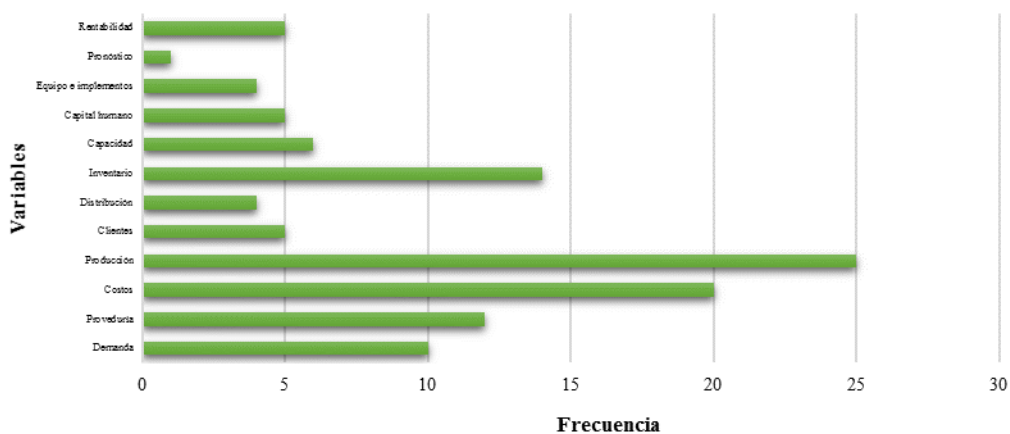
	<p>productos frescos de alta calidad en una empresa que suministra productos frescos a los minoristas mediante el uso de la agricultura por contrato. El estudio considera un problema de planificación agrícola de una firma que se contrata diferentes fincas ubicadas en diferentes regiones cuando la demanda y la oferta son aleatorios, y se presenta como una herramienta efectiva para la planificación agrícola bajo incertidumbre de rendimiento, cosecha y demanda.</p>	
<p>Coordinación de la cadena de suministros de productos frescos mediante contratos</p> <p>Interrupción de la CS</p>	<p>La investigación propone que la coordinación de la CS se puede dar mediante contratos que regulen la fijación de precios y el intercambio de bienes y/o servicios entre los miembros independientes en una CS. Los contratos diseñados adecuadamente son un medio eficaz para compartir la oferta y la demanda de riesgo y coordinar mejor la cadena de suministro descentralizado, reconociendo ampliamente que el proveedor y el minorista pueden beneficiarse de la coordinación, y así mejorar el rendimiento global de la CS en conjunto. El estudio demuestra que cuando el proveedor y el minorista toman decisiones de forma descentralizada, el contrato de precios al por mayor no puede coordinar la cadena de suministro y debe ser modificado para lograr la ganancia total de la CS óptima.</p>	<p>Guohua, 2013</p>
<p>Enfoque de red en CS de alimentos con aplicación a productos frescos.</p>	<p>Se propone un modelo donde se incorpora el deterioro de los alimentos a través de la introducción de multiplicadores de arco, con la inclusión de los costos de descarte relacionados con la eliminación de los productos en mal estado, el modelo diferencia la frescura del producto y la seguridad alimentaria. Se destaca que el enfoque de red es distinto al considerar el deterioro de los alimentos a lo largo de la CS, incorpora la decadencia de los productos a través de la introducción de multiplicadores de arco, y se incluye la eliminación de los productos en mal estado, junto con los costos asociados, y permite la evaluación de la tecnología alternativa dentro de lo largo de la CS.</p>	<p>Yu y Nagurney, 2013</p>

En la Gráfica 3 se presenta la clasificación del punto del eslabón en que se aplicó la estrategia y/o modelo de encadenamiento. Se observa que en general, 24 reportes se enfocaron en el estudio de la Cadena Total, seguidos del eslabón proveedor-empresa.



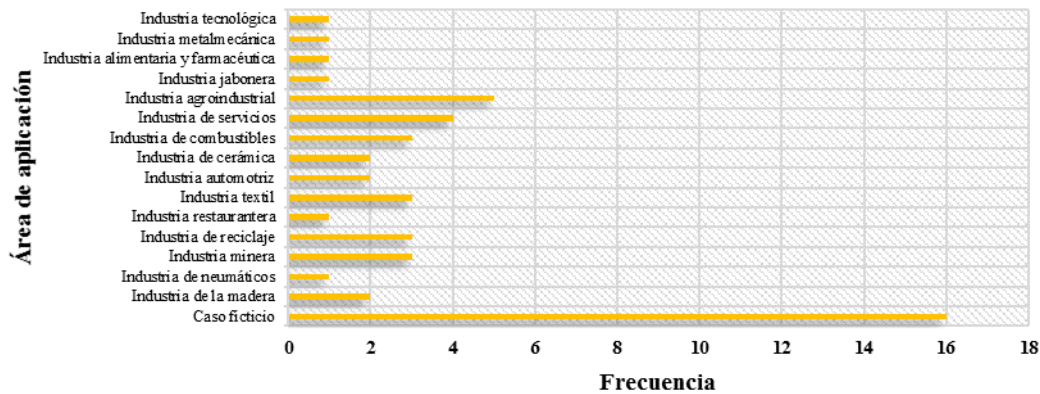
Gráfica 3. Clasificación por eslabón de CS

Las variables de estudio reportadas señalan una gran diversidad, aunque algunas se repiten, en conjunto no son estudiadas las mismas para cada caso presentado. Sin embargo, se realizó la clasificación individual de las variables (Gráfica 4), para determinar la frecuencia en que se presentaron. Las variables con mayor índice fueron la de producción, costos, inventario, proveeduría, y demanda.



Gráfica 4. Clasificación por variables de estudio

En la Gráfica 5, se muestran las áreas en que fueron aplicadas las estrategias y/o modelos de encadenamiento, reportándose en su mayoría casos ficticios con 16 trabajos, seguido de 5 casos aplicados en el sector agroindustrial.



Gráfica 5. Clasificación por área de aplicación.

## V. Eventos disruptivos de las cadenas de suministro

Las CS son entidades dinámicas que están constantemente adaptándose, ya sea por consecuencia del entorno que las rodea o necesidades internas a nuevas situaciones que requieren su adecuación y respuesta. En cualquiera de los casos, esta adaptación precisa de CS ágiles, flexibles, rápidas, dinámicas y proactivas que, ante cualquier riesgo de interrupción de sus operaciones, puedan enfrentarlo o recuperarse rápidamente alineando su estrategia, procesos, tecnología y personas para el logro de sus objetivos.

A pesar de los diferentes enfoques reportados en la literatura para enfrentar el riesgo en la cadena de suministro, el desafío para los administradores inicia con la modelación del riesgo (Heckmann et al., 2015), fundamentalmente por desconocer los posibles eventos desencadenantes en los que pueden estar inmersos. Prever dichos eventos, permitirá diseñar acciones que minimicen el impacto sobre la probabilidad de cambio en los parámetros objetivo de la cadena de suministro.

Los autores distinguen entre eventos aleatorios, peligrosos e inciertos. Los primeros se describen mediante distribuciones de probabilidad y ocurren en temporadas específicas. Los eventos peligrosos pueden ocurrir de forma inesperada afectando el rendimiento de la cadena de suministro. Los eventos inciertos, que pueden ser más comunes en la generalidad de las cadenas de suministro, pueden ser previstos como eventos de desencadenamiento (Heckmann et al., 2015; Fahimnia et al., 2015). Para referirse a los eventos de desencadenamiento, los autores utilizan en lo general dos términos que denotan la gravedad e impacto en el objetivo de la cadena de suministro: “perturbación” que se entiende como una desviación que puede considerarse como normal/aleatoria; y “rompimiento” (outbreak) el cual puede tener un impacto severo en la cadena de suministro. En este escenario de “outbreak” es donde la empresa puede demostrar una alta vulnerabilidad o fortaleza de sus operaciones que puede afectar el curso normal de la cadena de suministro, y en consecuencia demostrar una baja posibilidad o gran adaptación para posicionarse en el mercado como resultado de su nivel competitivo (Svensson, 2002; Yossi & Rice, 2005; Christopher, 2006; Wagner & Bode., 2008).

*“Claramente, las diferentes compañías son vulnerables a diferentes interrupciones”* (Yossi & Rice, 2005. p. 43), en consecuencia, las cadenas de suministro son vulnerables a diferentes riesgos y tipos de eventos de desencadenamiento por diversos factores como pueden ser su regionalización, su naturaleza, el número y tipo de miembros que en ella intervienen, entre otros factores de índole operativo. Cualquiera que sea el caso, *“las interrupciones que pueden*



*afectar a una cadena de suministro pueden manifestarse de diversas formas” (Klibi & Martel, 2012) como efecto de diversos eventos desencadenantes o una combinación de ellos, por lo que merece especial atención de la empresa definir acciones que ayuden a identificarlos. “Sin embargo, muchas empresas inadvertidamente introducen más riesgos en sus redes de cadena de suministro, luchando por la eficiencia o tratando de actuar de manera independiente” (Hauser (2003) y Finch (2004) en Ponis & Ntalla, 2016, p. 1)*

En la literatura pueden encontrarse estudios que reportan el efecto de las interrupciones en la cadena de suministro, en los que se busca mitigar el impacto negativo de varios eventos desencadenantes en las cadenas de suministro como una consecuencia desencadenante en la disminución de la resiliencia. Si bien el quehacer científico ha sido creciente en esta materia, por una parte, Tang (2006) reporta con gran preocupación, la baja efectividad de las diversas estrategias adoptadas por las empresas para mejorar la resiliencia en las cadenas de suministro, mientras que Rajagopal et al., (2017) resalta la amplia oportunidad de trabajos de investigación en este campo de estudio en creciente desarrollo.

Los eventos desencadenantes de la cadena de suministro clasificados en este artículo para cada uno de estos procesos no son perceptivos, y son reportados para explicar la experiencia internacional en esta materia. Aun y cuando en esta investigación no se explica el mecanismo de operación o de implementación de estrategias resilientes, el resultado puede usarse para mejorar las decisiones en el diseño de sistemas de infraestructura resilientes. En este sentido, con esta información, el lector puede mejorar la visión global de posibles eventos disruptivos en una cadena de suministro, y el tomador de decisión de la empresa tener una orientación para definir acciones que ayuden a enfrentar eventos disruptivos y/o recuperar las operaciones de la cadena de suministro para la consecución de sus objetivos.

## Resiliencia de la cadena de suministro

La cadena de suministro como una cadena de valor está inmersa en actividades primarias, actividades de soporte, y actividad de contribución. Las actividades primarias son aquella que tienen que ver con el desarrollo del producto, su producción, logística y comercialización, así como las de servicio post-venta. Las actividades de soporte están relacionadas con la administración del recurso humano, compras de bienes y servicios, desarrollo tecnológico, e infraestructura entre otras de complemento a éstas. Finalmente, las actividades de contribución, son aquellas que se identifican como las actividades del negocio que generan valor. En este sentido, cualquiera que sea la integración de la cadena de suministro -vertical u horizontal-, el sistema es susceptible a que en cualquiera de sus procesos se presenten eventos disruptivos que generen, en mayor o menor grado, interrupciones al sistema.

La *interrupción* del sistema puede entenderse como una suspensión temporal de los flujos en la cadena de suministro en donde, hay una serie de *factores de riesgo* entendidos como las *fuentes causales*, los cuales se traducen en *eventos disruptivos (riesgos)* que pueden ser de varios tipos según su fuente. Estos *eventos disruptivos* dan origen a su vez a los sucesos que es la forma en que se manifiesta en la empresa o en su red, los cuales pueden tener un impacto generando una *perturbación* o bien el *rompimiento* en alguna de las operaciones del sistema, sea interno o externo. Todos estos inmersos en una probabilidad de *riesgo*.

La capacidad de respuesta y habilidad para recuperarse a las interrupciones del sistema, ha sido definida como *resiliencia*, la cual a lo largo de las últimas décadas se ha popularizado en la ingeniería de fiabilidad con frecuencia para describir un atributo de flexibilidad y respuesta de la cadena de suministro (Yossi & Rice, 2005) para absorber y recuperarse ante la adversidad,

de forma que se alcance un balance entre las vulnerabilidades y las capacidades del sistema (Benjamin et al., 2015).

Con claro conocimiento de que cualquier cadena de suministro es susceptible a eventos disruptivos e impredecibles, los administradores han adoptado enfoques de reducción de riesgos para sus empresas y han convertido la medición de la *resiliencia* en una estrategia competitiva de cualquier negocio (Chopra S. & Sodhi, 2004; Pettit et al., 2010) para cuantificar la capacidad que tiene el sistema de recuperarse ante adversidades que rompen con la continuidad de sus operaciones (Benjamin et al., 2015). En este contexto, la *resiliencia en cadenas* de suministro se entiende como la capacidad adaptativa que tienen sus miembros para prepararse frente a la ocurrencia de eventos inesperados, responder a interrupciones, y recuperarse de estos manteniendo continuidad en las operaciones a un nivel deseado de conectividad y control sobre la estructura y operaciones (Serhiy & Holcomb, 2009); en tal caso, una cadena de suministro resiliente continuará funcionando con la menor pérdida económica posible aumentando su competitividad en comparación con otros sistemas que no se encuentren preparados ante eventos disruptivos (Yossi, 2005).

Heckmann et al., (2015) comunica que el riesgo es una consecuencia de un desencadenamiento disruptivo de diversos factores en la cadena de suministro. Para evaluar el riesgo de la cadena de suministro, los eventos desencadenantes se modelan como una función de su severidad en términos de impacto en los objetivos de la cadena de suministro. *“El riesgo en la cadena de suministro es la pérdida potencial de sus valores objetivo de eficiencia y eficacia provocados por sucesos inciertos de características de la cadena de suministro, cuyos cambios fueron causados por la ocurrencia de eventos desencadenantes”* (Heckmann et al., 2015, pp 130). Si bien Bandaly et al. (2013) resalta en su estudio que la importancia del medir el riesgo y su gestión para la operación eficiente de la empresa y la cadena de suministro es hoy un tema de interés para empresarios y académicos; nosotros observamos que en mayor grado los estudios se han centrado de manera local para medirlo y mitigarlo como una acción correctiva. *“A medida que el riesgo de la cadena de suministro se reduce a un gran evento, la mayoría de los autores centran en categorizar el riesgo de la cadena de suministro con respecto a los eventos desencadenantes para distinguirlo de otros riesgos comerciales”* (Wagner & Bode, 2008 y Kersten et al., 2007 en Heckmann et al., 2015). Sin embargo, la gestión del riesgo, debería iniciar como una visión preventiva —vertical u horizontal— de los eventos que desencadenan la disrupción, cuantificar su ocurrencia y consecuencias en su cadena de suministro. En este contexto, merece la atención que el empresario esté relacionado con potenciales Eventos desencadenantes, los cuales pueden tener origen en uno o varios factores disruptivos o combinación de ellos.

## Tipos de riesgos

La clasificación/categorización de los riesgos reportados varía en la literatura:

1. Chopra & Sodhi (2004) clasifican los riesgos en Interrupciones, Retrasos, Sistémicos, Previsión, propiedad intelectual, Adquisiciones, Cuentas por cobrar, Inventario, Capacidad;
2. Shinha et al., (2004) -en la industria aéreo espacial- describen cuatro áreas de riesgos: Estándares, proveedores, Tecnologías, Prácticas;
3. Finch (2004) presenta una categoría en tres Niveles de riesgos: Nivel de Aplicación (Desastres naturales, Accidentes, Actos deliberados, Seguridad de datos/información,

Problemas de gestión), Nivel Organizacional (Cambios legales y estratégicos), y Nivel Interinstitucional: Las relacionadas con la incertidumbre; y

4. Norrman & Lindro (2004) describen tres categorías de riesgos: Accidentes Operacionales que afectan al proceso operacional o los recursos relacionados con la logística/Cadena de Suministro (incendios, accidentes en carretera, fallos de maquinaria, huelgas laborales, etc...), Catástrofes Operacionales asociados con “eventos raros” y difíciles de predecir (desastres naturales, inestabilidad política, perturbaciones económicas, ataques terroristas, etc...) e Incertidumbre Estratégica relacionada con fenómenos difíciles de abordar (demanda volátil, incumplimiento de proveedores, bancarrota, aumento de la competencia, restricción de mercado, cambio tecnológico, etc...).

Singhal et al., (2011) revisan 114 artículos del año 1996 al año 2010 para identificar los problemas de riesgo relacionados en la cadena de suministro. Para la revisión proponen una taxonomía sistemática como un enfoque de análisis cualitativo y cuantitativo de los artículos seleccionados. Esta taxonomía permitió clarificar los problemas de riesgo y capturar los elementos de la naturaleza de los problemas que originan los diferentes tipos de riesgos a partir de una clasificación y codificación de dichos riesgos. En este trabajo se realiza una descripción de cinco criterios de riesgo (operacionales, mercado, estrategias y de negocio, producto, misceláneos), y de cada uno de ellos se describen sus características, y el problema en que impacta en la cadena de suministro, así como las fuentes que dan origen a estos problemas de riesgo (Tabla 2, p. 21 y Tabla 8, p. 27 en Singhal et al., (2011)). Los autores detallan que el número de trabajos revisados en este estudio que se realizan Up-Stream o Down-Stream –No de forma encadenada-, y resaltan que *“la empresa necesita comprender e intentar influir en toda la cadena de suministro, o más importante aún, en la naturaleza y progresión de los flujos a través de las diferentes interfaces”*. Finalmente describen para un grupo de industrias los problemas de riesgo y gestión de riesgos identificados en la revisión de literatura.

Ennouri (2013) reporta de acuerdo a Harland (2003), la categoría de riesgos como: riesgos estratégicos, riesgos operacionales, riesgos de suministro, riesgos del cliente, riesgos por el deterioro de activos, riesgos competitivos, riesgos por reputación, riesgo financiero, riesgos fiscales, riesgos regulatorios, y riesgos legales. Para cada uno de estos riesgos detallan el cómo afectan a una empresa y/o cadena de suministro, teniendo como tres posibles fuentes de origen: organizacional, las relaciones entre miembros de la red, y lo ambiental externo.

Maheshwari & Jain (2014) informan sobre la literatura que aborda el riesgo desde la perspectiva del proveedor en la gestión de la cadena de suministro. Este estudio si bien hace hincapié en identificar diversas estrategias y modelos utilizados para mitigar los riesgos desde la fuente de proveeduría, en términos generales, los autores clasifican los riesgos en cinco tipos de fuentes generadoras de riesgos: riesgos en el flujo de materiales, riesgos financieros, integridad de la cadena de suministro, riesgos operacionales, y riesgos de información (flujo),

Sing & Waid (2014) reportan un marco conceptual de la gestión de riesgos en la cadena de suministro, y resaltan la importancia de que las empresas deben prepararse para posibles riesgos a los que pueden enfrentarse, como pueden ser: riesgo del proceso, riesgos regulatorios, riesgos de propiedad intelectual, riesgos de comportamiento de proveedores, riesgos del comportamiento de los socios, y riesgos del comportamiento de los miembros de la cadena de suministro Upstream y Downstream, riesgo político, y riesgo económico; los cuales pueden afectar en cualquier momento el rendimiento, la rentabilidad y supervivencia del negocio. Para tal caso, Kaplan & Managing (2012) en Sing & Waid (2014), distinguen tres tipos de riesgos: riesgos prevenibles, riesgos estratégicos, y riesgos externos. Los dos primeros imputables al sistema, mientras que el tercero está fuera de control de los administradores de

las empresas, y que puede ser minimizado en un marco de colaboración entre miembros de la cadena de suministro.

## **VI. Conclusiones y discusiones**

Los estudios arrojaron evidencia de áreas de oportunidad claramente identificables entre las que se encuentran los sistemas de certificación como elementos de adición de valor y de catalización de migración de capital hacia el lado productor de la cadena (Mutersbaugh, 2008; Renard & Pérez-Grovas, 2007), especialmente en las de café y cacao y la producción floral, ya que el aseguramiento de la calidad desde el punto de producción minimiza la necesidad de un monitoreo aduanal constante que vulnere la integridad del producto procesado y que rompa la cadena de frío, respectivamente.

Convergen en este punto las producciones frutales en general y la de mango en específico, que reconocen la necesidad de establecer mecanismos de retroalimentación de información desde y hacia todas las partes involucradas que aseguren la correcta implementación de estrategias de conservación, recolección y distribución a través de ciclos de balance y refuerzo que se interrelacionan y marcan la estabilidad de la producción, el aseguramiento de la calidad al momento de llegar al consumidor final mediante estrategias tipo “Ready to Eat” (Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín, 2017) y de distribución unificada por área de abastecimiento.

Ambas estrategias requieren estandarización de los canales de comunicación, así como de la infraestructura de manejo de los productos entre la que se incluye la unificación de contenedores destinados a exportación (Van der Vorst, Ossevoort, & De Keizer, 2016) y de los que depende la continuidad de la cadena de frío (Orjuela-Castro, Díaz Gamez, & Bernal Celemín, 2017); establecimiento de unidades concentradoras de la producción, centros de distribución coordinada, y el escalonado de las etapas de procesamiento con el fin de flexibilizar las cadenas de suministro y tanto en funciones como en flujos.

Finalmente, existen áreas de oportunidad regionales que se basan en la diversificación de productos transformados, flexibilización de los mecanismos de procesamiento de materias primas hacia mercados nuevos y existentes, así como estrategias de adición de valor no ejecutadas en el contexto nacional pero que si se encuentran dentro de la tendencia internacional (Datta, Guha, & Sharangi, Value Addition in Spice Crops, 2015; Datta, Chatterjee, & Jana, Value addition in vegetable crops, 2015), tal es el caso de la diversificación de especias y sus presentaciones de consumo, el crecimiento de la industria de los biocombustibles (Sokhansanj & Hess, 2009) y el aprovechamiento de forrajes mediante técnicas híbridas de conservación y secado de las materias primas para facilitar su transporte.

El conjunto de estrategias identificadas da pauta hacia la transformación de la realidad regional utilizando la infraestructura ferrocarrilera y las dinámicas sociales con el fin de brindar crecimiento desde una perspectiva de bienestar que facilite la superación de la línea de la producción de subsistencia con acceso a los mercados que permite la conservación de la ruralidad como elemento de identidad y de estabilidad social (Ortega Hernández, León Andrade, & Ramírez Valverde, 2010) que la vez sirva como plataforma base para la seguridad alimentaria regional (Roy, 2015).

Con respecto a las tendencias productivas se observa que solo el 5% de los municipios de los 4 estados estudiados presentan tendencia económicas productivas negativas, los cuales se encuentran dispersos principalmente en los estados de Oaxaca (al centro y poniente) y Veracruz (periféricos a los puertos de Veracruz y Tampico).

Los municipios del Istmo de Tehuantepec se encuentran mayormente arriba del 5to decil de la tendencia productiva agrícola general, siendo los que presentan un menor valor productivo aquellos cercanos a las zonas económicas especiales de Coatzacoalcos y Salina Cruz.

El grupo de productos con mayor valor económico de los cuatro estados (Veracruz, Oaxaca, Chiapas y Tabasco) es el de la producción de pastos y praderas con fines ganaderos; aunque el número de municipios que reportan producciones de esta índole es bajo (142 de 919, representando el 15.45%) su tendencia de valor es notablemente mayor, siendo incluso mayor que la suma de las otras producciones reportadas.

Observando la clusterización presente en este grupo productivo, resulta clara la existencia de 3 corredores y una región con esta vocación, siendo los corredores comprendidos entre Veracruz (puerto) y San Pedro Tapanatepec, Oaxaca, que concentran la tendencia productiva negativa alrededor del puerto de Veracruz y al centro del Istmo de Tehuantepec entre los municipios de Santiago Tutla y Santa María Chimalapa (Corredor central); el corredor pacífico poniente, que se extiende desde Santiago Tepextla hasta Santa María Huatulco; el corredor pacífico oriente, desde Pijijiapan hasta la frontera con Guatemala; y finalmente la región de Xalapa-Coatepec-Perote.

De estos corredores y regiones, solo el corredor pacífico oriente y la región de Xalapa presentan tendencias productivas positivas en materia pecuaria, siendo el corredor central un ejemplo de transferencia económica entre los estados de Oaxaca y Veracruz donde Oaxaca pierde económicamente en materia agrícola, mientras que Veracruz aumenta su tendencia productiva pecuaria en los municipios colindantes al corredor.

Destacan 3 corredores con tendencias similares de producción frutal dentro de la región, el corredor productivo que va desde Córdoba, Veracruz hasta Matías Romero Avendaño, presentando solamente 11 municipios con tendencias productivas negativas. Este corredor abarca tanto los municipios de Oaxaca como de Veracruz (contrario a lo observado para la producción de pastos y praderas), y sus principales productos son el plátano, la naranja y la papaya, que se encuentran dentro de los primeros 20 productos agrícolas para los cuatro estados.

La revisión de literatura, por su parte, resalta que la industria agroindustrial ha llamado el interés de investigadores para presentar estrategias y/o modelos de encadenamiento para su sincronización. Debido al destino final de los productos de las cadenas agroalimentarias (ACS), este tipo de CS tienen mayor regulación alimentaria desde su diseño y funcionamiento. En general y de acuerdo con lo reportado por las principales aportaciones en el campo de la planificación de la producción y distribución de alimentos provenientes de cultivos agrícolas, se centran en modelos que se han implementado para lograr la gestión de las cadenas de suministro no alimentarias. El problema principal de la planificación de la ACS inicia con la incorporación de los productores agrícolas inmersos en huertos productores altamente inciertos frente a un sistema de producción-distribución cada vez más integrado y complejo.

Los modelos se han desarrollado para productos agroalimentarios no perecederos, dejando de lado los modelos de planificación de la ACS en productos perecederos. En general estos modelos se han centrado en la decisión estratégica táctica y operativa de la ACS principalmente en producción y distribución. Sin embargo, es los procesos de producción agrícola, cosecha, almacenamiento y distribución, en donde las decisiones incluyen las relacionadas con el cultivo, desde su preparación, siembra y la determinación de los recursos para que los cultivos crezcan, son escasos. En la parte estratégica resalta también que los modelos se centran en la selección del equipo, la selección de la tecnología de la agricultura,

la planificación financiera, diseño de redes de abastecimiento, la gestión de embalses, la evaluación de cultivos perennes y las estrategias de rotación de cultivos, el mismo autor menciona que hay pocos trabajos que se enfoquen la planificación de las operaciones, y más en la planificación táctica. En general se retoma el hecho de que la mayoría de los trabajos se realiza en productos agroindustriales no perecederos. Modelos de planificación integrados en la ACS es aún limitada, por lo que serían útiles el modelado de encadenamiento, especialmente, en cultivos perecederos desde el campo hasta el cliente. Las ACS están formadas por los agricultores, y las organizaciones responsables de la distribución, transformación y comercialización de productos agrícolas hasta los consumidores finales. Sin embargo, a diferencia de las CS no alimentarias, los factores de inocuidad alimentaria, factores laborales del campesino y los de impacto ambiental para el desarrollo de esta actividad, marcan la complejidad en el proceso de encadenamiento y sincronización entre los agentes económicos primarios.

Es observable que cuando menos 50% de la literatura revisada se enfocan en emplear las estrategias de colaboración en toda la CS en cada agente económico. Lamentablemente, estos trabajos son casos ficticios en CS no agrícolas y en menor proporción en el sector agroindustrial.

Aunque son evidentes los beneficios que la colaboración genera en la industria, es de vital importancia que los esfuerzos por desarrollar estrategias de encadenamiento, sean de acceso a los pequeños sectores económicos de manera que faciliten la capacidad para comunicarse, superar las deficiencias tecnológicas, así como los problemas estructurales y culturales.

Se advierten necesariamente estrategias de encadenamiento que no solo busquen el encadenamiento de los agentes económicos que intervienen en una cadena de suministro como beneficio global de la CS, sino que dicho beneficio conlleve el incremento de la oferta y la demanda de servicios, buscando responder a las necesidades, problemáticas u oportunidades que condicionan o promueven el desarrollo económico, social, medioambiental y logístico de una región.

La gestión del Riesgo en la cadena de suministro es un área de investigación de naturaleza multidisciplinaria y multidimensional, toda vez que los riesgos suelen manifestarse de forma diferente para cada empresa. En este sentido, un error común de las empresas, es asumir que una estrategia de mitigación del Riesgo tenga el mismo impacto entre las diferentes empresas y/o cadenas de suministro, lo cual quizá pudiera ser en diferente grado. En este sentido, el resultado del beneficio no debe asumirse como una condición lineal, ya que puede variar según la naturaleza y tamaño de la empresa, su infraestructura, haciendo que cada empresa tenga sus propios desafíos. En tal caso, las empresas, grandes o pequeñas, deben advertir que los actuales eventos desencadenantes se manifiestan de manera y grado diferente conforme evoluciona la empresa, haciendo que las estrategias del hoy no tengan el mismo resultado en el mañana. Debe tenerse en cuenta que las interrupciones tienen siempre un impacto en periodos futuros. De aquí la importancia de que cada empresa deba ajustar continuamente sus planes de emergencia, modelar escenarios de Riesgo y tener una alineación de sus estrategias con su cadena de suministro.

## VII. Bibliografía

- a, Adarme Jaimes, W., Arango Serna, M. D., & Cogollo Flórez, J. M. (2012). Medición del desempeño para cadenas de abastecimiento en ambientes de imprecisión usando lógica difusa. *Ingeniería y Universidad*, 1(16), 95-115.

- Abdulazeez, M. A., Sani, I., James, B. D., & Abdullahi, A. S. (2016). Black pepper (*Piper nigrum* L.) oils. In V. R. Preedy, *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (p. 930). London: Elsevier.
- Ahman, M. S., & Siddiqui, M. W. (2015). Chapter 2. Factors affecting postharvest quality of fresh fruits. In M. S. Ahman, & M. W. Siddiqui, *Postharvest Quality Assurance of Fruits. Practical approaches for developing countries* (p. 265). New York: Springer.
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European journal of Operational research*, 196(1), 1-20.
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2011). Operational model for planning the harvest and distribution of perishable agricultural products. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 677-687.
- Alarcón Grisales, D. R., Peña Orozco, D. L., & Rivera Rozo, F. J. (2016). Análisis dinámico de la capacidad de respuesta de una cadena de suministros de productos tecnológicos. Caso Samsung. *Entramado*, 12(2), 254-275.
- Álvarez, E. (2010). Modelo de Planificación Dinámica de Operaciones en la Cadena de Suministro. *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management XIV Congreso de Ingeniería de Organización*, 1197-1204.
- Arango Serna, M. D., Zapata Cortes, J., & Gomez Montoya, R. (2010). ESTRATEGIAS EN LA CADENA DE SUMINISTRO PARA EL DISTRITO MINERO DE AMAGÁ. *Revista Boletín Ciencias de la Tierra*(28), 27-38.
- Arboleda, Arboleda, J., & Patiño, V. (2014). Modelo logístico de alianza cliente-distribuidor para grandes supermercados. *Revista de Investigación de Ciencias Estratégicas*, 1(2), 53-67.
- Arshinder, K., Kanda, A., & Deshmukh, S. (2011). A Review on supply chain coordination: coordination mechanisms, managing uncertainty and research directions. *Supply chain coordination under uncertainty*, 3982.
- Arvelo Sánchez, M. Á., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya Rodriguez, P. (2017). *Manual Técnico del Cultivo de Cacao. Prácticas latinoamericanas*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Ashan, M. B., Mehdi, M., & Ahmad, U. S. (2018). Understanding the interdependence between worker livelihoods and decent work at certified and non-certified mango orchards. *Earth Systems and Environment*, 621-632.
- Baneian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2018). Green supplier selection using fuzzy group decision making methods: A case study from the agri-food industry. *Computers & Operations Research*, 89, 337-347.
- Bárcena, A., Prado, A., Abramo, L., & Pérez, R. (2016). *La matriz de desigualdad social en America Latina*. Santiago: Naciones Unidas - CEPAL.
- Bathla, S. (2016). Organized fresh food retail chains versus traditional wholesale markets: Marketing efficiency and farmers' participation. In N. C. Rao, R. Radhakrishna, R. K. Mishra, & V. R. Kata, *Organized Retailing and Agri-Businesses. Implications of new supply chains on the Indian farm economy* (pp. 207-227). New Delhi: Springer.
- Bautista Santos, H., Martínez Flores, J., Fernández Lambert, G., Bernabé Loranca, M., Sánchez Galván, F., & Sablón Cossío, N. (2015). Integration model of collaborative supply chain. *DYNA*, 82(193), 145-154.

- Bhattacharjee, R., & Lava Kumar, P. (2007). Cacao. En C. Kole, *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Volume 6. Technical crops.* (págs. 127-142). Berlin: Springer Verlag.
- Bochtis, D., Sorenses, C., & Kateris, D. (2018). Agriproducts Supply Chain Operations. In D. Bochtis, C. A. Sørensen, & D. Kateris, *Operations Management in Agriculture* (p. 240). London: Elsevier Inc. Academic Press.
- Boudahri, F., Bennekrouf, M., & Sari, Z. (2013). Optimal design of the real agri-foods supply chain with environmental costs. *Proceeding Engineering & Technology*, 187-189.
- Brenner, V. (2015). *Causes of Supply Chain Disruptions. An empirical analysis in cold chains for food and pharmaceuticals.* Bremen: Springer Gabler.
- Calderón Lama, J., & Francisco-Cruz Lario, E. (2005). Análisis del modelo SCOR para la Gestión de la Cadena de Suministro. *IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón*, 1-10.
- Campoverde, J., Nava, F., & Borenstein, D. (2017). Aplicación de un modelo heurístico en el diseño Estratégico de la Cadena de Suministro: Sector Neumáticos Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 2(9), 1-13.
- Cano Olivos, P., Orue Carrasco, F., Martínez Flores, J., Mayett Moreno, Y., & López Nava, G. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Contaduría y Administración*, 60(1), 181-203.
- Cano, J., Panizo, C., & Rodríguez, J. (2015). Estrategias para el mejoramiento la cadena de suministro del carbón en Norte de Santander, Colombia. *Boletín de Ciencias de la Tierra*(38), 65-75.
- Castrellón-Torres, J. P., García-Alcaraz, J. L., & Adarme-Jaimes, W. (2014). Consolidación de carga como mecanismo de coordinación en cadenas de suministro de perecederos: Estudio de simulación. *DYNA*, 233-242.
- CEPAL. (2018). *Ruralidad, hambre y pobreza en America Latina y el Caribe.* Santiago: Comisión Económica para America Latina y el Caribe (CEPAL). Documentos de proyectos (LC/TS.2018/119).
- CONAPO. (2010). *Índice de Marginación por Entidad Federativa y Municipio.* Ciudad de México: Secretaría de Gobernación. Consejo Nacional de Población.
- Datta, S., Chatterjee, R., & Jana, J. (2015). Value addition in vegetable crops. In A. B. Sharangi, & S. Datta, *Value Addition of Horticultural Crops: Recent trends and future directions* (p. 342). New Delhi: Springer.
- Datta, S., Guha, S., & Sharangi, A. (2015). Value Addition in Spice Crops. In A. B. Sharangi, & S. Datta, *Value Addition of Horticultural Crops: Recent trends and future directions* (pp. 59-82). New Delhi: Springer.
- De la Torre, E., Martner, C., Moreno Quintero, E., Martínez, J., & Olivares Benítez, E. (2014). Herramienta para la evaluación del riesgo de robo en el autotransporte de carga. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 7(1), 438-469.
- Delgado, L., Toro, H. H., & Bravo, J. J. (2017). Enfoque práctico para la determinación de políticas de inventario centralizadas en un sistema 1-bodega/n-minoristas a través de simulación/optimización. *EIA*, 14(27), 31-41.
- Días Adrañero, M., Mula, J., & Campuzano, F. (2010). Evaluación de proveedores en una cadena de suministro mediante dinámica de sistemas. *4th International Conference on Industrial*



- Díaz Madroñero, M., Peidro, D., Mula, J., & Ferriols, F. (2010). Enfoques de programación matemática fuzzy multiobjetivo para la planificación operativa del transporte en una cadena de suministro del sector del automóvil. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 9, 44-68.
- Feitón Cespón, M., Cespón Castro, R., & Rubio Rodríguez, M. (2016). Modelos de optimización para el diseño sostenible de cadenas de suministros de reciclaje de múltiples productos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(1), 135-148.
- Flórez Martínez, D. H., & Ward Argota, S. (2013). Diseño de una minicadena productiva para apicultura orgánica en San Andrés Islas a través de un itinerario de ruta como herramienta de gestión e integración. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 4(2), 129-147.
- Flynn, B. B., & Xiao, X. (2010). The impact of supply chain integration on performance: A contingency and configuration approach. *ELSEVIER*, 58-71.
- Gentry, H. S. (1955). Introducing Black Pepper into America. *Economic Botany Vol. 9*, 256-268.
- Gómez Acosta, M., Acevedo Suárez, J., Pardillo Baez, Y., López Joy, T., & Lopes Martínez, I. (2013). Caracterización de la Logística y las Redes de Valor en empresas cubanas en Perfeccionamiento Empresarial. *Ingeniería Industrial*, 34(2), 212-226.
- Gómez M., R. A., Correa E., A. A., & D., P. (2010). Métodos cuantitativos utilizados en el diseño de la gestión de almacenes y centros de distribución. *Avances en Sistemas e Información*, 7(3), 109-118.
- González-Cancelas, N. (2015). Nuevas cadenas de transporte de mercancías generadas por las infraestructuras logísticas de intercambio modal. *Revista Transporte y Territorio Vol. 14*, 81-108.
- Goodman, D. (2008). The International Coffee Crisis: A review of the issues. In C. M. Bacon, V. E. Méndez, S. R. Gliessman, D. Goodman, & J. A. Fox, *Confronting the coffee Crisis. Fair trade, sustainable livelihoods and ecosystems in México and Central América* (p. 390). London: The MIT Press.
- Guohua, S. (2013). Research on the fresh agricultural product supply chain coordination with supply disruptions. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2013.
- Gutiérrez, E., Ballesteros, F., & Torres, J. (2012). Chapter 4. A study of cargo receipt logistics for flower exportation at El Dorado International Airport in Bogotá D.C. *Production Systems and Supply chain Management in emerging Countries: Best Practices*, 61-80.
- Hall, A., & Dorai, K. (2013). Innovation systems of the future: what sort of entrepreneurs do we need? In E. Coudel, H. Devautour, C. Soulard, G. Faure, & B. Hubert, *Renewing innovation systems in agriculture and food. How too go towards more sustainability?* (pp. 77-86). Wageningen: Wageningen Academic Publishers.
- Hernández Castorena, O., Jiménez Fajardo, J. A., & Marín Aguilar, T. (2017). Proveedores y modelos de gestión en la cadena de suministro: Pymes manufactureras de Aguascalientes (México). *FACCEA*, 7(1), 21-28.
- Icarte Ahumada, G. (2016). Aplicaciones de inteligencia artificial en procesos de cadenas de suministros: una revisión sistemática. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 24(4), 663-679.

- IMT. (24 de 12 de 2018). Red Nacional de Caminos. *Representación cartográfica en formato digital y georreferenciada de la red nacional de caminos*. Santiago de Queretaro, Queretaro, México: Instituto Mexicano del Transporte.
- INATEC. (2016). *Manual del protagonista. Pastos y forrajes*. Managua: Instituto Tecnológico Nacional.
- Jarosz, L. (2000). Understanding agri-food networks as social relations. . *Agriculture and Human Values*, 279-283.
- Junqueira, R. A., & Morabito, R. (2015). Production and logistics planning in seed corn. In L. Plá-Aragonés, *Handbook of Operations Research in Agriculture and the Agri-Food Industry* (p. 464). Lleida: Springer.
- Lorenz, K., & Rattan, L. (2018). Carbon sequestration in grassland soils. In K. Lorenz, & L. Rattan, *Carbon Sequestration in Agricultural Ecosystems* (pp. 175-209). Cham: Springer International Publishing AG.
- Luthra, S., Govinda, K., Kannan, D., Mangla, S. K., & Garg, C. P. (2017). An integrate framework for sustainable supplier selection and evaluation in supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1686-1698.
- Marín Marín, W., & Gutiérrez Gutiérrez, E. V. (2013). DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA SINCRONIZAR LAS OPERACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO. *Revista EIA*, 10(19), 67-77.
- Martínez Jurado, P. J., & Moyano Fuentes, J. (2011). Lean production y gestión de la cadena de suministros en la industria aeronáutica. *Elsevier*, 17(1), 137-157.
- Matopulos, A., Vlachopoulou, M., Manthou, V., & Manos, B. (2007). A conceptual framework for supply chain collaboration: empirical evidence from the agri-food industry. *Supply Chain Management: An international Journal*, 12(3), 177-186.
- Mebakerlin, M. S., & Chakravorty, S. (2015). Value addition in flowers. In A. B. Sharangi, & S. Datta, *Value Addition of Horticultural Crops: Recent trends and future directions* (p. 342). New Delhi: Springer (India).
- Mendoza Mendoza, A. A., Fontalvo Herrera, T. J., & Visbal Cadavid, D. A. (2014). Optimización multiobjetivo en una cadena de suministro. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(32), 295-308.
- Mula, J., Peidro, D., Díaz-Madroño, M., & Vicens, E. (2010). Mathematical programming models for supply chain production and transport planning. *European Journal of Operational Research*, 204(3), 377-390.
- Mula, J., Poler, R., & Cruz Lario, F. (2008). Un modelo de optimización fuzzy para la planificación de la producción de una cadena de suministro con incertidumbre en la demanda. *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*, 1621-1630.
- Mutersbaugh, T. (2008). Serve and Certify: Paradoxes of service work in organic coffee certification. In C. M. Bacon, V. E. Méndez, & S. R., *Confronting the Coffee Crisis. Fair trade, sustainable livelihoods and ecosystems in México and Central America* (pp. 261-287). London: The MIT Press.
- Orjuela-Castro, J. A., Díaz Gamez, G. L., & Bernal Celemin, M. P. (2017). Model for logistics capacity in the perishable food supply chain. *Applied Computer Sciences in Engineering*, 225-237.
- Ortega Hernández, A., León Andrade, M., & Ramírez Valverde, B. (2010). Agricultura y Crisis en México: Treinta años de políticas económicas neoliberales. *Ra Zimhai*, 323-337.

- Ortiz Vargas, D., & Montoya Torres, J. (2012). Programación de la producción bajo un ambiente de colaboración en una cadena de suministro diádica. *Ing. Univ. Bogotá*(16), 315-331.
- Osei-Wusu Adjei, P., Akwasi Kosoe, E., & Forkuor, D. (2016). Facts behind the myth of conservative rurality: major determinants of rural farmers' innovation adoption decisions for sustainable agriculture. *GeoJournal*, 16.
- Peidro, D., Mula, J., Jiménez, M., & del Mar Botella, M. (2010). A fuzzy linear programming based approach for tactical, supply chain planning in an uncertain environment. *European Journal of Operational Research*, 205(1), 65-80.
- Pérez Haro, E. (2013). Prospectiva de la agricultura en el desarrollo de México. *El cotidiano*. No. 117., 47-60.
- Post, D. M. (2002). The long and short of food-chain length. *Trends in Ecology & Evolution*, 269-277.
- Rauf, S., Sienkiewicz-Paderewska, D., Malinowski, D. P., Hussain, M. M., Khan Niazi, I. A., & Kausar, M. (2016). Forages: Ecology, breeding objectives and procedures. In J. Al-Khayri, S. M. Jain, & D. Johnson, *Advances in Plant Breeding Strategies: Agronomic, Abiotic and Biotic Stress Traits* (pp. 149-201). Cincinnati: Springer International Publishing AG.
- Renard, M.-C., & Pérez-Grovas, V. (2007). Fair Trade coffee in México. At the center of the debates. In L. Reynolds, D. Murray, & J. Wilkinson, *Fair Trade. the challenges of transforming globalization* (p. 240). New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Ribas Vila, I., Lario Esteban, F. C., & Companys Pascual, R. (2006). Modelos para la Planificación Colaborativa en la Cadena de Suministro: Contexto Determinista e Incierto. *X Congreso de Ingeniería de Organización*.
- Rivera-Ramírez, J., Guevara-León, M., Olvera-Vargas, L. A., Romero-Romero, Y., Vázquez-Elorza, A., Contreras-Medina, D. I., . . . García-Pérez, L. (2019). *Plataforma de Innovación Productiva Agroindustrial. Alternativas para el desarrollo del Istmo de Tehuantepec*. Guadalajara, Jalisco. México: Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. (CIATEJ).
- Rmos, M., Maness, T., & Salinas, D. (2015). MODELO DE UN SISTEMA MULTI-AGENTE PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN LA INDUSTRIA DE LA MADERA DE CONÍFERAS. *Maderas. Ciencia y Tecnología*, 17(3), 613-624.
- Romero Rodríguez, D., Ardila Rueda, W., & Cantillo Guerrero, E. (2017). Modelo de aproximación lineal para la medición de resiliencia en cadenas de suministro. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(1), 180-189.
- Romero Rodríguez, D., Ardila Rueda, W., Sierra Altamiranda, A., & Sánchez Sánchez, F. (2017). Modelo de aproximación lineal para la medición de resiliencia en cadenas de suministro. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(1), 180-189.
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421-429.
- Roy, T. (2015). Supply chain management of horticultural crops. In A. Sharangi, & S. Datta, *Value Addition of Horticultural Crops: Recent trends and future directions* (pp. 293-314). New Delhi: Springer India.
- Ruiz Torres, A., Mendoza Andrade, A., & Ablanado Rosas, J. (2013). Modelo para la planificación en la cadena de suministro: Selección y asignación a proveedores en el caso de lotes fijos. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 31(1), 1-21.

- Saéñz, J., Lambán, P., García, C., Royo, J., & Calahorra, R. (2006). *Buenas prácticas en la gestión de la cadena de suministro: Estudio Empírico*. Aragón: Fundación Económica Aragonesa.
- Salas Navarro, K., Miguél Mejía, H., & Acevedo Chedid, J. (2017). Metodología de Gestión de Inventarios para determinar los niveles de integración y colaboración de una cadena de suministro. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 25(2), 326-337.
- Sánchez Olivo, J. P., Moras Sánchez, C. G., Cortés Robles, G., Hernández Marín, D., & Ferrer Cruz, J. E. (2013). Análisis comparativo de modelos matemáticos para calcular los niveles de inventario y minimizar los costos del almacén de refacciones de una empresa vidriera. *Revista de la Ingeniería Industrial*, 7(1), 37-50.
- Santacruz-De León, E. E., & Palacio-Munóz, V. (2015). Campesinos Mexicanos: entre la subsistencia, el mercado y los cultivos ilícitos. *Quivera*, 11-25.
- Santos Salazar, V., Araújo de Moraes, W., & Pereira Lelte, Y. (2012). PROCESO DE INTERNACIONALIZACIÓN DE SERVICIOS Un estudio en una cadena de restaurantes del nordeste brasileño. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 21, 1035-1049.
- Sarache, W., Hoyos Montoya, C., & Burbano J., J. (2004). Procedimiento para la evaluación de proveedores mediante técnicas multicriterio. *Scientia Et Technica*, 10(24), 219-224.
- SIAP. (14 de 06 de 2018). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Ciudad de México, Ciudad de México, México: SAGARPA.
- Silva, J. (2017). Gestión de la cadena de suministro: una revisión desde la logística y el medio ambiente . *Entre Ciencia e Ingeniería*, 51-59.
- Sokhansanj, S., & Hess, R. (2009). Biomass Supply Logistics and Infrastructure. In J. R. Mielenz, *Biofuels: Methods and Protocols, Methods in Molecular Biology, vol. 581* (pp. 1-25). Hatfield: Springer Science + Business Media, Humana Press.
- Sotomayor Herrera, I., Navas C., C., Burbano, S., M., Moreira D., M., & Vasco M., A. (1993). *Manual de Cultivo del Café*. Quevedo: Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).
- Svesson, G. (2002). Dyadic vulnerability in Companies' Inbound and outbound logistics flows. *International Journal of Logistics*, 5(1), 13-43.
- Tan, B., & Cömдем, N. (2012). Agricultural planning of annual plants under demana, maturation,, harvest and yeild risk. *European Journal of Operational Research*, 220(2), 539-549.
- Therond, O., Debril, T., Duru, M., & Magrini, M.-B. (2019). Socio-economic characterisation of agriculture models. In J.-E. Bergez, E. Audouin, & O. Therond, *Agroecological Transitions: From Theory to Practice in Local Participatory Design* (p. 335). Cham: Springer Nature Switzerland AG.
- Uribe Londoño, M. A. (2011). *Sistema de conservación de pastos y forrajes mediante técnicas de ensilaje y henificación para alimentación de ganado vacuno en el rancho 7 UP, South Dakota, USA*. Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista.
- Valencia , J., Lambán , P., & Royo, J. (2013). Modelo analítico para determinar lotes óptimos de producción considerando diversos factores productivos y logísticos. *DYNA*, 81(184), 62-70.
- Vallejo Nieto, M. I., Gurri García, F. D., & Molina Rosales, D. O. (2011). Agricultura comercial, tradicional y vulnerabilidad en campesinos. *Política y Cultura No. 36.*, 71-98.

- Van der Vorst, J. G., Ossevoort, R., & De Keizer, M. (2016). DAVINC3I: Towards collaborative responsive logistics networks in floriculture. *Logistics and Supply chain Innovation*, 37-53.
- Van der Vorst, J. G., Schouten, R. E., Luning, P. A., & Van Kooten, O. (2014). Chapter 14. Designing new supply chain networks: Tomato and mango case studies. In G. R. Dixon, & D. E. Aldous, *Horticulture: Plants for People and Places. Volume 1* (p. 599). Dordrecht: Springer.
- Williams, C. L. (2016). Grass crop supply chains. En J. B. Holm-Nielsen, & E. A. Ehimen, *Biomass Supply Chains for Bioenergy and Biorefining* (pág. 410). Cambridge: Elsevier Inc. Woodhead Publishing.
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728-3740.
- Yu, M., & Nagurney, A. (2013). Competitive food supply chain networks with application to fresh produce. *European Journal of Operational Research*, 224(2), 273-282.
- Zamora, J., & Adarme, W. (2017). Coordinación del abastecimiento en proyectos de ingeniería mediante modelos de optimización. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 112-122.
- Zuluaga Mazo, A., & Gómez Montoya, R. (2014). Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo scor. *Revista Clío América*, 8(15), 90-110.
- Zuluaga Mazo, A., Guisao Giraldo, E., & Molina Parra, P. (2011). La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. *Revista politécnica*(13), 79-90.