

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Economía y Relaciones Internacionales

Programa de Doctorado en Ciencias Económicas



Tesis doctoral

“La sustentabilidad en el crecimiento económico regional: un análisis espacial ante el deterioro hídrico en la Comarca Lagunera 2003-2016”

Para obtener el grado de:
Doctor en Ciencias Económicas

Presenta:
Fabricio Moreno Baca

Director de Tesis:
Dr. Emilio Hernández Gómez

Codirector de Tesis:
Dr. Rolando I. Valdez Ramírez

Tijuana, Baja California, México.

Diciembre de 2020

Agradecimientos

La presente investigación no habría podido ser finalizada sin la colaboración, apoyo, asesoría y consejo de varios académicos a los cuales deseo agradecer en este espacio:

Agradezco las valiosas observaciones tanto de parte del Dr. Emilio Hernández Gómez así como del Dr. Rolando I. Valdez Ramírez.

Agradezco las atenciones y servicios que se brindaron a la presente investigación por parte del Órgano de Propiedad Intelectual de la UABC (OPI).

Agradezco las observaciones brindadas a la presente investigación por parte de los cuerpos académicos de la UABC tanto de Economía Urbana y Regional así como de Desarrollo y Competitividad Agroalimentaria, con especial mención a la Dra. Ana I. Acosta Martínez.

Agradezco a mis padres quienes siempre en los momentos más difíciles me dieron su valioso apoyo.

Y finalmente agradezco a Dios por las bendiciones recibidas.

Muchas gracias.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	7
Pregunta de Investigación.....	13
Objetivo General	13
Objetivos específicos	13
Hipótesis	14
Hipótesis específica	15
Justificación	16
Matriz de Congruencia Metodológica.....	20
CAPITULO I El problema del agua en la Comarca Lagunera.....	21
Descripción regional de la Comarca Lagunera	26
Análisis hídrico sobre los sectores agrícola y pecuario de la Comarca Lagunera	31
La ecuación de sustentabilidad descrita por Gallopín.....	40
Propiedades fundamentales de la sustentabilidad.....	45
El robo de agua dentro del deterioro hídrico en la Comarca Lagunera	56
Sobre el debate de la construcción de cuencas lecheras en diferentes zonas de México	57
CAPITULO II Enfoques teóricos de la inducción espacial y del crecimiento sustentable.....	60
El Crecimiento Económico	60
Economía Ambiental	63
Economía Espacial	66
Externalidades en el espacio económico.....	67
Externalidades económicas ambientales, fuerzas centrípetas y centrífugas y aglomeración.....	69
Evidencia Empírica	72
CAPÍTULO III Metodología	78
Propuesta Metodológica	78
Modelo Econométrico	102
Los datos	118
VARIABLES, CONSTANTES E INDICADORES DE ESTUDIO.....	139
Resultados y análisis	143
Interpretación de los estadísticos de los modelos econométricos y sus implicaciones	155
CAPÍTULO IV Conclusiones.....	164
Limitaciones de estudio.....	169
Líneas futuras de investigación.....	171
Anexos	174
Glosario.....	191
Bibliografía.....	194

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Imágenes satelitales de la desaparición gradual del Mar Aral	22
Figura 2	Disponibilidad media de agua per cápita en México para el año 2030	23
Figura 3	Localización de la Comarca Lagunera	26
Figura 4	Cuenca y acuíferos de la Comarca Lagunera	28
Figura 5	Sistema de estado finito	40
Figura 6	Grado de equilibrio entre la aglomeración, fuerzas centrífugas y daño en el medioambiente	71
Figura 7	Lógica sobre el manejo de corrientes teóricas para la presente investigación	77
Figura 8	Comparativo de las mecánicas espaciales en el contexto económico	80
Figura 9	Ventajas y Desventajas de las actuales técnicas espaciales econométricas	82
Figura 10	Modelo de Colby sobre la formación urbana debido a las fuerzas centrípetas y centrífugas	85
Figura 11	Modelo de R. Lawton sobre el desarrollo urbano	86
Figura 12	El Modelo vectorial de las tres regiones, de Fujita, Krugman & Venables (2001)	87
Figura 13	Fuerzas centrípetas y centrífugas de Krzysztofik	87
Figura 14	Localización de los puntos lagrangianos	90
Figura 15	Mecánica de "n" cuerpos del algoritmo Barnes-Hut	94
Figura 16	Aceleración de las fuerzas intrarregionales	96
Figura 17	Diagrama de flujo de la metodología propuesta	101
Figura 18	Mapa geo-urbano de la ciudad de Torreón, COAH. (2000), realizado por INEGI	112
Figura 19	Centroides poligonales y Análisis de dispersión sobre centroides poligonales	112
Figura 20	Ubicación del centroide mediano en la ciudad de Torreón, COAH. 2000	113
Figura 21	Comportamiento dinámico del Centroide mediano de la Ciudad de Torreón, COAH	114
Figura 22	Locaciones geográficas de los 16 municipios que comprenden a la Comarca Lagunera	115
Figura 23	Metodología propuesta para la representación de tres cuerpos gravitacionales	116
Figura 24	Localización aproximada de las zonas espaciales de neutral inducción económica (L4, L5) de cada uno de los municipios que comprenden a la Comarca Lagunera	117
Figura 26	Aceleración económico espacial vs. PIBpc de Tlahualilo	161

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Matriz de Congruencia Metodológica	20
Tabla 2	Huella hídrica de producción en México (sector/Color/Hm3 anuales)	24
Tabla 3	Huella hídrica por tipo de cultivo en México	24
Tabla 4	Detección de la existencia de sustentabilidad hídrica en la Comarca Lagunera 2003-2016	42
Tabla 5	Crecimiento de hectáreas de los cultivos no forrajeros con más alto crecimiento	47
Tabla 6	Secuencia histórica de corrientes del crecimiento económico	61
Tabla 7	Fuerzas económicas centrípetas y centrífugas	69
Tabla 9	Correlación espacial entre la aglomeración urbana y la problemática ambiental	70
Tabla 9	Conversión de términos de investigación al contexto económico	100

Tabla 10	Índices de capital humano analizados por la presente investigación	122
Tabla 11	Contracciones económicas de México 2000 – 2016	138
Tabla 12	VARIABLES, CONSTANTES E INDICADORES DE ESTUDIO.....	139
Tabla 13	Estadísticos descriptivos de las variables de estudio.....	143
Tabla 14	Estadísticos descriptivos para las variables de estudio log-transformadas.....	144
Tabla 15	Matriz de correlación entre variables de estudio	147
Tabla 16	Test de Normalidad de los modelos propuestos.....	150
Tabla 17	Resultados paramétricos de cuatro modelos para panel	152
Tabla 18	Resultados del modelo econométrico para la tasa de crecimiento económico espacial.....	154
Tabla 19	Mt ³ cúbicos de agua robada/ ahorrada de la Laguna durante el periodo 2003 – 2016.....	159

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1	Disponibilidad hídrica 2005 – 2025	21
Gráfica 2	Huella hídrica de México vs. Origen	25
Gráfica 3	Huella hídrica de consumo per cápita por producto en México	25
Gráfica 4	Impacto ambiental de 14 productos agrícolas/pecuarios (2018)	31
Gráfica 5	Nivel estático muestral vs. producción agrícola total de la Comarca Lagunera (2003-2017).....	32
Gráfica 6	Proporción de cultivos en la Comarca Lagunera 2003 – 2017.....	33
Gráfica 7	Proporción del sector pecuario de la Comarca Lagunera 2018.....	33
Gráfica 8	Producción de los cultivos más importantes de la Comarca Lagunera (2002-2018).....	34
Gráfica 9	Producción de los productos pecuarios más importantes de la Comarca Lagunera (2006-2016).....	35
Gráfica 10	Producción de Forrajes vs. Leche bovina de la Comarca Lagunera (2005-2016).....	35
Gráfica 11	Precios promedio al productor de los principales forrajes de la Comarca Lagunera (2002-2018).....	37
Gráfica 12	Rendimientos de forrajes vs. no forrajes en la Comarca Lagunera 2003 – 2016.....	46
Gráfica 13	PIB per cápita vs. extracción mts ³ Comarca Lagunera (2003-2013).....	53
Gráfica 14	Curva Kuznet extracción de agua mts ³ Comarca Lagunera (2003-2013)	53
Gráfica 15	Cultivos económicamente sustentables	55
Gráfica 16	Cultivos deficientes, con aumento de precio	55
Gráfica 17	Externalidades económicas positivas y negativas.....	68
Gráfica 18	Dinámica de fuerzas internas y externas.....	83
Gráfica 19	Dinámica de fuerza centrífuga y centrípeta de un cuerpo	84
Gráfica 20	Contrastación externalidad vs. aceleración económico espacial.....	97
Gráfica 21	Lógica de la utilidad del punto lagrangiano en el contexto de externalidades económico espaciales.....	99
Gráfica 22	Correlación gráfica de variable dependiente lnPIBpc vs. lnZ	145
Gráfica 23	Correlación gráfica de variable dependiente lnPIBpc vs. AEE	146
Gráfica 24	Análisis de Normalidad para los residuales obtenidos	149

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Formato APA (7. ^a Edición, año 2020) para resultados tabulados	175
Anexo 2	Formato APA (7. ^a Edición, año 2020) para figuras y gráficas	176
Anexo 3	Formato APA (7. ^a Edición, año 2020) para citación	177
Anexo 4	Formato APA (7. ^a Edición, año 2020) para parafraseo	178
Anexo 5	Test de raíces unitarias y estacionariedad	179
Anexo 6	Explicación didáctica sobre el concepto de aceleración	180
Anexo 7	Resultados arrojados Regresión Simple Modelo 1 (Pool de datos).....	182
Anexo 8	Resultados de la Regresión Arellano - Bond Modelo 3 y test de Sargan.....	182
Anexo 9	Resultados arrojados de la Regresión Efectos Aleatorios Modelo 2 y test del multiplicador Breusch & Pagan Lagrangian multiplier	183
Anexo 10	Resultados de la Regresión GLS Modelo 4 para Panel de datos	184
Anexo 11	Test Levin - Lin - Chu para raíces unitarias y estacionariedad	184
Anexo 12	GLS aplicado al modelo de tasa de crecimiento económico espacial	185
Anexo 13	Requerimientos de agua por cultivo con base en hectáreas, mts ³ o kg de producción	186
Anexo 14	Creación de software con base en los resultados obtenidos	188
Anexo 15	Ciclo hidrológico universal	190

INTRODUCCIÓN

Dentro del campo de la Economía, la acción de transmitir, recibir y procesar información representa un costo el cual solo es justificable si el beneficio esperado es mayor que el propio costo (Montenegro, 2011). Esto representa el punto de partida de la importancia de las externalidades positivas dentro de la propia economía ya que representan actividades que se transfieren a terceros sin cargo alguno con el fin aprovechar sus ventajas a favor de la propia sociedad en general (Delgado, Correa, & Conde, 2013). Precisamente son las externalidades positivas las que la Economía requiere multiplicar hoy más que nunca ante los graves escenarios de altos costos económicos y sociales, escenarios que padecen actualmente los recursos naturales mismos que son claves para el crecimiento y desarrollo económico de las regiones además de que son los tipos de recursos que más se han relegado dentro del ejercicio económico.

La sustentabilidad económica ambiental es un campo de estudio en el que predominantemente está y estará siempre en condiciones forzadas e inclusive adversas debido a las imperantes y cada vez más complejas condiciones e interacciones en las que se encuentran los recursos naturales dentro de las regiones. Lo anterior no debiera de verse como una limitante de estudio sino más bien como un deber y una exigencia ética y profesional de hoy en día para realizar investigación científica en dicho campo pues están en juego tanto la subsistencia económica así como la propia vida de miles de familias por el cada vez más amenazado *stock* de recursos naturales en el que se encuentran las regiones semidesérticas del país y del mundo.

A pesar de las variadas alternativas de solución ante la problemática económica que enfrentan los recursos naturales, aún dichas soluciones permanecen cuestionables y/o no concluyentes: desde investigaciones económicas basadas en control de precios como por ejemplo las propuestas en García Salazar et al. (2006), y Macías et al. (2007); pasando por investigaciones basadas en factores institucionales y de reorientación de cultivos como por ejemplo las propuestas en Fortis Hernández & Alhers (1999) y Bravo (2003); hasta proyectos ingenieriles, sustitutivos y de límites eficientes como por ejemplo las mencionadas en Barrientos (2010), Ríos et al. (2014) y Sosa (2009). Dentro de las propuestas de solución ante esta problemática por

parte de la investigación económica, la estrategia del precio ha tomado gran participación; no obstante, a pesar de que el precio es una herramienta neoclásica que tradicionalmente se ha aplicado abundantemente en la Economía como mecanismo de control y distribución (Haro-Martínez & Taddei-Bringas, 2014), dicha herramienta refleja el costo de proteger o proveer activos pero no refleja el beneficio de hacerlos, lo que suprime información valiosa que pudiera derivarse en incorrectas toma de decisiones (Bateman, Lovett, & Brainard, 2003) por lo que es sumamente necesario desarrollar otras herramientas como alternativas de solución.

En este contexto, dentro de la amplia gama de áreas de estudio en la Economía, el efecto derivado de las externalidades económicas toma relevancia sobre los recursos naturales debido a su inalienable bajo o nulo costo que brindan sus ventajas ante el cambio climático amenazante, el crecimiento poblacional desmedido, la disminución acelerada de los insumos para la vida humana, la alta interdependencia y desigualdad económica global junto con constantes asimetrías de mercado. Lo anterior es altamente contrastante con el problema fundamental y clave para el análisis económico de los bienes ambientales que es precisamente la ausencia de mercados para los mismos (Labandeira, León, & Vázquez, 2007): el libre mercado no considera las interacciones no valoradas en términos económicos con el medioambiente, por consecuencia tanto la producción así como el consumo no tienen en cuenta los costos ambientales y por lo tanto el bienestar asociado no es el máximo posible; esto último es lo que hace que múltiples investigadores e investigaciones se aparten del 3.^{er} principio de efectividad de Covey "*primero lo primero*", es decir, enfocarse a lo que es realmente importante (Covey, 1994) pues antes de pensar en expandir un sector pecuario o agrícola o inclusive mejorar su transmisión de precios primero se debe de asegurar la propia existencia de los principales insumos de dicho sector. Por lo tanto, en la presente investigación retomamos la importancia del recurso renovable que más está altamente vinculado con el crecimiento y desarrollo económico de una región y que además es la base existencial para cualquier producto o sector de tipo agrícola/pecuario e inclusive para la propia existencia humana y que cada vez más es notoria su degradación tanto en su disponibilidad, en su calidad así como en su propia recuperación: el agua (IMTA, 2003).

Es precisamente esta ausencia de mercado es lo que ha orillado a que la investigación económica de los recursos naturales haya sido relegada a un segundo plano (Cornejo, 2015). Este apartamiento no es nada nuevo pues ya había iniciado desde el siglo antepasado: resulta sumamente impactante que para los teóricos economistas que existieron desde 1870 a 1920 el agua poseía un valor de uso, pero no tenía un valor de cambio por lo que el agua solo era un bien natural pero no económico; y fue hasta los años veinte en que Marshall se preocupó por el valor del agua a lo cual la insertó dentro de la contabilidad nacional económica (Heredia, 2007). Y desde entonces la degradación y alteraciones de los recursos naturales representan uno de los más profundos y complejos retos económicos de la sociedad moderna (Dahl, Moldan, & Hák, 2007) teniendo en cuenta que es un tema de análisis cuyo origen se remonta desde los inicios del propio campo de la Economía (Yifu Lin, 2012).

Por lo anterior, el presente estudio se enfoca principalmente al sector agrícola debido a que es precisamente este sector el que más agua consume por sobre el sector urbano e industrial (IMTA, 2003) por lo que el costo y disponibilidad del agua es determinante para dicho sector, sector que representa la estructura primaria socioeconómica más importante en la mayoría de las regiones además de que el sector agrícola ocupa las más grandes áreas de extensión de tierras (más que cualquier otro tipo de industria); y además el producto final de dicho sector son prácticamente todos los alimentos para el ser humano por lo que doblemente representa una base indispensable e indiscutible para la existencia y el bienestar humano (Bell & Morse, 2008).

Como región de estudio para la presente investigación se eligió a la Comarca Lagunera (región localizada al norte de México y conformada por 16 municipios) ya que en dicha región coinciden al mismo tiempo cuatro críticas características de agresivo e intensivo uso del agua más que cualquier otra región de México: en dicha región se encuentra la cuenca lechera más importante del país con más de 70 años de liderazgo en la nación (se requieren 1,020 litros de agua para producir un litro de leche) (Rendón Huerta, Álvarez Fuentes, & García López, 2017); es una de las regiones claves de la producción de nuez y carne de bovino, las cuales ocupan el 3.^{er} lugar y 2.^o lugar en la nación, respectivamente (huella hídrica 9,063 litros de agua por kg de nuez y 15,415 litros de agua por kg de carne de bovino) (Rendón Huerta, Álvarez Fuentes, & García López, 2017)); se encuentra localizada en una de las regiones más semidesérticas con registros

récord de sequías en la historia del país (Fortis Hernández & Alhers, 1999); dicha región es poseedora del manto acuífero más explotado de todos los 653 que actualmente posee México, es decir, el acuífero Principal-Región Lagunera (CONAGUA, 2019); y por lo mismo es poseedora de uno de los focos de contaminación de arsénico y amoníaco más graves en el mundo (Ovalle Arias, 2019). Ante esta realidad indudablemente grave, crítica y relevante, es impostergable realizar investigación en el campo de la Economía sobre el estudio de la interdependencia entre el crecimiento económico con respecto al recurso hídrico de la región lagunera que impacta cada vez más en su propio crecimiento y desarrollo económico.

La explotación hídrica de los acuíferos laguneros sorprendentemente es un problema que ya había sido detectado desde los años 30's (Wolfe, 2014). Independientemente del debate sobre el requerimiento de la cantidad de agua necesaria para sostener los intensivos sectores pecuarios o agrícolas en regiones semidesérticas, muchos olvidan que el problema no es solamente cuestión de "cantidad" del agua sino también de "calidad" misma que se ha agravado precisamente por la cada vez más profunda extracción de dicho recurso natural para su obtención y que se manifiesta en su contaminación principalmente de arsénico y de metales pesados afectando no solamente a la calidad de la producción de dichos sectores sino también a la propia integridad de todos los seres vivos de esta región, incluyendo la existencia humana. Esta es la realidad que ha estado lidiando la Comarca Lagunera desde hace ya casi un siglo.

Sin duda alguna, la solución de impacto estructural al problema hídrico que actualmente enfrentan los acuíferos de la Comarca Lagunera es y será de tipo tecnológico, de eso no hay ninguna duda. La tecnología será la que decidirá la directriz de dicha solución. Ante ello, el campo de la Economía tiene el deber y la responsabilidad como ciencia social de crear los mecanismos económicos y sociales más propicios para el desarrollo de dicha tecnología, pues no vale excusa alguna para lo contrario tal como señala el principio precautorio de las Naciones Unidas: *"Ante las amenazas de daños irreversibles, la falta de conocimientos científicos no debe de ser excusa para postergar la adopción de medidas efectivas para prevenir la degradación ambiental"* (Gallopín, 2003). Se recalca y se reitera al lector la relevancia de la presente investigación misma que consiste en el estudio de fracturas de inducción dentro del espacio económico con el fin de utilizarlas para potencializar la sustentabilidad hídrica de una región; por lo mismo la base teórica del presente proyecto de investigación está conformada obligadamente por la Economía Espacial junto con

un enfoque deductivo de la Economía ambiental, la Nueva Economía Geográfica y el estudio del Crecimiento Económico (Van den Bergh & Nijkamp, 1997). Como podrá observarse, partir del análisis de la cadena de valor del agua (que es un ejercicio meramente inductivo y predominantemente microeconómico) no es el enfoque de estudio más adecuado para la presente investigación más sin embargo se propone como línea futura de investigación.

Uno de los valores agregados de la presente investigación es que no solamente se sirve de las ventajas de la Econometría para su análisis interpretativo sino que también se aplican las ventajas de varias herramientas que ofrecen campos de estudio heterogéneos a la propia Economía como son la Física así como el uso de Sistemas de Información Geográficos (GIS); lo anterior se realiza con el fin de poder brindar un análisis integral de nuestros resultados. Además, dentro de las aportaciones que brinda la presente investigación se encuentran los conceptos de “geodirigir” y “aceleración económica espacial” los cuales representan mecanismos prácticos para analizar las fuerzas económicas centrípetas y centrífugas de una región en relación con las externalidades resultantes, facilitando así el análisis económico espacial dentro de una unidad territorial.

Además, en la presente investigación se aborda el tema del robo o extracción ilegal del agua dentro de la agricultura en la Comarca Lagunera tanto en nuestro modelo matemático así como en nuestra base de datos. Cabe mencionar al respecto, que hasta la fecha existe una verdadera escasez de investigación formal sobre el robo de agua regional en la Comarca Lagunera o inclusive en cualquier otra región en el país. Aunque el robo del agua agrícola en la Laguna no es un objetivo de la presente investigación, se inserta necesariamente como indicador de estudio dentro del grupo de externalidades negativas debido a que dicho fenómeno afecta no solamente al crecimiento económico sino también al propio bienestar social y desarrollo económico de dicha región, independientemente de si el agua hurtada sea convertida finalmente en producción económica favorable en algún punto del tiempo. Como se verá en las secciones siguientes, el robo del agua para la agricultura no es el único fenómeno negativo que afecta a la escasez de la misma en la Comarca Lagunera: también ha existido y existe una infraestructura hídrica en dicha región la cual no es suficiente para apoyar la óptima eficiencia del agua así como una insostenible cultura técnica productiva entre la mayoría de los productores agrícolas para la conservación del agua, sin

mencionar que la conversión hacia forrajes de menor intensidad hídrica es lenta en dicha región (debido a que principalmente se deja a manos del mercado) a pesar de los probados beneficios y alcances para los productores agrícolas.

Obsérvese que han pasado ya casi noventa años en la Comarca Lagunera desde que se notificó la primera alerta sobre el abatimiento de sus recursos hídricos y a partir de entonces se han hecho múltiples iniciativas públicas, privadas y civiles para enfrentar tal situación mismas que no han sido suficientes. Y sabiendo de antemano que la naturaleza de las externalidades económicas sobre el espacio regional es principalmente heterogénea hace todavía más difícil y complejo el aprovechamiento homogéneo de las externalidades favorables. Obsérvese que el tiempo que lleva dicho problema en la Laguna (casi 90 años) aunado a la complejidad distributiva de dichas externalidades favorables nos lleva a plantear inicialmente los siguientes supuestos como causas del problema: a) un elemento intrínseco de la cultura de la población lagunera, b) un elemento externo que no está totalmente en manos de la población lagunera. Nuestra investigación seleccionó la opción del elemento externo debido al objeto de nuestro estudio, que es la distribución de la externalidad económica espacial. Por tanto, obsérvese que este supuesto nos orilla a reflexionar dos características del comportamiento del fenómeno de externalidades espaciales sabiendo de antemano su naturaleza heterogénea: a) que dichas externalidades se concentran en áreas pequeñas o grandes respecto a la distribución del espacio y b) que dichas externalidades no logren llegar a ciertas áreas en el espacio donde su inducción es prácticamente nula sin importar las condiciones económicas que imperen. Obsérvese que el inciso “a)” está ampliamente fundamentado por abundantes investigaciones científicas referentes a las aglomeraciones o clústeres dentro de un espacio económico; pero en la opción “b)” supone la existencia de áreas donde nunca o casi nunca llegan a ser inducidas por dichas externalidades, sin importar la fuerza o el tiempo de inducción.

Por consecuencia, esto último nos lleva a otro ejercicio de reflexión y retrospección deductiva: no importa que tan fuerte sea el rendimiento de inducción de las externalidades espaciales dentro de un espacio económico, pues siempre existirán “fracturas” donde la inducción es casi nula o nula. Al comprobar lo anterior, se propone como una de las razones del porqué en la Comarca Lagunera se ha sufrido de una resiliencia hídrica lenta y persistente por cerca de noventa años a pesar de los esfuerzos gubernamentales,

privados y civiles. Estos ejercicios de reflexión deductiva representan la antesala para nuestra pregunta de investigación, para nuestros objetivos de investigación y para nuestra hipótesis a comprobar: nuestra investigación parte de la heterogeneidad del espacio económico en el que existen zonas regionales donde la inducción de externalidades es nula o inexistente sin importar la fuerza, condiciones o tiempo de inducción, representando lo anterior un área de oportunidad y de control para optimizar la homogeneización e inducción de las externalidades sustentables de una región. Con base en estas preliminares reflexiones, nuestra pregunta de investigación, objetivos e hipótesis son las siguientes:

Pregunta de Investigación

¿Cómo utilizar el crecimiento y espacio económico para impulsar la recuperación hídrica de una región?

Objetivo General

Analizar el crecimiento económico y su relación con los recursos hídricos de la Comarca Lagunera durante el periodo 2003-2016 con base en un análisis espacial mediante un tipo de investigación deductivo cuantitativo con el propósito de identificar mecanismos que impulsen a la inducción de externalidades favorables en la sustentabilidad hídrica regional.

Objetivos específicos

- a) Analizar la estructura económica geográfica de la inducción de externalidades de cada municipio de la Comarca Lagunera en el periodo 2003 - 2016 derivada de la propia interacción económica regional.
- b) Diseñar una metodología para la representación económica, espacial y regional que predominantemente subsane las debilidades del clásico modelo gravitacional y que sea además una alternativa frente a otras técnicas de análisis espacial.
- c) Crear un software de propia autoría con el fin de aplicar de forma práctica los resultados obtenidos de la presente investigación.¹

¹ Tanto las líneas de código resultante así como el software en funcionamiento óptimo fueron entregados en tiempo y forma en mayo del 2020 quedando a disposición del Departamento de Economía Urbana y Regional de la UABC – FEyRI (véase Anexo 14).

Para el presente proyecto se aplicó la consideración metodológica señalada por Rojas Soriano en el que señala la necesidad de diseñar tanto una Hipótesis central así como una Hipótesis específica, con el fin de evitar hipótesis abstractas (Rojas, 2013) y de esta manera se logra apoyar al desarrollo tanto del objeto de estudio así como del modelo propuesto. Antes de mostrar las hipótesis, presentamos nuestros conceptos propuestos mismos que nos ayudarán al desarrollo de las mismas:

Geodirigir: Con el fin de poder facilitar de forma práctica la comprensión de nuestra investigación se decidió construir y proponer dicho concepto debido a que actualmente no existe un término similar en el argot económico, previa revisión en la literatura económica. Actualmente, la palabra geodirigir se aplica en el argot de la hidrología e hidrogeografía el cual significa conducir o controlar la dirección de un flujo de agua a través de un terreno específico; de vez en cuando dicha palabra se aplica en el argot de la mercadotecnia para referirse al control de una campaña con base en localizaciones. Para nuestra investigación, se requirió aplicar dicha palabra para referirnos fácilmente a la acción de conducir, controlar o secuenciar el crecimiento económico dentro de una determinada área geográfica.

Aceleración económica espacial: Para la presente investigación requerimos del apoyo de un concepto que englobe significativamente los componentes espaciales basado en el modelo gravitacional y que además incluya de una forma práctica el comportamiento resultante de la inducción espacial generada por las fuerzas intrarregionales ya que no se encontró un concepto similar en el actual argot económico, previa revisión de la literatura respectiva.¹ Para lograr este concepto, aplicamos la lógica de la mecánica lagrangiana de “n” cuerpos, misma que se explica su desarrollo en la sección de Metodología.

Por tanto, nuestras hipótesis son:

Hipótesis central

A medida en que se geodirija el crecimiento económico sustentable, mayor será la eficiencia de inducción favorable sobre el uso de los recursos hídricos de una región.

¹ Este concepto que proponemos es totalmente diferente el concepto de “aceleración económica” propuesto por Samuelson (1939) ya que éste último carece de implicaciones espaciales.

Hipótesis específica

A medida en que el crecimiento económico de una región se correlacione significativamente con la realidad gravitacional de más de dos cuerpos, mayor será la eficiencia del aprovechamiento de inducción sustentable a través de sus zonas resultantes donde la aceleración económica espacial son cercanas a cero.

Obsérvese que con esta hipótesis específica logramos reunir cuatro elementos clave en nuestra investigación: a) comprobar nuestra hipótesis central directamente del propio modelo econométrico propuesto sin recurrir a extensas comprobaciones empíricas, b) comprobar la efectividad de nuestra metodología propuesta respecto al correcto uso de la mecánica gravitacional cuando están involucrados más de dos unidades territoriales, c) mostrar nuestra innovación que consiste en aplicar la lógica de la utilidad que representan las zonas de baja o nula inducción en el contexto de inducción espacial económica y d) finalmente con lo anterior descrito tenemos todos los elementos para poder responder de manera integral a nuestra pregunta de investigación.

Objeto de estudio

Obsérvese que nuestra pregunta de estudio así como nuestras hipótesis están dirigidas a utilizar al propio espacio económico para impulsar la inducción sustentable y así apoyar a la solución de la problemática hídrica en la que se encuentra la Comarca Lagunera. Es por ello por lo que la sustentabilidad es solo una característica del tipo de inducción que necesitamos aplicar, pero no es el fin último de nuestro estudio pues recuérdese que estamos optimizando el mecanismo homogéneo de inducción de las externalidades sobre la alta heterogeneidad que implica el espacio económico. Por tanto, el objeto de estudio de nuestra investigación es la propia externalidad económica espacial generada en una región, logrando así que los resultados de nuestra investigación también sean aplicados no solamente para la inducción del tipo sustentable sino también para cualquier otro tipo de inducción deseada. Esto último amplía la relevancia de la presente investigación dentro del estudio económico regional.

Justificación

La relevancia principal de la presente investigación consiste en que desarrolla de manera teórica, metodológica y práctica el aprovechamiento de las fuerzas económico espaciales con el fin de aumentar la inducción de sustentabilidad en una región determinada. Es por ello por lo que la innovación de la presente investigación radica en que se expande la exploración del fenómeno económico espacial a través del concepto propuesto como “aceleración económica espacial” el cual relaciona en un solo concepto a las fuerzas descritas por Krugman (1996), Newton (1687) y Lagrange (Marion, 1998). Para fundamentar lo anterior, es necesario comprender que dentro de la historia de la Economía se han producido importantes avances dentro de la misma gracias a que se ha servido de herramientas provenientes de las ciencias exactas. Para muestra de lo anterior se presentan algunos ejemplos de los más relevantes:

- a) Daniel Bernoulli: En 1738 publicó “*Exposición de una nueva teoría de medición del riesgo*” en el cual relaciona mediciones del campo de la Física para aproximar las preferencias comerciales de los individuos (Charles-Cadogan, 2018).
- b) Nicolás François Canard: En 1801, señaló que las fuerzas de la oferta y demanda son fuerzas bajo el contexto de la Física y que además son ontológicamente opuestas (Rosser, 2005).
- c) Louis Bachelier: En 1900, aplicó los fundamentos del movimiento Browniano¹ (modelo substancialmente relacionado al campo de la Física) para poder representar los movimientos especulativos del mercado de capitales. Años más tarde, la misma base del modelo browniano la usaría Albert Einstein para sus propias investigaciones (Rosser, Jr., 2006).
- d) Paul Samuelson: En 1947 publica su obra “*Análisis de los fundamentos económicos*”, obra que transfiere los conceptos de la Física del siglo XIX especialmente los del campo de la Termodinámica a las bases de la Economía neoclásica (Rosser, 2005).
- e) A.W.H. Phillips: En 1946, este economista neozelandés famoso por sus contribuciones a la curva de Fischer, representó al mecanismo de la teoría macroeconómica con base en un dispositivo basado en los fundamentos de la Hidráulica (Reserve Bank of New Zealand Museum, s.f.).
- f) Jean Tinbergen: Este ganador del Premio Nobel de Economía 1969, desarrolló en 1962 el famoso modelo gravitacional del comercio internacional, modelo que está basado totalmente en la Ley

¹ Para definición de este tipo de análisis, véase en sección de Glosario

Gravitacional de Isaac Newton (Rosser, 2005) y que ha tenido un éxito empírico relativamente sostenido hasta nuestros días.

Con estos fundamentos, se sustenta que la seriedad de nuestra investigación no se menoscaba al conjugarse con las bases de ciencias exactas. Es necesario señalar al lector que si no se está convencido de que la Economía es un sistema funcionalmente abierto para con las herramientas provenientes de las ciencias exactas, muy difícilmente podrá observar los planteamientos y aportaciones que se describen en la presente investigación. Al respecto, Labandeira et al. (2007) menciona que la Economía es *“un sistema abierto y (por tanto) el sistema económico no puede operar sin la base de los sistemas ecológicos”*. Es por eso por lo que la solidez de la Economía como una ciencia social en constante evolución, radica precisamente que es inclusiva y abierta con el resto de las ciencias. Otras justificaciones adicionales del presente proyecto de investigación son:

- a) Antes de pensar en cómo optimizar precios, utilidades o en la propia expansión de un determinado sector económico, primero hay que asegurar y propiciar la existencia del insumo principal de dicho sector. Este principio es primordial en el entendimiento científico y comercial (Covey, 1994).
- b) Existe una abundante investigación sobre el “Porqué”, el “Cómo”, el “Cuándo”, el “A quién” y el “Para qué” respecto a la relación entre los recursos naturales, el crecimiento económico y la economía espacial; sin embargo, con base en una exhaustiva revisión de investigaciones en Economía mostradas en la sección de enfoques teóricos del presente proyecto, existe una notable escasez de investigación sobre el “Dónde” y sus diferentes vertientes con respecto a la relación de los recursos naturales y el crecimiento económico. Dicha brecha de investigación económica la confirman varias investigaciones relevantes entre ellas: Van den Bergh & Nijkamp (1997), Levin-Keitel, Mölders, Othengrafen, & Ibendorf (2018) y Grazi, Waisman, & van den Bergh (2007); así como en investigaciones referentes al comportamiento y transmisión del spillover (Poirson & Weber, 2011).
- c) Señala de manera muy clara Labandeira et al. (2007) que el objetivo que tiene el desarrollo sustentable es *“más amplio que el de alcanzar una mínima renta per cápita porque el derecho a una adecuada calidad de atmósfera y el agua, y a una provisión adecuada de servicios sociales entre otros, formarían parte de las necesidades fundamentales que el desarrollo debe satisfacer. Esto implica que el desarrollo*

sustentable no es únicamente un concepto de eficiencia en el uso de los recursos sino también de equidad”.

- d) Consideramos que abordar la sustentabilidad a través de externalidades económicas es el medio más eficiente y de bajo costo en comparación con cualquier otro medio que pueda ofrecer el campo de la Economía ya que convoca tanto a la cultura de una región así como al propio crecimiento económico. Es necesario determinar una solución que implique al crecimiento económico de la región así como a la constante evolución cultural de una región además del factor tecnológico, para que este se sostenga y se perfeccione a través del tiempo impactándose finalmente en el desarrollo económico regional.
- e) Y como última justificación pero no menos importante para el presente proyecto de investigación es lo señalado por Labandeira et al. (2007) el cual prácticamente fundamenta totalmente la dirección de nuestra investigación: *“invertir en acelerar el crecimiento económico se convierte en una estrategia de solución (del problema) más eficiente que la aplicación de políticas ambientales o medidas correctoras específicas”*. Lo anterior justifica y encauza en gran medida a la presente investigación basándose en un instrumento realmente poco explorado y estudiado tanto en el campo de la Economía así como su relación con el agua, como lo es el efecto de inducción a través de las externalidades económicas espaciales tal como se fundamentan en Zhao, Sun, & Liu (2017), Long & Pijanowski (2017), Bao & Chen (2017) y Sun, Zhao, Zou, & Zheng (2014).

Metodología

Las técnicas aplicadas para llevar a cabo la comprobación de las hipótesis de la presente investigación son: a) Análisis de existencia de sustentabilidad regional: Análisis curva de Kuznet; Ecuación de sustentabilidad y principios descritos por Gallopín (2003); b) Análisis Econométrico: Regresión Simple de Mínimos Cuadrados Ordinarios mediante Pool de Datos; Regresión Simple de Mínimos Cuadrados Ordinarios mediante Panel de Datos con Efectos; Panel de datos dinámico mediante variables instrumentales aplicando el Modelo de Arellano – Bond; Panel de datos dinámico mediante Modelo de Mínimos Cuadrados Generalizado; c) Análisis Numérico: Análisis Geográfico referenciado (aplicando el software ArcGis 10.3); Análisis basado en la mecánica gravitacional de 3 cuerpos de Lagrange.

Estructura

El presente documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección de Introducción se abarca de manera general los antecedentes del planteamiento del problema, preguntas investigación, objetivos generales y específicos, hipótesis, justificación, metodología y estructura de la investigación; en el capítulo 1 se describe el problema del agua que enfrenta la Comarca Lagunera y su relación con los sectores agrícola y pecuario; en el capítulo 2 se presentan los enfoques teóricos tanto del crecimiento sustentable así como de las externalidades espaciales en relación con el campo de la Economía, donde además se incluyen la evidencia empírica relacionadas a nuestras hipótesis; en el capítulo 3 se describe la Metodología misma que abarca la descripción de la propuesta metodológica, las variables e indicadores, el modelo econométrico, la naturaleza de los datos y los resultados así como su respectivo análisis econométrico; y finalmente en el capítulo 4 se presentan las Conclusiones, incluyendo tanto las limitaciones de estudio así como futuras líneas de investigación resultantes.

Cabe mencionar que todas las citas y referencias bibliográficas que hace uso la presente investigación están basadas en las normas APA 7.^a. edición 2020 mismas que se pueden revisar en los Anexos 1, 2, 3, y 4. Además, se aplicó el software “Stilus Gold” el cual posee robustos filtros de corrección ortográfica, gramática y de sintaxis mismos que fueron aplicados para la redacción de la presente investigación.

Para finalizar esta sección, a continuación presentamos la Matriz de Congruencia Metodológica (Pedraza Rendón, 2001) aplicado para la presente investigación (Tabla No. 1) mostrando los diferentes componentes de investigación:

Tabla 1

Matriz de Congruencia Metodológica

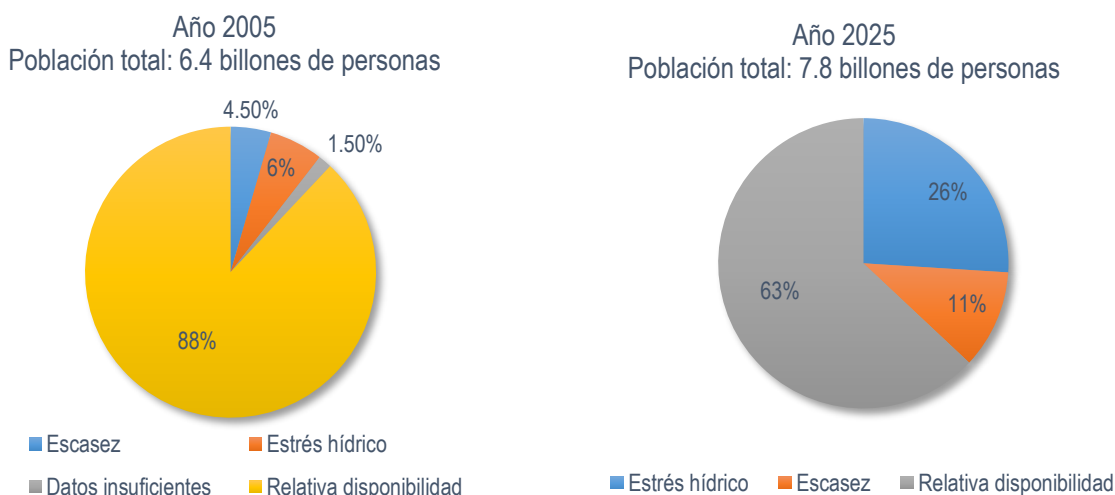
Problema	Pregunta de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Hipótesis	Variables, Indicadores & Constantes	Metodología	Modelo	Instrumentos	Resultados y Conclusiones
Deterioro hídrico de la Comarca Lagunera 2003 - 2016	¿Cómo utilizar el crecimiento y espacio económico para impulsar la recuperación hídrica de una región?	Analizar el crecimiento económico y su relación con los recursos hídricos de la Comarca Lagunera durante el periodo 2003-2016 con base en un análisis espacial mediante un tipo de investigación deductivo cuantitativo con el propósito de identificar mecanismos que impulsen a la inducción de externalidades favorables en la sustentabilidad hídrica regional.	<p>Analizar e identificar la estructura económica geográfica de la inducción de externalidades de cada municipio de la Comarca Lagunera en el periodo 2003 - 2016 derivada de la propia interacción económica regional.</p> <p>Diseñar una metodología para la representación económico, espacial y regional que predominantemente subsane las debilidades del clásico modelo gravitacional y que sea además una alternativa frente a otras técnicas de análisis especial.</p> <p>Crear un software de propia autoría con el fin de aplicar de forma práctica los resultados obtenidos de la presente investigación.</p>	Hipótesis específica A medida en que el crecimiento económico de una región se correlacione significativamente con la realidad gravitacional de más de dos cuerpos, mayor será la eficiencia del aprovechamiento de inducción sustentable a través de sus zonas resultantes donde la aceleración económica espacial son cercanas o igual a cero.	Producto Interno Bruto municipal, Stock de capital ajustado, Capital humano, Salud municipal, Nivel de educación municipal, Defunciones infantiles por municipio, Recursos hídricos, Mano de obra, Agua extraída ilegalmente, Cambio Tecnológico, Eficiencia productiva agrícola, Eficiencia productiva pecuaria, PIB regional regresivo, Distancia entre municipio "i" con respecto a al PIB regional, Distancia lagrangiana, Latitud dinámica-geográfica Municipio "i", Longitud dinámica-geográfica Municipio "i", Latitud del Centro de masa gravitacional al PIB regional, Longitud del Centro de masa gravitacional al PIB regional, Aceleración económica espacial, Ángulo lagrangiano, Tasa de crecimiento poblacional, Tasa de depreciación del capital, Parámetros de regresión econométrica del municipio "i", Parámetros de regresión econométrica del municipio "j", Parámetros de regresión econométrica del municipio conjunto, Constante gravitacional estándar, Radio de la Tierra	Deductiva Cuantitativa Espacial	Basado en: Fuerzas Krugman (1996) Leyes de Newton (1687) Mecánica Analítica de Lagrange (1788)	Bases Datos: CONAGUA CCNORTE SIAP SIACON-NG IMCO INEGI BANXICO WordBank EPIPEM IMSS INAFED	Se confirma la existencia de sustentabilidad económica (tipo débil y escasa) en 6 de los 16 municipios, durante el periodo de estudio (elasticidad positiva de 0.1268 en la variable de sustentabilidad hídrico agrícola con respecto a la producción agregada) Elasticidades obtenidas: 0.0 (intercepto); 0.5131 (stock de capital); 0.4024 (consumo hídrico); -0.3153 (capital humano); 0.1268 (sustentabilidad hídrico agrícola); -0.1960 (sustentabilidad pecuaria); 0.4868 (dependencia espacial); 0.5954 (stock de capital nivel regional); -0.89362 (contracción 2000-2003); -0.0991 (sequías). Todas las elasticidades son estadísticamente significativas al 1 %. Los municipios con mayor extracción ilegal de agua durante el periodo de estudio son Gómez Palacio, San Pedro de las Colonias, Matamoros y Tlahualilo. Se confirma significativamente la correlación entre la mecánica lagrangiana y el contexto económico regional, por consecuencia se comprueba la existencia y factibilidad de las zonas lagrangianas regionales para la potencialización de la inducción sustentable.

CAPITULO I EL PROBLEMA DEL AGUA EN LA COMARCA LAGUNERA

El problema del agua en la Comarca Lagunera no es exclusivo de dicha región pues es un fenómeno que se presenta en varias regiones del planeta. Antes de describir su problemática regional describimos de forma general el contexto en que se encuentra dicha problemática en el mundo: según las previsiones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), para el año 2025 cerca de una tercera parte de la población mundial enfrentará los estragos de la escasez de agua a diferencia de la situación actual donde cerca de un 11 % la sufren (World Bank, 2000) como se puede mostrar en la Gráfica 1:

Gráfica 1

Disponibilidad hídrica 2005 - 2025



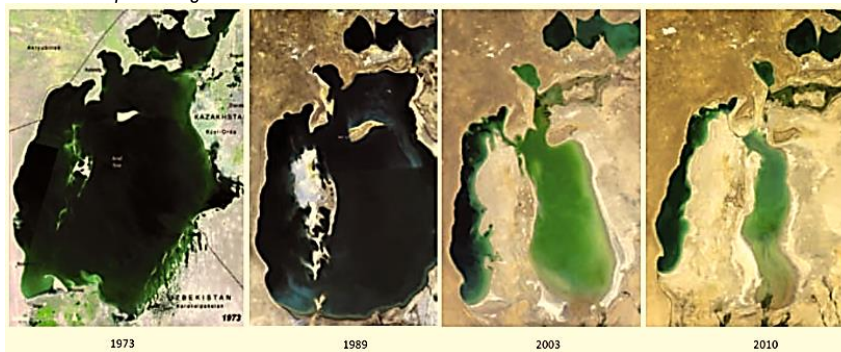
Adaptado de *A guide to world resources 2000 - 2001: people and ecosystems - the fraying web of life*, World Bank Group, 2000, (<http://documents.worldbank.org/curated/en/194461468779097505/A-guide-to-world-resources-2000-20001-people-and-ecosystems-the-fraying-web-of-life>)

Actualmente en el mundo viven más de siete mil millones de habitantes, a los que se suman de forma anual aproximadamente 140 millones personas. Cada uno de ellos deja una huella hídrica de 1,385 m³ anuales en promedio (WWF, 2012). La asociación World Wild Fund for Nature (WWF, 2012) menciona que: *“la reconversión productiva y la adopción de tecnologías más eficientes serán necesarias en muchas regiones, ya que nadie sabe qué tanta agua habrá al siguiente año. En este contexto, las naciones que sean capaces de utilizar el agua eficientemente estarán mejor preparadas para enfrentar los desafíos del cambio climático”*. A continuación, se muestran solo algunos casos en el mundo donde el impacto de la explotación agrícola pecuaria y/o industrial ha convertido zonas de catástrofes hídricas:

- i. Lago Poopó: A mediados del 2015, este lago boliviano de una extensión de 3,000 kms² (el cual había sido considerado el segundo más grande de Bolivia) se reportó públicamente como en peligro de desaparecer. Las causas principales: cambio climático, explotación agrícola minera y la contaminación derivada de las anteriores actividades productivas, tal como señala Attanasio (2018) y Weiss (2018).
- ii. Lago Tanganica: Es el más antiguo de África y el segundo más grande del planeta. Solo quedan barcos abandonados y estructuras vacías dentro de él. Desde los años 50's se inició en dicho lago una explotación pesquera intensiva; sin embargo, estudios recientes señalan que la causa principal de su casi desaparición es el cambio climático, tal como señalan Ecodiario (2016) y Weiss (2018).
- iii. Lago Urmia: Es el 2.º lago salino más grande del mundo, ubicado en Irán. Su situación actual es tan crítica, que incluso gobiernos del mundo como Japón e intervenciones de la propia FAO han tenido que aplicar programas urgentes para su salvación. En 1997 este lago contaba con 30,000 millones de mts³ de agua; sin embargo, en el 2013 alcanzó solo 0.5 millones de mts³. A pesar de su lenta recuperación, su situación sigue siendo precaria poniendo en riesgo la vida de millones de iraníes tal como señalan Hispantv (2018) y Weiss (2018).
- iv. Mar Aral: considerado como el 4.º lago más grande del planeta y localizado en los territorios de Kazajistán y Uzbekistán, ha desaparecido casi en su totalidad principalmente por la irresponsable explotación agrícola de algodón y arroz, afectando a cerca de 60 millones de habitantes (Véase Figura 1). El cambio climático tiene participación en este desastre ambiental, pero los estudios indican que fue principalmente la mano directa del hombre la causante principal de dicha situación tal como señalan López (2016) y Weiss (2018).

Figura 1

Imágenes satelitales de la desaparición gradual del Mar Aral

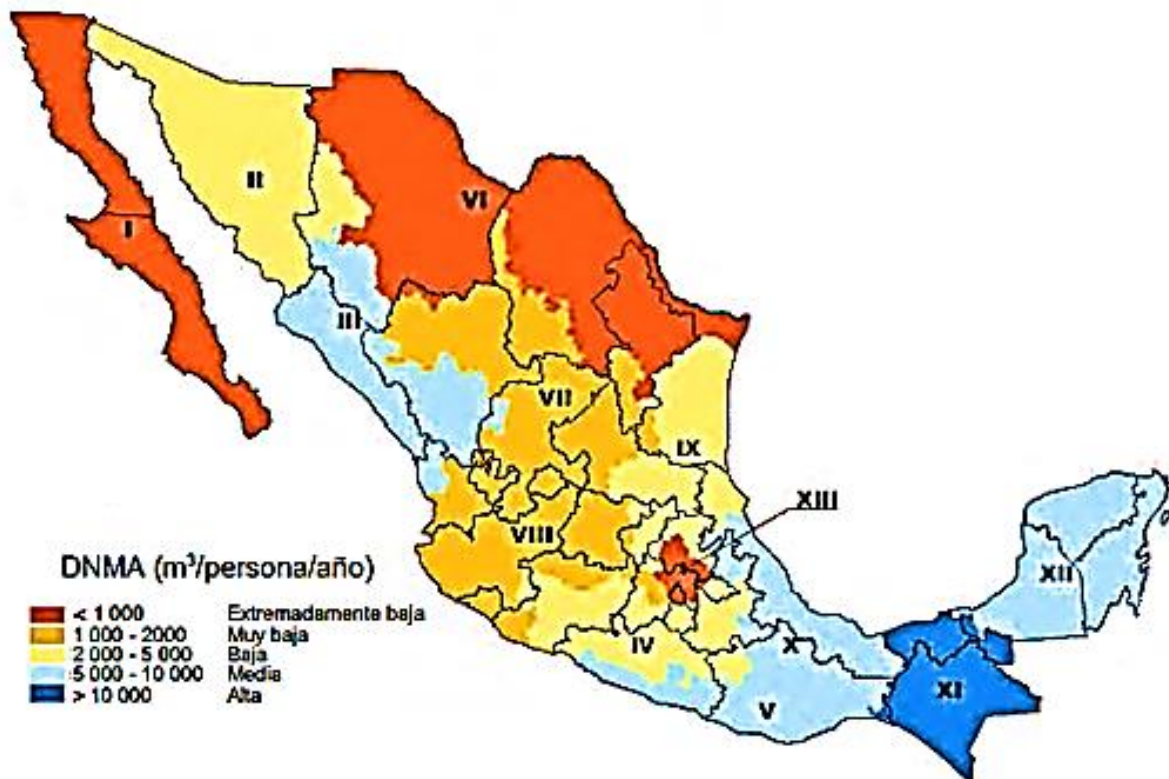


Tomado de (Cotton production at Aral Sea, Uzbekistan and Turkmenistan), EJATLAS, 2017, Environmental Justice Atlas, (<https://ejatlas.org/conflict/the-aral-sea-dried-due-to>)

Pasando al contexto nacional, a continuación podemos observar en la Figura 2 el pronóstico hídrico per cápita de México para el año 2030 (Tarango Rivero & Chávez Sánchez, 2011):

Figura 2

Disponibilidad media de agua per cápita en México para el año 2030



Tomado y adaptado de *Daño salino en nogal pecanero*, Tarango et al., 2011, Comenuz, (http://comenuz.com/wp-content/uploads/2018/assets/dano_salino_en_nogal_pecanero_1.pdf)

A pesar de que la superficie agrícola en México no ha crecido de forma significativa en los últimos 10 años, el volumen de agua concesionado para riego ha aumentado en cerca del 20 % en el mismo periodo (WWF, 2012); aunado lo anterior en un contexto nacional de 21 millones de mexicanos que se encuentran en pobreza alimentaria (WWF, 2012) junto con un 18 % de la población mundial en la misma situación sin mencionar que un 13 % de los mexicanos no tienen acceso al agua potable (WWF, 2012). Como ya hemos indicado anteriormente, la mayor parte del agua en México va dirigida a la agricultura: como se puede observar en la Tabla 2, vemos que cerca del 73 % del agua se consume en la producción agrícola (WWF, 2012).

Tabla 2

Huella hídrica de producción en México (sector/Color/Hm3 anuales)

	VERDE					AZUL	GRIS	Hm ³	%
	20,000	40,000	60,000	80,000	100,000				
Producción agrícola	77%					13%	10%	108,372	73%
Pastoreo	100%							25,916	17.4%
Consumo pecuario	100%						995	0.7%	
Producción industrial	7%	93%					2,864	1.9%	
Consumo doméstico	13%	87%					10,380	7%	
HH TOTAL	109,020 (73.4%)					16,453 (11.1%)	23,053 (15.5%)	148,527	

Adaptado de *Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica*, WWF, 2012, Huella Hídrica, (<http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>)

Dentro del ramo agrícola, que es el mayor consumidor de agua en el país, vemos que más de la mitad del agua es consumida por los cultivos del Maíz (grano, no forraje) y cerca de un 20 % a la alfalfa (Tabla 3):

Tabla 3

Huella hídrica por tipo de cultivo en México

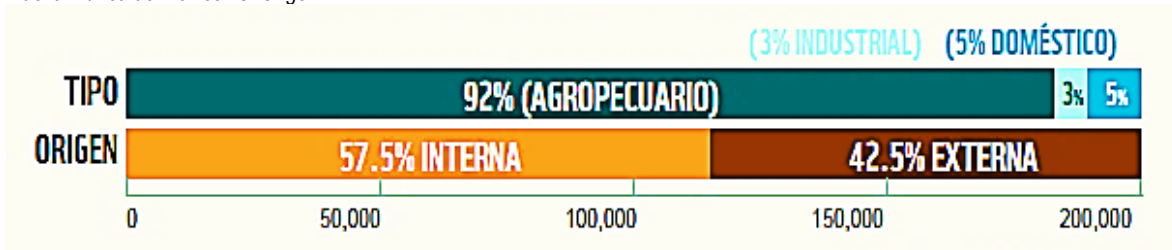
Cultivo	Producción (ton, 2010)	Superficie		Huella Hídrica (Hm ³ /año)				
		Ha	%	Verde	Azul	Gris	HH Total	% Total
Maíz-grano	45,442	7,154	51%	89.0	6.5	19.2	114.8	56.6%
Alfalfa	20,063	1,149	8%	25.6	5.5	6.5	37.6	18.6%
Nueces	1,464	811	6%	7.1	5.0	0.0	12.1	6.0%
Avena Forrajera	3,002	718	5%	4.8	3.2	0.2	8.2	4.1%
Chiles secos	963	792	6%	3.1	3.7	0.2	6.9	3.4%
Avena	3,114	891	6%	3.6	2.5	0.2	6.2	3.1%
Trigo	3,642	967	7%	1.2	2.5	0.7	4.3	2.1%
Otros 16 cultivos*	11,587	1,520	11%	10.4	0.6	1.3	12.4	6.1%
Total	89,277	14,002	100%	144.7	29.5	28.3	202.62	100.0%
				71%	15%	14%		

Adaptado de *Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica*, WWF, 2012, Huella Hídrica, (<http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>)

En la Gráfica 2 podemos observar que cerca de la mitad de la huella hídrica agropecuaria es de origen externo, es decir, que se ve implicada agua de otros países para la labor agrícola del país:

Gráfica 2

Huella hídrica de México vs. Origen

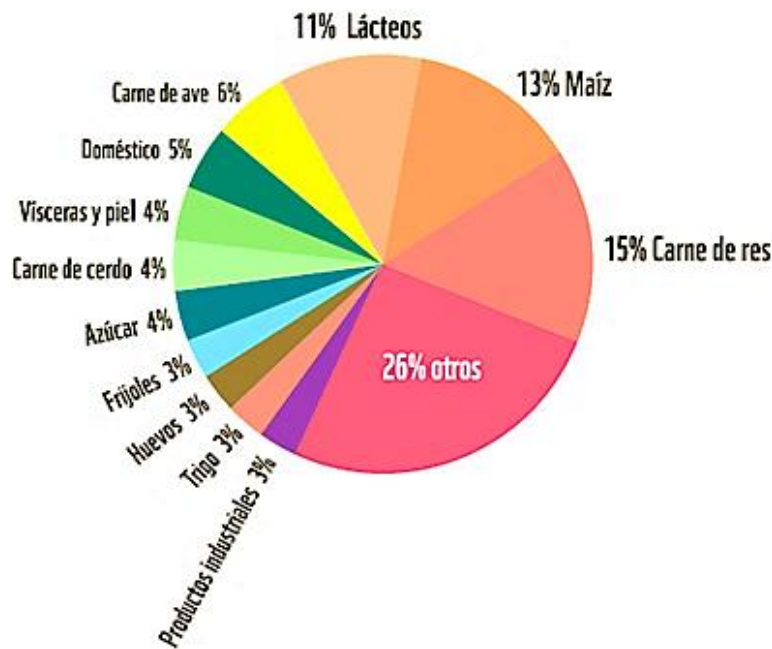


Adaptado de *Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica*, WWF, 2012, (<http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>)

Pasemos ahora a un comparativo entre productos de alto consumo hídrico, no necesariamente de tipo agrícola. En la Gráfica 3 podemos observar que la carne de res, el maíz y los lácteos representan los productos de mayor huella hídrica en nuestro país:

Gráfica 3

Huella hídrica de consumo per cápita por producto en México



Nota: "Otros" está dividido en pastoreo 18 %, y consumo doméstico 8 %

Adaptado de *Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica*, WWF, 2012, (<http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>)

Descripción regional de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera es una región localizada en el norte de México comprendida por dieciséis municipios (véase Figura 3): cinco por parte del Estado de Coahuila (Francisco I. Madero, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Torreón y Viesca) y once por parte del Estado de Durango (Gral. Simón Bolívar, Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Nazas, Rodeo, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Tlahualilo y Cuencamé (González Bañuelas, 2012).

Figura 3

Localización de la Comarca Lagunera



Tomado de *Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México*, por Ríos et al., 2015, FCA UNCUYO,47(1), p. 95

Para poder comprender de manera general la integración regional de dicha zona, a continuación se describen las características generales de la misma (Sánchez Crispín, 2010):

a) Relieve:

- i. Ubicada en el Bolsón de Mapimí, extensión que se localiza dentro del desierto chihuahuense mismo que tiene una superficie predominantemente plana y que ha propiciado corrientes pluviales como el Río Nazas y el Río Aguanaval.
- ii. Sierras aisladas que rodean al Bolsón de Mapimí, así como elevaciones contiguas.

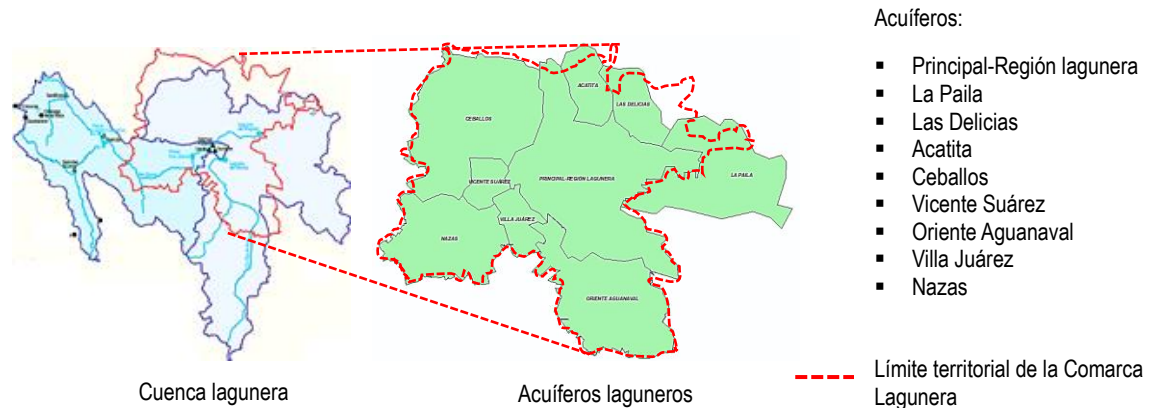
- b) Clima: Temperatura de 20 a 22 ° C; 200 a 300 mm de precipitación al año. Este tipo de clima es poco propicio para la resiliencia del deterioro de sus recursos naturales, pues según Padilla y Luna (UNAM, 2010) la comarca lagunera es una de las zonas de menor precipitación y mayor evapotranspiración en México.

- c) Infraestructura pluvial: El río Nazas actualmente ha sido represado por las presas Lázaro Cárdenas y por la Fco. Zarco, principalmente.
- d) Área geográfica y población: cerca de 50,000 km² donde residen aproximadamente 1.5 millones de habitantes.
- e) Distintivo económico:
 - i. 1.^{er} Periodo: A inicios del siglo XX y a finales de los años 90's tuvo una intensa actividad industrial basada en el cultivo y producción de algodón, llegando a ser la más importante del país y con relevancia internacional.
 - ii. 2.^o Periodo: A inicios de los 30's hasta la fecha, tiene una actividad líder en la industria lechera en la nación.
- f) Núcleo urbano dominante: conformado por Torreón, Gómez Palacio, Lerdo y Matamoros.
- g) Singularidades:
 - i. La Comarca Lagunera es territorialmente más extensa que los Países Bajos y Bélgica; 77 veces más grande que Singapur; igual de grande que República Dominicana y es el doble de Belice. Así mismo es mayor que Aguascalientes, Ciudad de México, Querétaro, Morelos, Tlaxcala, Puebla, Guanajuato y Nayarit.
 - ii. En cuanto a población, es cuatro veces mayor que Islandia o Belice; y cuarenta veces más grande que Mónaco.
 - iii. El nombre de "Comarca Lagunera" se debe a la laguna donde desembocaba el Río Nazas (Laguna de Mayran) misma que ya se encuentra seca.
- h) Agua:

Actualmente el abastecimiento y suministro de agua está administrado por el Distrito de Riego No. 17 misma que administra tanto el agua de las presas así como de origen subterráneo, esta última conformada por 10 acuíferos (Cervantes Ramírez & Franco González, 2010), los cuales se pueden apreciar en la Figura 4. La pronunciada variabilidad de escurrimientos y sucesos de sequías hacen que la Comarca Lagunera tenga una alta dependencia (y muchas veces como único medio) al abastecimiento del agua subterránea (Cervantes Ramírez & Franco González, 2010). En la Comarca Lagunera, el 91.4 % del agua es para consumo agrícola de los cuales el 45 % proceden de fuentes subterráneas y el resto de fuentes superficiales (Cervantes Ramírez & Franco González, 2010). El resto es para uso público urbano (6 %) y para la industria (2 %).

Figura 4

Cuenca y acuíferos de la Comarca Lagunera



Tomado y adaptado de *Situación actual del recurso agua*, González Barrios et al., 2010, UNAM, (<http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/20/19/57-1?inline=1>); Adaptado de base de datos brindada del Distrito de Riego 017, CONAGUA, 2019.

La Comarca Lagunera ya estaba mostrando su agilidad comercial a partir de 1870, basada en una economía donde el algodón era el principal producto en expansión y este mismo producto prácticamente articulaba el resto de su economía doméstica industrial. Sin embargo, debido a los múltiples cambios estructurales derivados del reparto agrario durante los años del gobierno Cardenista aunado a la crisis internacional del mercado textil originado por la entrada de fibras sintéticas junto con fuertes sequías, dicha industria algodonera llegó a ver sus últimas bonanzas a mediados de los años 50's y finalmente dejó de ser apoyado dicho cultivo como eje central de la política agrícola regional a inicios de los 60's (Cerutti & Rivas Sada, 2008).

De manera paralela, la Comarca Lagunera vino transformándose rápidamente hacia un producto regional que remplazaría más tarde al algodón: la leche. Acorde a Cerutti & Rivas (2008) el sector lechero lagunero se vino acelerando desde inicios del siglo XX debido a la facilidad de diversificación productiva, al significativo número de sociedades y uniones ganaderas que agrupaban a dueños de los principales ranchos de esa zona y finalmente a los intereses de los administradores de dichas agrupaciones de origen español (de la cornisa cantábrica) mismas que ya traían una trayectoria y *expertise* sólido en el manejo del ganado y producción láctea. Fue en 1949 cuando la Comarca Lagunera conformó una formal unión de productores lecheros y que a través de varios éxitos empresariales notables se transformaría en lo que hoy conocemos como Grupo Lala (Cerutti & Rivas Sada, 2008), el cuasimonopolio de la leche en México.

Sin embargo, estos cambios y transformaciones económico estructurales que ha tenido la Laguna siempre han tenido un costo natural que ha venido generándose no solamente desde la detonación del sector lechero regional sino desde la propia explotación del algodón: el gradual deterioro de su cuenca¹ hidrológica. En una investigación realizada por Mikael Wolfe (2014), menciona que en 1930 el hidrogeólogo Paul Waitz anunció su preocupación sobre el volumen y ritmo de bombeo en la Laguna y que para 1937 el propio Waitz elaboró un reporte señalando el futuro abatimiento de los acuíferos laguneros mostrando una caída entre 8 hasta 20 metros en el nivel hidrostático del agua. Es verdaderamente impactante que ya desde dicha época, en los años 30's, ya se había alertado sobre la problemática hídrica lagunera.

Como se puede observar el agua es y ha sido un recurso clave para el crecimiento y desarrollo económico de la Comarca Lagunera, sin embargo dicho crecimiento demanda cada vez mayores cantidades de la misma sin lograr un ordenamiento de su consumo (González Barrios, Descroix Jambon, & Sánchez Cohen, 2010): desde los últimos 60 años, ha estado abatiéndose los acuíferos laguneros en 1.5 m por año así como también la calidad del recurso hídrico (González Barrios, Descroix Jambon, & Sánchez Cohen, 2010) haciendo que se requiera urgentemente un ordenado uso del agua (González Barrios, Descroix Jambon, & Sánchez Cohen, 2010).

Sin duda alguna, la gravedad hídrica que embarga actualmente a la Comarca Lagunera como líder en producción lechera también justifica significativamente la presente investigación. Ante una gravedad hídrica en una región donde el sector lechero es su más importante actividad económico-social, es útil comprender la diversificación de sus cultivos pues debe de recordarse que la agricultura es la actividad que más agua consume (Alianza Uninorte, 2015). Lo anterior se deriva principalmente a que no se obedece a la agenda sustentable que desde hace décadas no se ha llegado a cabo de forma plena y unánime en México y por ende en la región lagunera, trayendo como consecuencias incongruencias de uso del recurso hídrico e impactándose en una indudable amenaza ambiental dentro la región lagunera desde hace décadas.

En la producción lechera no solamente la cantidad de agua es indispensable (una vaca que produce 30 litros de leche al día requiere del orden de 100 a 150 litros diarios de agua, (Meléndez, 2015)), sino también la calidad de la misma la cual se refleja tanto en el agua utilizada para la producción del forraje así como para el consumo directo de la propia vaca, aspecto que la mayoría de los establos no toman en cuenta (Meléndez,

¹ Para definición de este concepto, véase en sección de Glosario

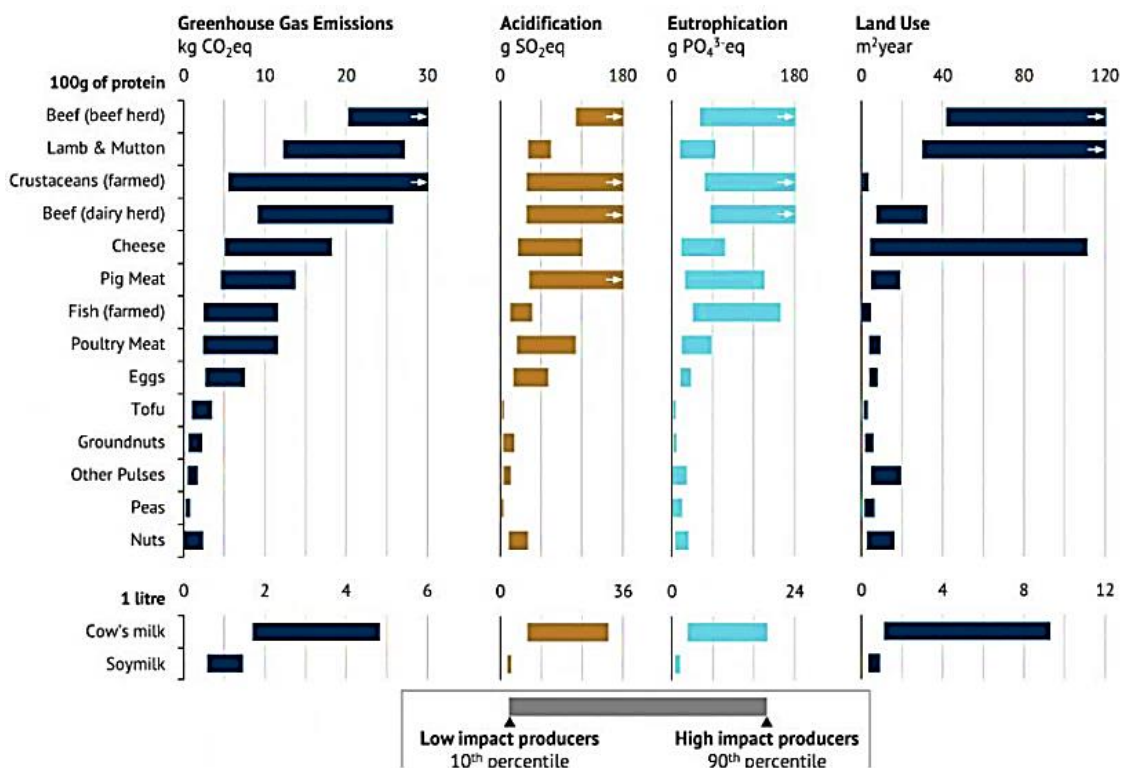
2015). Cuando el sector lechero se conduce con el estrés hídrico de forma constante, las consecuencias son:

- a) Si los sólidos totales (químicos orgánicos o inorgánicos) se encuentran mayores a 1,000 ppm en el agua de beber para el ganado vacuno, puede generar desde diarrea, baja sed, pérdida de peso del animal y por consiguiente baja producción de leche, bajo rendimiento en la preproducción, intoxicaciones severas hasta la muerte del propio animal (Meléndez, 2015).
- b) Un alto pH en el agua de consumo del bovino puede causar una alta irritación al tracto digestivo (Meléndez, 2015); un alto contenido de arsénico en el agua de beber para el ganado vacuno (situación del agua actual que enfrenta la Comarca Lagunera) daña el hígado y los pulmones de la vaca lo que no solamente se traduce en una baja notable de su rendimiento lechero sino que también aumenta la probabilidad de tener malformaciones, leucemia, problemas respiratorios e inclusive cáncer hepático (Lasa, Mantecón, & Gómez Pineda, 2009).
- c) Estudios científicos realizados por la OMS (Organización Mundial de la Salud) probaron recientemente que los bovinos que pastorean e ingieren agua de ríos contaminados por minerías, fumigaciones o aguas negras (mismos en los que están involucrados metales pesados como arsénico, plomo, cadmio, mercurio y zinc) presentan trazas de estos mismos elementos en la propia leche ordeñada (Hernández & Bonales Valencia, 2017).

Ahora, a continuación se presenta la contraparte derivada del sector lechero hacia el medioambiente: en el año 2018, investigadores de la Universidad de Oxford en conjunto con el Instituto Suizo de Investigación Agrícola, lograron medir por vez primera y de forma extensiva el impacto ambiental de varios de los principales alimentos del ser humano, mismos que a continuación se muestran en la Gráfica 4, donde la leche se encuentra en los primeros lugares de “alimentos contaminantes”:

Gráfica 4

Impacto ambiental de 14 productos agrícolas/pecuarios (2018)



Tomado de *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*, Poore & Nemecek, 2018, New estimates of the environmental cost of food - University of Oxford, (<http://www.ox.ac.uk/news/2018-06-01-new-estimates-environmental-cost-food#>)

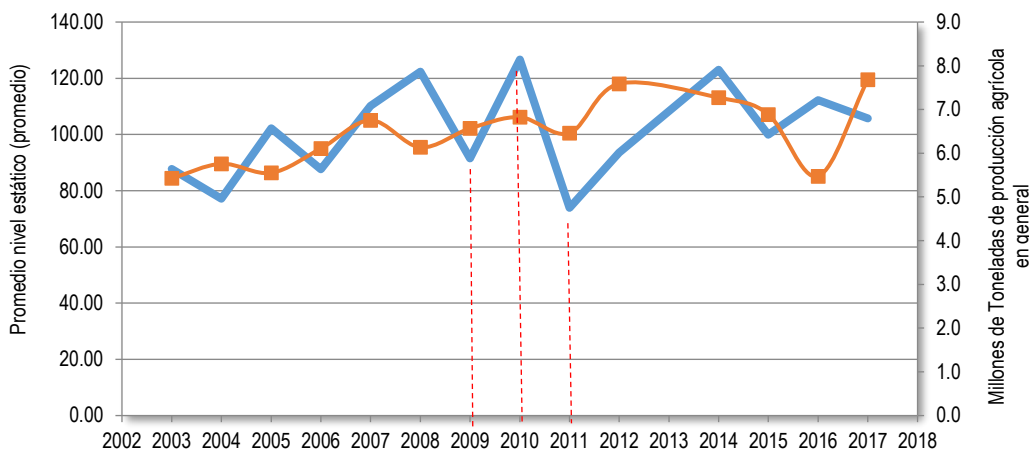
Análisis hídrico sobre los sectores agrícola y pecuario de la Comarca Lagunera

En la Gráfica 5, se presenta el comportamiento anual tanto del promedio en el nivel estático del acuífero Principal-Región Laguna con respecto al comportamiento de la producción total agrícola (todos los cultivos) durante el periodo 2003 al 2017. Las líneas punteadas verticales en rojo representan los eventos climáticos más drásticos acontecidos en México: en el 2009, se presentó en el país la segunda peor sequía en 60 años; en el 2010 fue el año más lluvioso que se haya registrado; y el 2011, cerca de la mitad del territorio mexicano registró la peor sequía en 70 años (Ortega-Gaucin & Velasco, 2013); podemos observar que en los años 2009 y 2011 (años de las fuertes sequías) disminuyeron notablemente las profundidades del nivel estático de los pozos y aumentó la profundidad en el año más lluvioso; lo anterior es contrastante ya que lo más lógico es que el comportamiento fuera inverso. Dentro de las muy posibles causas de lo anterior se

encuentran las efectivas medidas regulatorias del control de agua por parte de los productores agrícolas además de un notable factor tecnológico ya que se logró estabilizar la producción agrícola en dichos años a pesar de la situación crítica del clima.

Gráfica 5

Nivel estático muestral vs. producción agrícola total de la Comarca Lagunera (2003-2017)

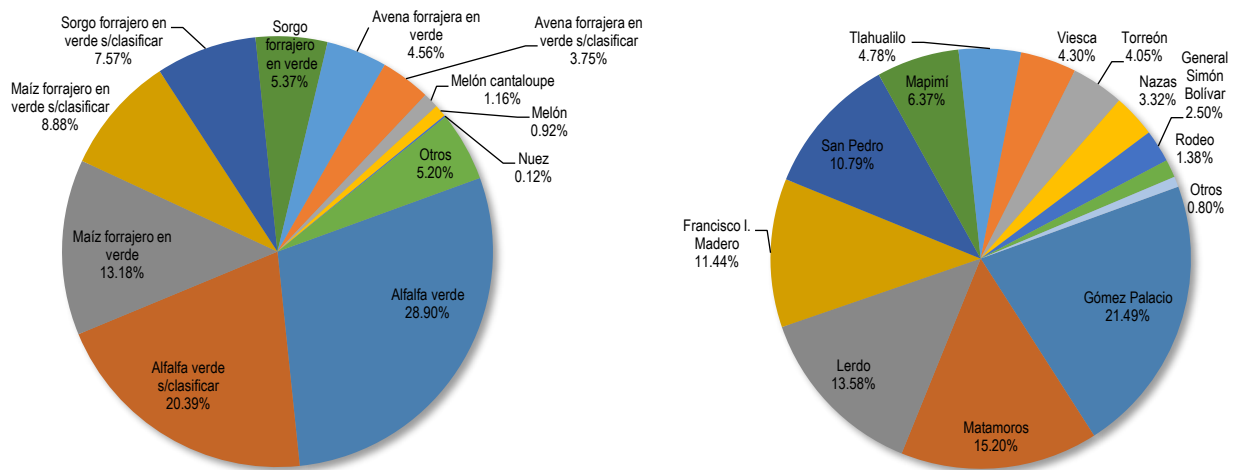


Elaboración propia y adaptado con datos de *Piezometría 1975-2018 Acuífero Principal - Laguna, Cuencas Centrales del Norte*, 2019, CONAGUA, base de datos brindada por CONAGUA; SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

A continuación, se presenta la distribución agrícola de la Comarca Lagunera para cada uno de sus cultivos agrícolas (Gráfica 6): podemos observar en dicha gráfica que el cultivo de mayor crecimiento promedio en la Comarca Lagunera (periodo del 2003 al 2017) es el Sorgo forrajero en verde con un 16.87 % promedio anual, siguiéndole el maíz forrajero en verde s/clasificar y la avena forrajera en verde. Vemos que la Alfalfa, en cualquiera de sus tipos, así como el melón (tipo normal) son los que presentan un comportamiento estable en dicho periodo. Al analizar los datos de dicha gráfica se detectaron dos puntos notables: a) las hectáreas de forrajes han estado aumentando hasta en un 17 % y b) la alfalfa, forraje por excelencia, ha presentado un estancamiento en lo que respecta al crecimiento de hectáreas y ha sido superado por otros tipos de forrajes lo que nos dice también que los propios agricultores de la Comarca Lagunera ya se han percatado de las ventajas que ofrecen otros forrajes, empezando por el consumo de costos y condiciones hidrológicas. La desviación estándar de cada tipo de cultivos (hasta 0.49) nos indica que independientemente del crecimiento que hayan tenido los mismos durante el periodo de estudio, la mayoría de los cultivos presentan una tendencia de permanencia y estabilidad sobre todo la Alfalfa verde, excepto el Sorgo forrajero en verde que presenta variabilidad en el periodo de estudio.

Gráfica 6

Proporción de cultivos en la Comarca Lagunera 2003 – 2017

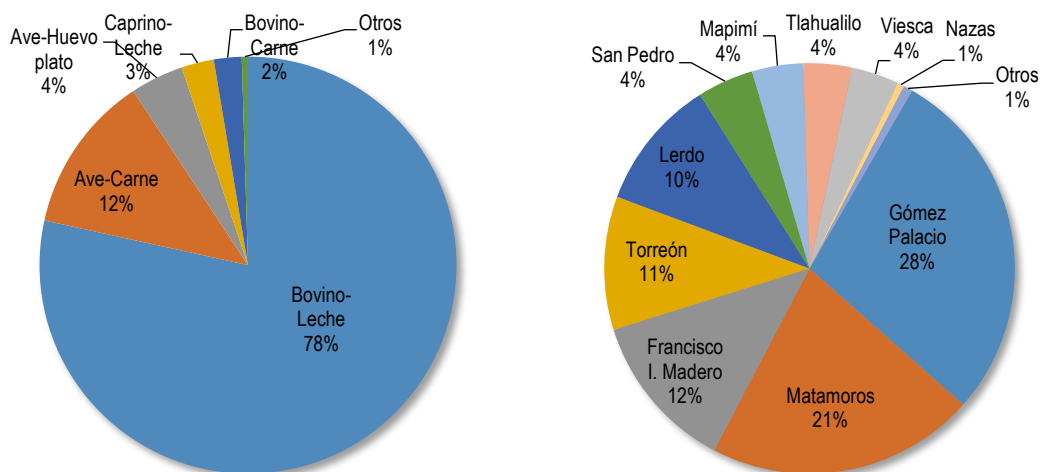


Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Ahora pasamos a observar al sector pecuario lagunero (Gráfica 7), donde se puede observar que la producción de leche bovina es indudablemente superior frente al resto de los productos pecuarios, además de que es Gómez Palacio quien lidera también la producción pecuaria al igual que la de tipo agrícola:

Gráfica 7

Proporción del sector pecuario de la Comarca Lagunera 2003 – 2017

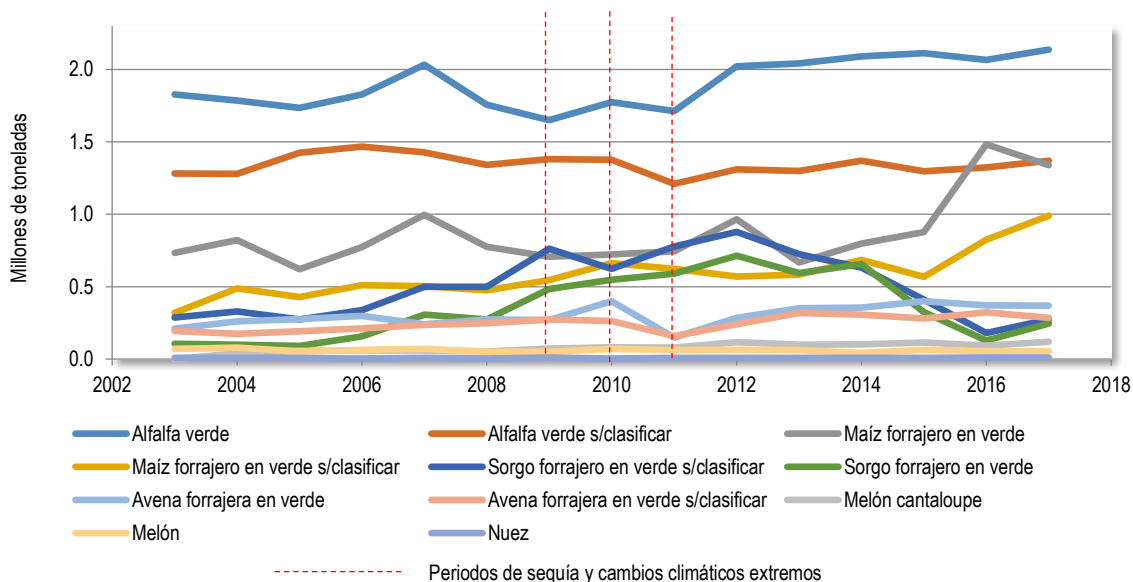


Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

A continuación, se presenta el comportamiento de la producción agrícola de la Comarca Lagunera para el periodo 2003 – 2017, con la finalidad de observar una relación de eficiencia productiva de dichos productos con respecto al tipo de estrés hídrico que se haya suscitado en dicho periodo (Gráfica 8). En la Gráfica 8 podemos observar que la Alfalfa y los alternos forrajes lideran la producción, pero en general la tecnología sin duda sigue notándose como factor de estabilidad ante los años climáticos más difíciles.

Gráfica 8

Producción de los cultivos más importantes de la Comarca Lagunera (2003-2017)

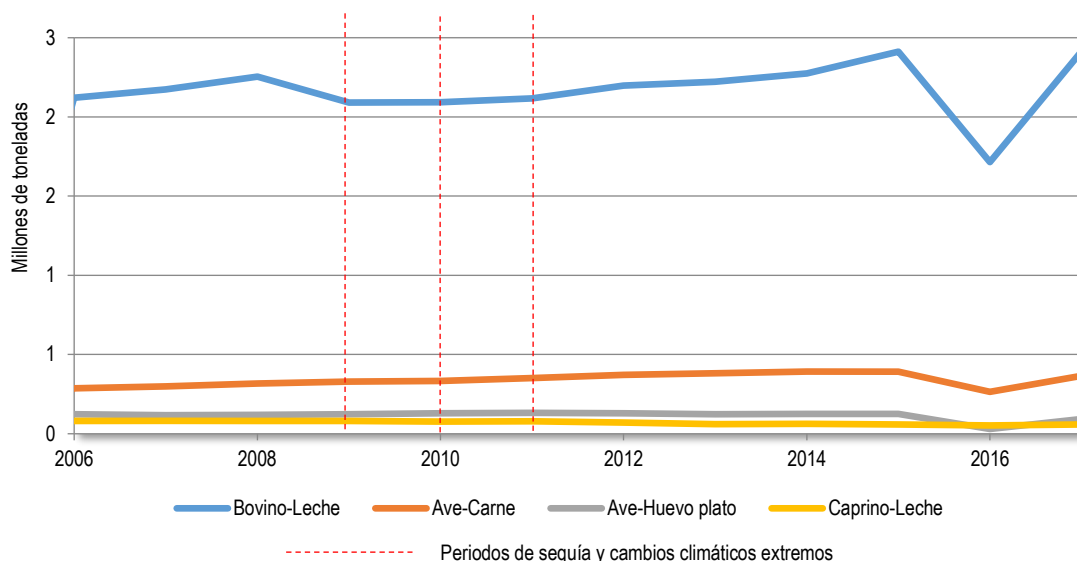


Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Podemos observar en la Gráfica 9, que dentro del sector pecuario de la Comarca Lagunera para el periodo de estudio sin duda alguna la superioridad en producción está representada por la leche con un 78 % de la producción total. Así mismo, vemos que el producto pecuario que presenta mayor promedio de crecimiento durante el periodo de estudio es el huevo de gallina (12.12 %), mientras que el de menores crecimientos (negativo) es la lana de oveja y la cera de abeja. Obsérvese también que el producto pecuario que presenta mayor estabilidad en dicho periodo es la leche de cabra (desviación estándar de 0.0781) mientras que el producto con mayor variabilidad productiva es el huevo de gallina. Sin duda la leche tiene una producción insuperable con respecto a los sectores que le secundan como son la carne de ave (pollo). Podemos observar que en lo que respecta al sector pecuario, se observa una estabilidad notoria, a excepción del año 2016. Pero dicha estabilidad, es más notoria que la del sector agrícola.

Gráfica 9

Producción de los productos pecuarios más importantes de la Comarca Lagunera (2006-2016)

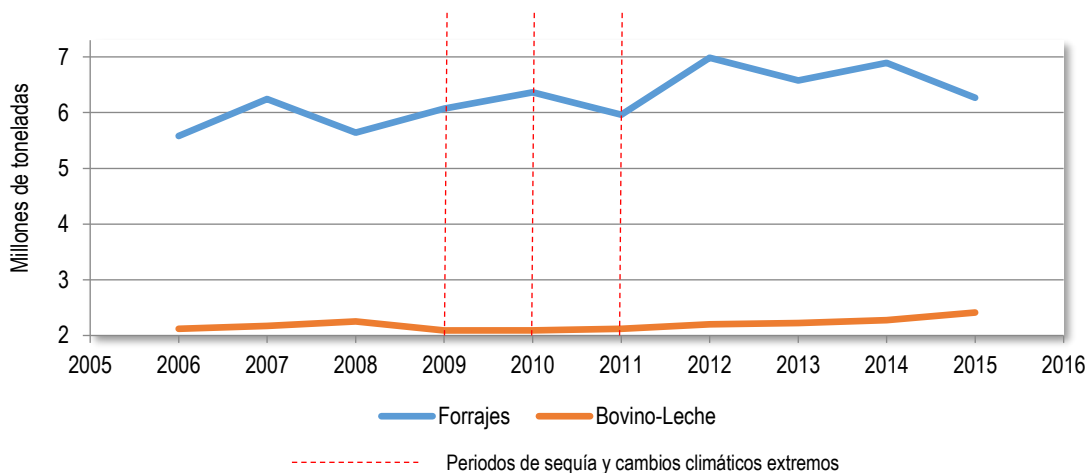


Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Contrastando la producción agrícola-pecuaria específicamente con sus dos productos líderes, es decir, los forrajes y la leche bovina, es notable el tipo de estabilidad que existen entre ellos. La estabilidad de la leche bovina mostrada se explica principalmente por la tecnología y organización de dicha región, sin embargo, se puede observar que los forrajes no dejan de ser sensibles al periodo de sequía, como se puede observar en el año 2011 (Gráfica 10).

Gráfica 10

Producción de Forrajes vs. Leche bovina de la Comarca Lagunera (2005-2016)



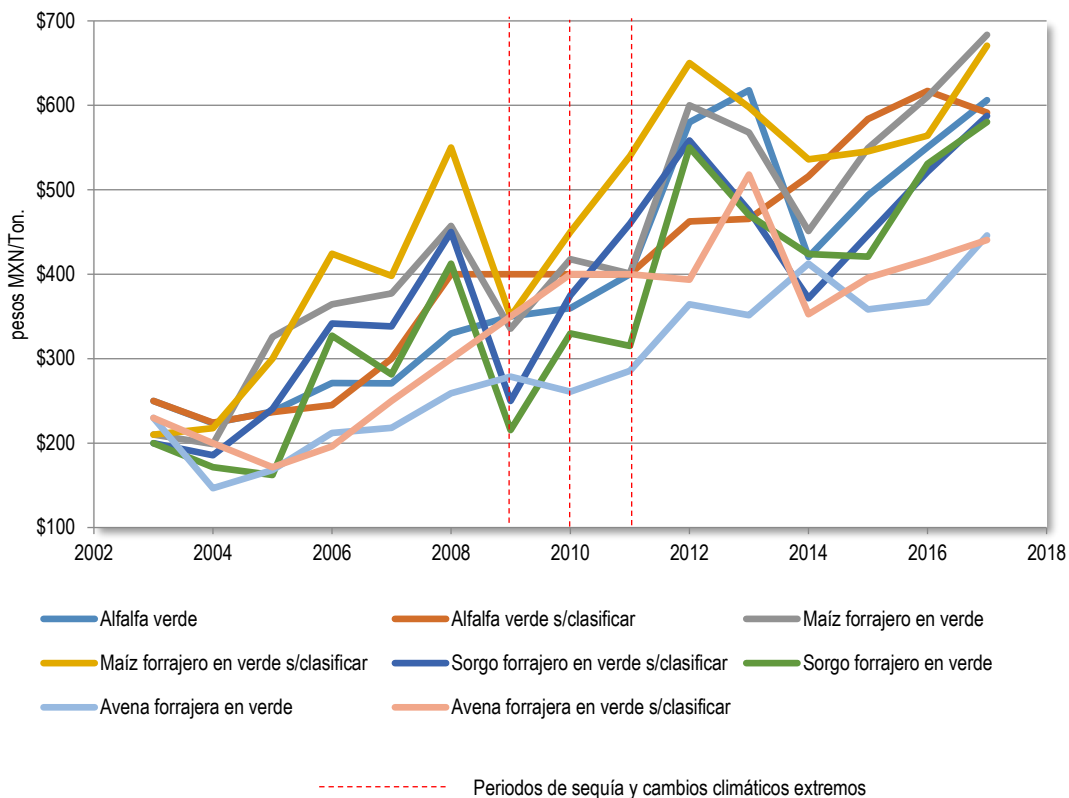
Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

En resumen, podemos observar que, a pesar de las dificultades climáticas y el deterioro hídrico de la Comarca Lagunera, su producción tanto de forrajes así como del resto de su producción agrícola y pecuaria se muestran con una tendencia predominantemente estable y levemente creciente. Lo anterior presupone sin duda que la organización regional así como la tecnología aplicada han tenido un papel clave para lograr estos notables resultados, resultados que se reflejan de manera indirecta en la curva de Kuznet y en la aplicación de la ecuación de sustentabilidad de Gallopín (véase sección Metodología). Este análisis descriptivo previamente realizado en la presente investigación hace entrever que existe una tenue eficiencia sobre el recurso hídrico regional aun teniendo en cuenta sus diversas externalidades negativas como el robo de agua, corrupción y marco jurídico limitado, lo que dio pie a inferir una posible existencia de sustentabilidad misma que posteriormente se comprobó de manera adicional con el modelo propuesto descrito en la sección de Metodología y Modelo. Otra conclusión que se obtiene de lo anterior es que el problema no solamente es la cantidad de agua que se tenga en el corto o largo plazo, sino también es la calidad de la misma.

Como ya hemos mencionado en secciones anteriores de la presente investigación, el precio por sí solo no es una herramienta suficiente para un análisis económico integral. Sin embargo, a continuación se presenta un análisis descriptivo de precios de la Comarca Lagunera para visualizar la demanda y oferta regional existentes de sus principales cultivos. En la Gráfica 11 podemos observar los 8 cultivos más prolíficos de la región lagunera: en dicha gráfica observamos que en el año 2009 casi todos los forrajes cayeron de precio (al productor) posiblemente debido a la calidad de los mismos a razón de la sequía suscitada en dicho año. Sin embargo, en el 2011, año de la peor sequía registrada, no todos los forrajes cayeron de precio e inclusive dicha caída no fue tan pronunciada. Lo anterior es poco probable que se deba a una sobreproducción pues más bien su encausa a la presencia del factor tecnológico y organizacional aplicado por los productores agrícolas.

Gráfica 11

Precios promedio al productor de los principales forrajes de la Comarca Lagunera (2002-2018)

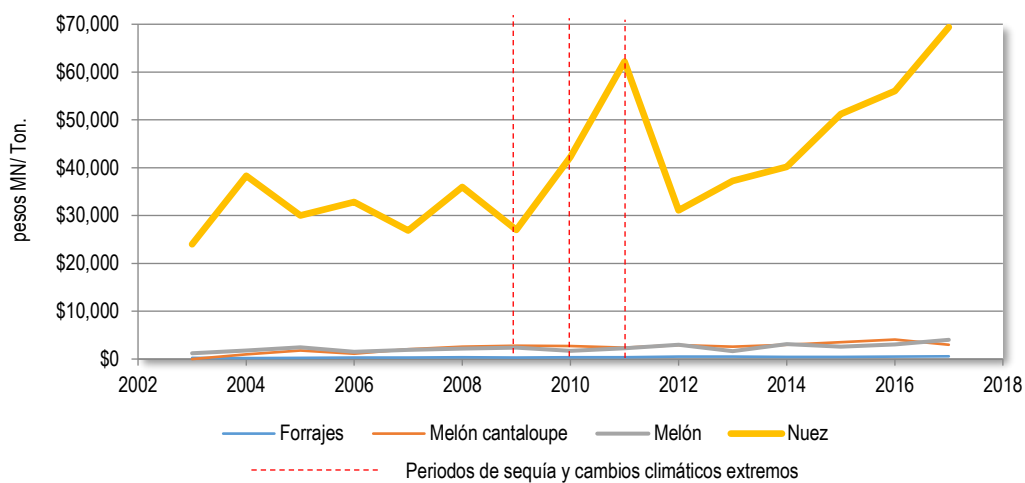


Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Por otra parte, en la Gráfica 12 podemos observar un fenómeno muy puntual: en dicha gráfica se observan los 4 cultivos laguneros más prolíficos y vemos que el único cultivo que sobrepasa por un enorme margen del precio al productor es sin duda la Nuez. Es de destacar que dicho cultivo mostró una notable estabilidad además de un crecimiento puntero en los años climáticos más críticos. Sin duda la Nuez, como se observa en la gráfica, deja entrever que en el año de mayor sequía su precio se disparó, lo que se explica por el factor oferta además de que la Comarca Lagunera posee una calidad de nuez endémica y única en el mundo lo que contribuyó también a dicho resultado. Sin embargo, dicho cultivo, hablando en términos de cantidad de hectáreas cultivadas en dicha región, no es relevante ya que el mismo representa solo el 0.12 % de las hectáreas cultivadas en la Comarca Lagunera (Gráfica 12).

Gráfica 12

Precios promedio al productor de los principales cultivos de la Comarca Lagunera (2002-2018)



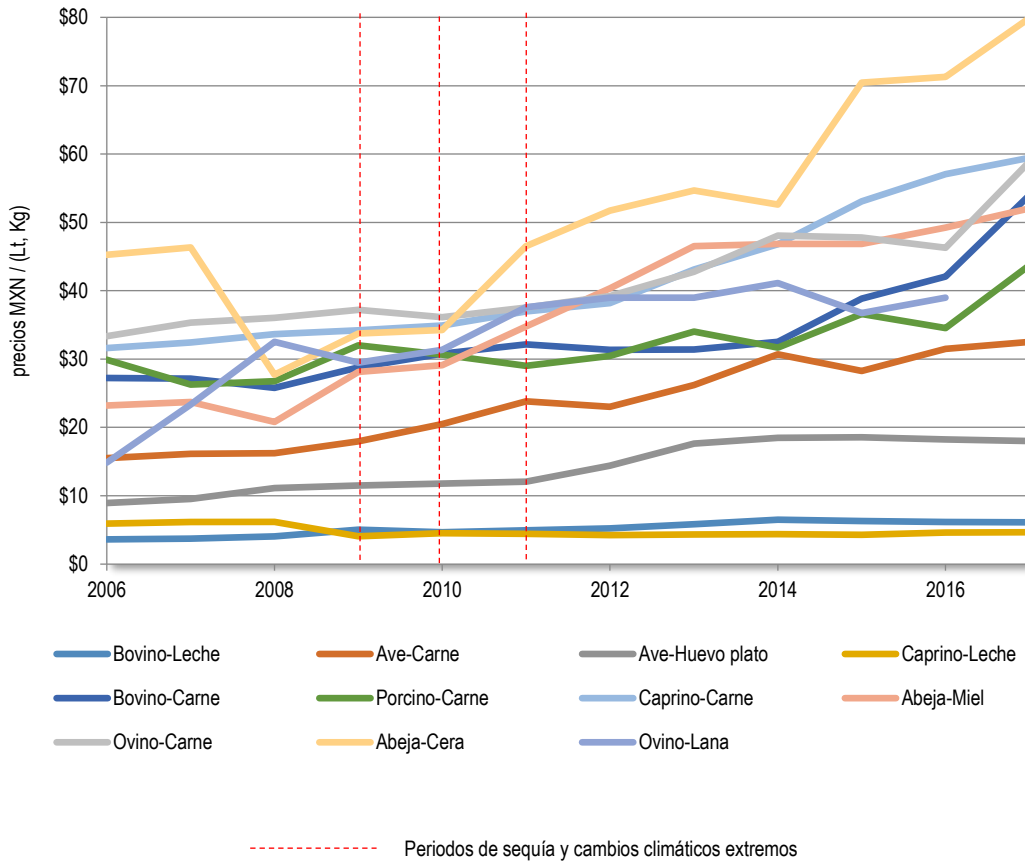
Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Lo anterior nos dice que solo un cultivo de todos los que producen en la Comarca Lagunera (la nuez) presentó un alza con notable impacto en el precio al productor. Sin embargo, como ya habíamos mencionado dicho cultivo no llega ni al 1 % de las hectáreas cultivadas en dicha región y por lo mismo la trascendencia económica y social que tiene en el crecimiento económico de la región no es comparable al resto de los cultivos. Pero la principal conclusión de lo anterior es que sigue revelando la misma constante que hemos estado observando en las anteriores gráficas: la producción y precios agrícolas se comportan estables, y en algunos casos con tendencia creciente, explicado muy probablemente por la capacidad tecnológica y organizacional de dicha región, pues otra causa a lo anterior es poco probable ante un contexto hídrico y climático tan adverso como en el que se encuentra la Comarca Lagunera.

Por otra parte, en la Gráfica 13 se muestran los precios al productor en el sector pecuario de la Comarca Lagunera. Como podemos observar, los únicos dos productos pecuarios que no tienen un comportamiento predominantemente creciente son los dos tipos de leche producidos en la región (bovina y caprina) debido principalmente a las graves y altas importaciones de leche en polvo que México enfrenta desde hace años en el cual los más afectados son los pequeños y medianos productores lecheros. Independientemente de lo anterior, podemos observar que el único producto pecuario lagunero que presenta una tendencia constante creciente en los precios al productor es la carne de ave: obsérvese que es el único producto que presenta dicha tendencia específicamente en el periodo crítico climático (2009-2011), además de que cabe señalar que la producción de pollos también es uno de los productos de uso intensivo hídrico.

Gráfica 13

Precios promedio al productor pecuario de la Comarca Lagunera (2006-2016)



Elaboración propia y adaptado con *datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)*

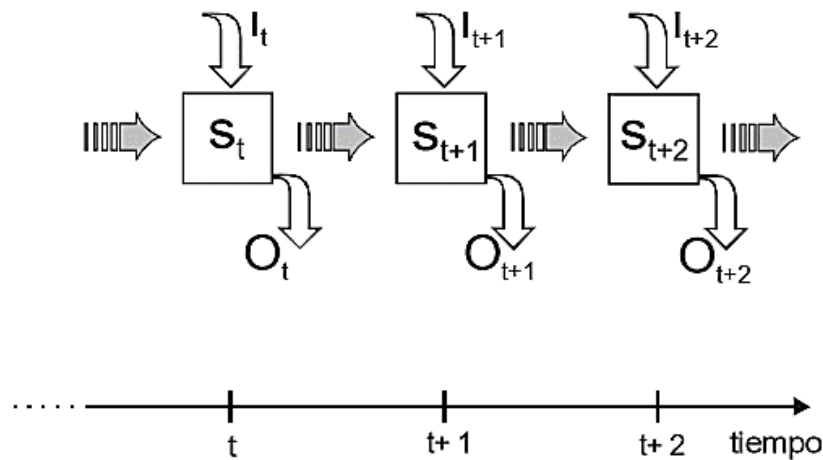
Continuando con el tema de precios, es interesante mencionar que existen investigaciones econométricas referentes al estudio de las elasticidades del precio sobre el recurso de los acuíferos dentro de la Comarca Lagunera con el fin de poder aplicar la factibilidad de un control de uso del mismo, concluyendo en ellas que todos los sectores de dicha región responden inelásticamente a cambios en tarifas y cuotas por uso y servicio, en especial el residencial, el pecuario y el agrícola de riego de rodada, por lo que una política de precios en dichos sectores para el control eficiente del agua no tendría éxito relevante (Guzmán-Soria, et al., 2006).

La ecuación de sustentabilidad descrita por Gallopín

Como parte de nuestra metodología propuesta, el primer paso de la misma es evaluar la existencia de sustentabilidad en nuestra región de estudio con el fin de poder prever el tipo de enfoque de control que se le daría a la inducción espacial detectada en la región de estudio. Para ello aplicamos la ecuación de sustentabilidad descrita por Gallopín (2003) en la cual describe a la sustentabilidad como una función de valuación de salidas que no disminuye con el tiempo, basada en el sistema general del estado finito (Gallopín, 2003), la cual está dada por la Figura 5:

Figura 5

Sistema de estado finito



Tomado de *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*, Gallopín, 2003, CEPAL-ECLAC (<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5763>)

Obteniéndose así:

$$V(O_{t+1}) \geq V(O_t)$$

Donde:

I: es el vector de insumo

S: es el estado interno del sistema

O: es el vector de variables de salida

V: función de valuación de salidas

Según Gallopín, existe una amplia gama de percepciones respecto a la identificación de las variables al concepto de sustentabilidad. No obstante, Gallopín generaliza finalmente en dos enfoques:

- a) Sostenibilidad de la salida o producto: Donde “O” está representado por el capital existente y “V” es una función monetaria o agregada de bienestar.
- b) Sostenibilidad del sistema mismo: Donde las variables de salida son las mismas que las variables de entrada.

Pasamos ahora a demostrar el inciso a), es decir, la sostenibilidad de la salida. Este tipo de comprobación nos permite estudiar de manera individual la sostenibilidad hídrica en cada uno de los municipios laguneros. Para nuestra investigación las variables y funciones de entrada y salida son:

I = Vector de insumo = Recursos hídricos disponibles, hectáreas agrícolas y activos pecuarios, capital físico, capital humano, mano de obra.

S= estado interno del sistema = Vector acumulativo regresivo de insumos

O: es el vector de variables de salida (capital existente) = índices de sustentabilidad hídrico agrícolas pecuarios, índice de capital humano propuesto, PIB regional, capital físico, mano de obra, recursos hídricos disponibles.

V: función de valuación de salidas = Ecuación propuesta del crecimiento económico basada en Coob-Douglas, Stiglitz & Lucas.

Partiendo de lo anterior, Gallopín menciona que hay tres tipos de sostenibilidad: a) del sistema humano únicamente (sostenibilidad muy débil), b) del sistema ecológico principalmente (sostenibilidad muy fuerte) y c) del sistema socioecológico total (sostenibilidad fuerte/débil). Después de aplicar la ecuación sustentable descrita por Gallopín directamente en nuestra región de estudio, se encontró que el tipo de sostenibilidad fue del tipo de inciso a) y de manera escasa, por lo cual se sustenta que el hecho de señalar que en la Comarca Lagunera no existe sostenibilidad, es olvidar la existencia de los incisos a) y c), es decir, que una sustentabilidad de tipo débil y escasa no significa que no exista sustentabilidad en una región por tanto se confirma la existencia de sustentabilidad tanto a nivel región como a nivel municipal. Los resultados son 100 % replicables mismos que a continuación se presentan en la Tabla 4:

Tabla 4

Detección de la existencia de sustentabilidad en la Comarca Lagunera 2003-2016

A) Existencia de sustentabilidad económica general per cápita aplicando la ecuación descrita por Gallopín (2013)

Municipio	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Francisco I. Madero													
Matamoros													
San Pedro													
Torreón													
Viesca													
General Simón Bolívar													
Gómez Palacio													
Lerdo													
Mapimí													
Nazas													
Rodeo													
San Juan de Guadalupe													
San Luis del Cordero													
San Pedro del Gallo													
Tlahualilo													
Cuencamé													
Región	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Comarca Lagunera													

B) Existencia de solamente la sustentabilidad hidrica agrícola y pecuaria per cápita aplicando una comparación regresiva

Municipio	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Francisco I. Madero													
Matamoros													
San Pedro													
Torreón													
Viesca													
General Simón Bolívar													
Gómez Palacio													
Lerdo													
Mapimí													
Nazas													
Rodeo													
San Juan de Guadalupe													
San Luis del Cordero													
San Pedro del Gallo													
Tlahualilo													
Cuencamé													
Región	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Comarca Lagunera													

Nota: Elaboración propia.

(los cuadros en color verde indican la existencia de sustentabilidad; los municipios en color naranja son aquellos en los que en ningún año del periodo de estudio se detectó sustentabilidad hídrica).

También en la Tabla 4 podemos comparar la naturaleza de la detección de sustentabilidad de Gallopín con respecto a la detección de la misma mediante un simple comparativo regresivo ($[\text{índice hídrico}]_t > [\text{índice hídrico}]_{t-1}$), obteniéndose las siguientes observaciones: aplicando la ecuación de Gallopín vemos que es muy penalizadora la forma de su detección de sustentabilidad debido a que son varios los vectores de variables los que se tienen que verificar que en cada año sean mayores que el anterior periodo para poder obtener existencia sustentable, razón por la que se obtuvo sustentabilidad solamente en 6 municipios y en solamente un año o dos. En otras palabras, aplicando la ecuación de Gallopín estaríamos haciendo que si en un determinado año existiera sustentabilidad hídrica pero no existiera sustentabilidad económica por tanto no existe sustentabilidad de ningún tipo en dicho año. Es por ello por lo que a pesar de que la forma de obtener la sustentabilidad mediante la ecuación propuesta por Gallopín es una forma integral y robusta, elimina información importante para en aquellos periodos donde se realizaron pequeños esfuerzos sustentables. Por otro lado, si aplicamos la misma idea de la ecuación propuesta por Gallopín pero la limitamos a que solo el vector de entrada y salida sean única y exclusivamente los indicadores propuestos de sustentabilidad hídrica de tipo agrícola y pecuaria propuestos en la presente investigación, hacemos que los resultados sean más flexibles y además rescatamos los pequeños esfuerzos sustentables realizados por cada municipio. Por esta razón, en la presente investigación se optó por utilizar esta última lógica para la construcción de nuestros indicadores de sustentabilidad en nuestro modelo econométrico mismos que se detallan en la sección de Metodología.

Obsérvese que estamos en una situación en donde una intensiva región agrícola industrial no tiene certidumbre en materia hídrica a largo plazo; no obstante de manera descriptiva hemos probado que sí existe en dicha región un comportamiento sustentable a nivel unidad territorial mediante la inducción de externalidades a partir del crecimiento económico regional. Obsérvese también que cualquier estrategia apropiada (de cualquier campo de estudio) es impulsar y fomentar dicha posibilidad de resiliencia por muy pequeña que esta sea, de lo contrario se estarían destruyendo estos pequeños logros territoriales solo por el hecho de que a nivel región no se manifiestan de manera relevante: a manera de analogía, en el campo de la Medicina no se le declara muerto a un paciente solo por el hecho de que este se encuentre en estado vegetativo pues existen signos vitales que dan probabilidad para lograr la propia y completa recuperación. Existen múltiples formas de lograr dicha resiliencia (dictadas principalmente por el factor tecnología) pero obsérvese también que la estrategia más inteligente es aquella que sea sustentable y además que sea mediante el mínimo o nulo costo: nótese que estas características las cumple al mismo tiempo la herramienta

del spillover (externalidades espaciales económicas) pues difícilmente pueda existir otra mejor alternativa de tipo económico ante tal contexto y tal situación.

Como podrá observarse en la Tabla 4, los resultados de existencia sustentable pueden implicar que en un momento dado se pueda dar el escenario en que se tenga que realizar un proceso selectivo para dirigir incentivos públicos/privados de impulso sustentable hacia los municipios basándose en los resultados obtenidos de desempeño sustentable dentro de un determinado periodo. Lo anterior implica a implicaciones tanto de cómo elegir un municipio dentro de varios municipios a ser apoyados cuando solo se cuenta con incentivos para solo un municipio; y también implica sobre quien financiaría dichos impulsos sustentables municipales. Al respecto, la opción más idónea que proponemos es seleccionar a aquel municipio que por su ubicación geográfica, económico espacial y de resultados sustentables hacen que el resto de los municipios de la región a la que pertenece logra que la inducción económica sustentable sea más favorable para toda la región; aunque lo anterior representa un interesante tema de investigación futura, no obstante se propone al respecto aplicar algoritmos logísticos para detectar cual municipio candidato posee menos costos de transportación para poder influir tal inducción sustentable en el resto de su región. Con respecto al financiamiento para impulsar tales desempeños sustentables municipales, existen varios programas relevantes al respecto: un ejemplo es la intensa actividad que tiene el Banco Mundial con respecto al apoyo de la resiliencia sustentable en el mundo, pues en el 2017 insertó más de 500 mil millones de dólares a través de 900 proyectos para lograr tal cometido (World Bank, 2018). Dentro de las asociaciones mundiales que el Banco Mundial ha apoyado para llevar a cabo dicho objetivo de resiliencia con logros exitosos son: Programa de Ciudades Resilientes (CRP), Pacto Mundial de Alcaldes por el Clima y la Energía, Plataforma Mundial para las Ciudades Sostenibles, Urban 20, entre otros (World Bank, 2018).

Continuando con el análisis que realiza Gallopín, quien menciona y con el fin de asegurarse de no referirse a una sostenibilidad espuria, de que la sostenibilidad real es aquella que reúne una serie de propiedades fundamentales y dinámicas (Gallopín, 2003): Disponibilidad de recursos, Adaptabilidad y flexibilidad, Homeostasis en general, Capacidad de respuesta. A continuación, se describe cada una de las propiedades fundamentales de Gallopín y su existencia para el caso de la Comarca Lagunera (recalcando que dicha existencia es de tipo débil):

Propiedades fundamentales de la sustentabilidad

a) Disponibilidad de recursos: *“Está es una característica obvia y puede incluir recursos (por ejemplo, agua, luz solar, dinero, etc.), activos y dotación de derechos (entitlements)”* (Gallopín, 2003).

Sin duda alguna la disponibilidad de recursos es la principal materia prima inicial de todo sistema. Para el caso de la Comarca Lagunera, cuenta actualmente con 9 acuíferos en funcionamiento (Principal-Región lagunera, La Paila, Las Delicias, Acatita, Ceballos, Vicente Suárez, Oriente Aguanaval, Villa Juárez, Nazas). A pesar de que existe la disponibilidad limitada del recurso, no existe un buen uso de dicha disponibilidad. No hay que confundir “nula disponibilidad” con los significados de “mal uso”, “baja disponibilidad” o “limitada disponibilidad”. En la Comarca Lagunera aún existe la disponibilidad de agua de manera limitada.

La condición para que esta propiedad de Gallopín descarte de inmediato la existencia de sustentabilidad en la Comarca Lagunera se tendría que tener la condición de “no disponibilidad” del recurso, es decir, que no existan en absoluto dichos recursos lo cual dicho escenario no existe en dicha región. Un ejemplo de un escenario en donde no existe la disponibilidad de recursos, en este caso recursos de tipo hídricos, es la tragedia de lo sucedido al Lago Poopó, lago boliviano totalmente desaparecido que hoy en día es un prácticamente un desierto (véase Capítulo I).

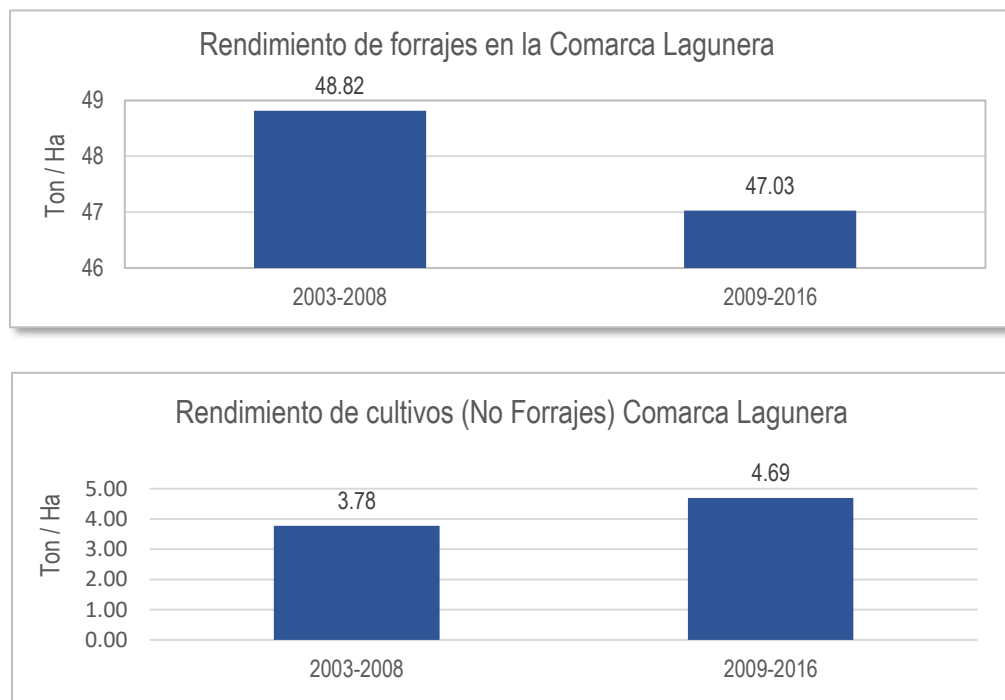
b) Adaptabilidad y flexibilidad: *“Cierta grado de ductilidad es necesario para detectar e interpretar los cambios que ocurren en el mundo exterior. Si se pierde esa capacidad, el sistema puede tornarse rígido e incapaz de detectar los cambios. A medida que el ambiente va cambiando sin que el sistema lo perciba, o bien lo perciba sin adaptarse a las nuevas condiciones, en algún momento se producirá su colapso, porque su comportamiento ya no será compatible con la nueva situación”* (Gallopín, 2003).

Según Gallopín, ductilidad significa *“la capacidad del sistema socioecológico como un todo de ser influenciado y modificado por su medio”* (Gallopín, 2003). Gallopín describe de forma muy general dicha propiedad, sin embargo, manifiesta claramente las palabras *“adaptabilidad”* y *“flexibilidad”*. Una prueba de que la Comarca Lagunera posee cierta adaptabilidad y flexibilidad, aunque sea baja, es el comportamiento que se ha venido proyectando sobre la producción de forrajes en dicha región con respecto al resto de sus cultivos. A pesar de que en dicha región el principal cultivo son los forrajes debido al fuerte mercado lechero y ganadero que existe dentro de ella, los propios agricultores de

forrajes se han dado cuenta de que dichos cultivos ya no son tan redituables a pesar de la demanda existente, esto debido a los altos costos generados por la baja disponibilidad de agua así como las múltiples repercusiones que existen al respecto para el propio cultivo. La Gráfica 14 demuestra que la Comarca Lagunera ha tenido un aumento de productividad de los cultivos que no son forrajes, lo que significa también que dicha región no es rígida en cuanto a la selección del cultivo a pesar de la demanda:

Gráfica 14

Rendimientos de forrajes vs. no forrajes en la Comarca Lagunera 2003 – 2016



Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Lo anterior también se puede comprobar mediante el número de hectáreas sembradas de forrajes con respecto a los cultivos que no son forrajes, dejando entrever que el agricultor disminuyó o se inclinó por cultivar los no forrajes. Del periodo 2003 – 2008 al periodo 2009 – 2016, el número de hectáreas cosechadas de forrajes en la Comarca Lagunera aumentó un 64.89 %; no obstante, en esos mismos periodos los siguientes cultivos tuvieron un aumento en hectáreas cosechadas mucho mayor que el de los propios forrajes (Tabla 5):

Tabla 5

Crecimiento de hectáreas de los cultivos no forrajeros con más alto crecimiento

Nuez	72.7 %
Pepino	436.7 %
Calabacita	143.2 %
Cártamo	2400.0 %
Nopalitos	108.5 %
Cebada grano	662.4 %

Girasol	3492.5 %
Cilantro	85.2 %
Espinaca	66.7 %
Higo	182.6 %
Camote	600.0 %

Elaboración propia y adaptado con datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

c) Homeostasis general: *“Estabilidad, resiliencia, robustez (en contraposición a vulnerabilidad, fragilidad). Esta característica tiene que ver con la capacidad del sistema de mantener o preservar los valores de las variables esenciales cerca de, o en torno a, una trayectoria o estado determinados (estabilidad), un dominio de atracción (resiliencia), o una estructura del sistema (robustez)”*. (Gallopín, 2003).

La Homeostasis de una región se refiere a la estructura interna que actúa indirectamente para enfrentar una determinada problemática. Gallopín pone de ejemplo para esta propiedad el hecho de la difusión acelerada de la epidemia del Cólera en América Latina en 1994, debido al debilitamiento gradual de los servicios de salud de dicha región (Gallopín, 2003). Para el caso de la Comarca Lagunera, existe la homeostasis en forma de organizaciones civiles ajenas al sector gobierno, así como centros de investigación enfocadas en el estudio y preservación del agua en dicha región. Dichas organizaciones y centros de investigación llevan muchos años de presencia y trabajo en dicha región, las cuales a continuación se enuncian las principales:

- *“Alianza Laguna por el Agua”*: Está integrada por organizaciones civiles, actores políticos e investigadores independientes. Dentro de las organizaciones civiles se encuentra (Vanguardia, 2019): La Comisión de Salud del Congreso del Estado de Coahuila, Alzando Voces A.C., Encuentro Ciudadano Lagunero A.C. (con más de 10 años de activa presencia en la Comarca Lagunera), Centro Interdisciplinario para la Investigación del Agua A.C., Laguneros por la Paz A.C. y la Organización de Agrónomos Democráticos A.C.
- *Frente Campesino en defensa del Agua y de la Tierra*: Es una asociación ciudadana conformada por usuarios y representantes de los diferentes módulos de riego del Distrito de Riego 017. Dicha asociación ha estado teniendo una activa participación desde el 2019 reclamando los abusos y

hurtos de agua subterránea y superficial que detectan en la Comarca Lagunera. Inclusive dicha asociación ha tomado varias veces las oficinas centrales de CONAGUA Cuencas Centrales del Norte para hacer valer sus derechos logrado remover directivos de dicho organismo por corrupción en materia hídrica (Hernández V. , 2019).

- *Comisión de Cuenca Alto – Nazas*: Es una asociación civil cuyo objetivo que persigue es lograr la participación de todos los sectores de la sociedad lagunera para favorecer el manejo sustentable de la Cuenca Alta del Río Nazas. Dicha asociación civil es reconocida por la propia CONAGUA así como por los gobiernos de Durango y Coahuila, como un órgano auxiliar del Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval (agua.org, 2013), (Canedo F. , 2019)
- *Consejo de Cuenca Nazas-Aguanaval*: Es una coordinación auxiliar independiente y justificada con base legal, para coordinar y concertar dependencias y entidades federales, estatales y municipales con el fin de formular y ejecutar programas de mejora de administración e infraestructura hídrica en la Comarca Lagunera y parte de Zacatecas. Dicho consejo está integrado por 4 sectores: CONAGUA; Gobiernos de Coahuila, Durango y Zacatecas; representantes de los usuarios finales; invitados de grupos de la sociedad y de organismos públicos y privados (Cuenca Nazas - Aguanaval, 2020).

d) Capacidad de respuesta: *“La capacidad de cambiar de estrategia según las circunstancias”*; (Gallopín, 2003).

En esta característica, Gallopín incluye la “autodependencia” (capacidad de regular interacciones con el “medio” y el “empoderamiento” (capacidad de responder al cambio, de innovar y de inducir el cambio en otros sistemas en pro de las metas planteadas) (Gallopín, 2003). La Comarca Lagunera es una de las pocas regiones de México en donde ha probado su capacidad de adaptación y respuesta al cambio ante eventos y situaciones difíciles como sociedad. Prueba suficiente de lo anterior es sin duda la respuesta histórica que tuvo en dicha región respecto al cambio de la industria del algodón hacia la industria lechera. Fue una transición que duró décadas, pero finalmente la adaptabilidad prevaleció ante las circunstancias regionales, nacionales e internacionales imperantes en aquel entonces.

La característica medular de la capacidad de respuesta de la Comarca Lagunera radica en dos puntos clave: 1) Es una región que históricamente nació gracias al cambio. Recordemos que dicha región tuvo su fundación gracias a la construcción de la estación de ferrocarril en el norte de México; prácticamente

la Comarca Lagunera nació gracias a un cambio tecnológico, económico y social, la cual apenas tiene 120 años de edad. 2) La Comarca Lagunera tiene una naturaleza cosmopolita: existe una migración de extranjeros hacia dicha región de forma constante desde hace décadas, lo que contribuye a que su cultura al cambio sea ágil ante los eventos nacionales e inclusive internacionales. Decir que la Comarca Lagunera no tiene capacidad de respuesta, es ignorar la propia historia.

Es claro que la capacidad de respuesta de la Comarca Lagunera ante el hecho de poseer el acuífero más explotado del país, no ha sido suficiente. Pero lo anterior no significa que no exista una capacidad de respuesta ante dicha problemática; recordemos que en el momento en que una región deje de tener capacidad de respuesta ante problemas graves, en ese momento deja de existir cualquier tipo de sustentabilidad aún si dicha región cuente con disponibilidad de recursos, adaptabilidad, flexibilidad y homeostasis. A continuación se muestra una serie de respuestas que la Comarca Lagunera ha mostrado ante dicha problemática hídrica, que van desde científicas y ciudadanas hasta gubernamentales e institucionales:

- *Proyecto IRRITILA*: programa creado por la ciudadanía con el fin de poder rescatar directamente la resiliencia ecológica de la cuenca alta del río Nazas, principal fuente de abastecimiento de agua en la comarca lagunera. La presidencia de dicho organismo actualmente está gestionando intensivamente los recursos para que aumente el presupuesto de dicho programa mediante convenios con la Comisión Nacional Forestal, CONAGUA, Sistema de Agua Potable y Alcantarillado (SAPAL) así como los gobiernos de los estados de Coahuila y Durango (Miranda, 2020).
- *El Instituto Municipal de Planeación y Competitividad (IMPLAN) de Torreón*: está actualmente trabajando en la normativa que obliga a los municipios laguneros a aportar a la sustentabilidad y hacia una mejor calidad de vida específicamente en el manejo puntual de aguas pluviales, adaptación climática, reducción de deforestación, fomento a la biodiversidad y arborización nativa y adaptada de la región (Silva, 2020).
- *Proyecto Cañón de Fernández*: Es un proyecto de inversión millonaria creado por el Gobierno de Durango y la fundación Iberdrola-México junto con Pronatura Noreste. Dicho proyecto tiene como misión restaurar, proteger y conservar el parque estatal Cañón de Fernández (localizado en el municipio de Lerdo) el cual está declarado como área natural protegida desde el 2004 y que consta de 17 mil hectáreas. Dicho parque representa un ecosistema de flora y faunas únicas en el mundo

además de que está considerado como uno de los humedales más importantes de México y del mundo (Sandoval, 2019).

- *Prodefensa del Nazas*: Es una organización ciudadana que actualmente está realizando campañas para hacer conciencia entre la ciudadanía lagunera para rescatar las áreas verdes de la comarca lagunera, principalmente al Cañón de Fernández, parque considerado como “*el riñón de la Laguna*” (González E. , 2019). Es de vital importancia la recuperación y resiliencia del Cañón de Fernández ya que se encuentra en la cuenca alta del río Nazas: las cuencas altas de un río captan más precipitación pluvial y por lo tanto realizan más aportaciones de agua. Su vegetación, principalmente la que existe en sus bosques, contribuyen al aumento de la precipitación pluvial reteniendo así la humedad ambiental (Cuéllar Chávez, 2019).
- *Proyectos de Potabilizadora y Acueducto*: Son dos nuevos proyectos que fueron propuestos en el 2019 a los niveles del gobierno estatal y federal con el fin de aumentar la disponibilidad y calidad de agua en la Comarca Lagunera. A pesar de que dichos proyectos son tema de debate actualmente, ambos están siendo evaluados ya que su desventaja es que son económicamente costosos (Ramírez J. C., 2019) pues su inversión asciende a 5 mil millones de pesos. El acueducto contempla extraer agua de la presa Francisco Zarco para luego ser pasada por una potabilizadora misma que contempla a los municipios de Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Torreón, Matamoros, Viesca, San Pedro y Francisco I. Madero (Canedo F. , 2019). Dichos proyectos tentativamente estarían siendo realizados en un plazo de 4 a 5 años.
- *Proyecto “Derecho humano al agua y seguridad hídrica para la población de la Comarca Lagunera de Coahuila y Durango”*: Es un proyecto muy completo e integral llevado a cabo por la asociación ambientalista lagunera “Encuentro Ciudadano Lagunero A.C.”, que consiste en la realización de acciones de gestión con el fin de evitar la construcción de los tentativos proyectos de la Potabilizadora y el Acueducto ya que para dicha asociación estas propuestas no combaten el problema central que es la sobreexplotación del acuífero principal de la comarca lagunera. Dentro de este proyecto se encuentra la elaboración de un programa epidemiológico para la prevención y atención de enfermedades provocadas por el hidroarsenicismo así como también el establecimiento de una red pública que operen con tecnología de ósmosis inversa en 100 comunidades rurales con altos niveles de arsénico. También en dicho proyecto se incluye el establecimiento de un sistema de medición telemétrica con el fin de cuantificar en tiempo real los volúmenes de agua que se bobean

en la comarca lagunera, así como la modernización de las redes de distribución de agua potable, drenaje y tratamiento de aguas residuales, entre otros (Canedo F. , 2019).

- *Foros organizados por la Comisión de Recursos Hidráulicos, Agua Potable y Saneamiento de la Cámara de Diputados:* Son foros que consisten en ponencias magistrales, talleres y mesas redondas donde pueden externar inquietudes todo ciudadano o asociaciones de todo el país a favor de la problemática hídrica del país. Dichos foros son llevados a cabo cada año en ciudades seleccionadas por la propia Comisión. Dichos foros fungen también como medios para recabar experiencias, problemáticas, denuncias o quejas, propuestas y proyectos por parte de la ciudadanía en general e inclusive a nivel microregional con el fin de ser llevadas a la propia cámara de diputados. Dichos foros pudieran ser vistos, en cierta medida, como paliativos distractores para la ciudadanía aquejada; no obstante, no dejan de ser medios de conducción para la participación ciudadana (Ramírez J. , 2019).
- *Proyecto de crear presa en el lecho seco del Nazas:* es una iniciativa propuesta por diputados locales de Coahuila y Durango que integran la Comisión Interestatal para impulsar proyectos regionales. Dicho proyecto consiste en construir una presa en el lecho seco desde la represa San Fernando en el municipio de Lerdo hasta El Cuijo en la ciudad de Torreón, Coah. (Miranda, 2019).
- *Proyecto de abastecimiento de agua en la Comarca Lagunera por iniciativa de los gobernadores de Coahuila y Durango:* Como una iniciativa sin precedentes, los gobernadores de Coahuila y Durango (Miguel Riquelme y José Rosas Aispuro) se llevó a cabo en enero del presente 2020 una reunión con los principales productores lecheros de la comarca lagunera (destacándose el grupo LALA) con el fin de llegar a un acuerdo a favor de la sustentabilidad a corto y largo plazo del recurso hídrico lagunero, aunque ello signifique solicitar cesión de derechos de agua de los grandes productores lecheros. Dicha iniciativa representa un paso inicial importante, ya que el grupo LALA posee la mayoría de los pozos de agua en la región además de ser uno de los principales consumidores de agua en la Comarca Lagunera (Iturriaga, 2020).
- *Proyecto MEVA:* Es tal vez el proyecto hídrico más ambicioso que ha emergido de la Comarca Lagunera para resolver de manera directa el problema de abastecimiento y resiliencia hídrica hasta la fecha. Fue propuesto en 1954 por el lagunero Ing. Mario Enrique Vázquez Ávila (de ahí las iniciales del proyecto). Este proyecto consiste en la transferencia de agua a través de la Sierra Madre Occidental en Durango la cual se aprovecharía los excedentes de agua de dos ríos de dicha zona: el río Piaxtla y el río San Lorenzo. Tal propuesta le hizo ganar al Ing. Vázquez reconocimientos en

Turquía y Estocolmo, así como también mostraron interés en aplicar dicho proyecto el propio Banco Mundial de Desarrollo, la UNESCO, así como los gobiernos de Argentina, Chile, Bolivia y Perú (Barrientos, 2010). El Ing. Vázquez incansablemente dedicó casi toda su vida a promover su proyecto a todos los niveles de gobierno (municipales, estatales y federal), sin lograr nunca tener apoyos verdaderos. El proyecto MEVA es millonariamente costoso pues requiere aproximadamente 80 billones de pesos si hacemos el comparativo con su similar “Central Arizona Project” (Central Arizona Project, 2020), y dicho costo fue el principal obstáculo en el que durante décadas este proyecto fue desatendido sin mencionar que fue propuesto en una época donde los intereses particulares y la corrupción estaban a la orden del día; no obstante estamos convencidos que es más costoso el deterioro hídrico sobre la calidad de vida en la Comarca Lagunera. Lo interesante y valioso de este proyecto es que hasta la fecha actual, es la opción que siempre queda al final cuando el resto de los proyectos hídricos fracasan. Incluso hoy en día, existen muchos laguneros (ciudadanos, diputados, regidores, investigadores) que plantean retomar dicho proyecto (Sandoval, 2019). Desde nuestro punto de vista, el proyecto MEVA es la solución tecnológica que se ha ganado sobradamente el derecho de la duda debido a la deficiencia de casi todas las propuestas hídricas que se han realizado hasta la fecha durante los últimos 50 años para la Comarca Lagunera; otros proyectos similares al MEVA ya se han llevado a cabo con éxito en diferentes partes del mundo, entre ellos se encuentra el Proyecto Central Arizona el cual desvía agua del río Colorado proveyendo agua al estado de Arizona, convirtiéndose así en el acueducto más grande jamás construido en la historia (Central Arizona Project, 2020).

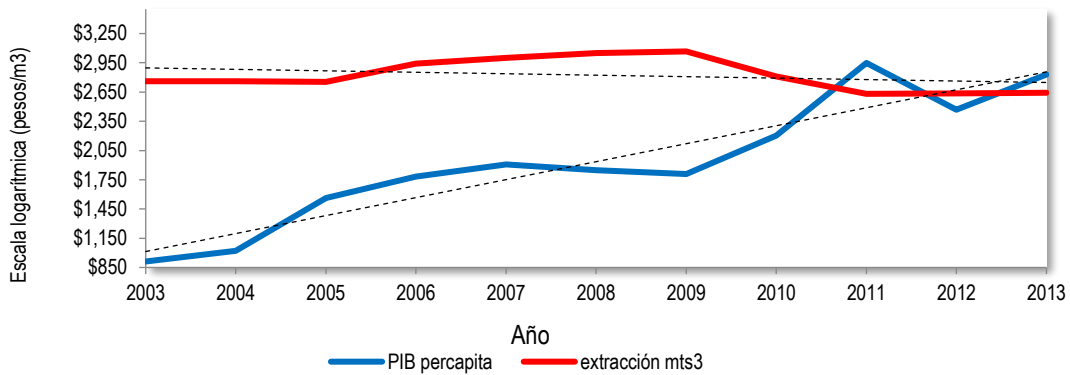
Como podrá observarse, la propiedad fundamental de la sostenibilidad de Gallopín engloba intrínsecamente a las propiedades dinámicas sostenibles. Esta capacidad de respuesta, propiedad fundamental de la sostenibilidad (según Gallopín), emerge como el primer paso hacia la innovación tecnológica, permanente característica de una real y dinámica sostenibilidad. La Comarca Lagunera posee este dinamismo, totalmente visible en los diferentes proyectos y activas gestiones previamente descritas.

Análisis descriptivo derivado de la Curva Kuznet

La curva de Kuznet fue aplicada por primera vez como propuesta para efectos ambientales por Grossman & Krueger (Hao, Wu, Wang, & Huang, 2018) y aún con las limitaciones que posee dicha curva tal como lo señalan Hao, Wu, Wang, & Huang (2018) y Zhao, Sun, & Liu (2017) dicho análisis nos muestra que existe una relación ligeramente inversa entre el crecimiento económico y el nivel de extracción de agua en la Comarca Lagunera, lo que nos induce a la existencia tenue de sustentabilidad (gráficas 15 y 16)¹:

Gráfica 15

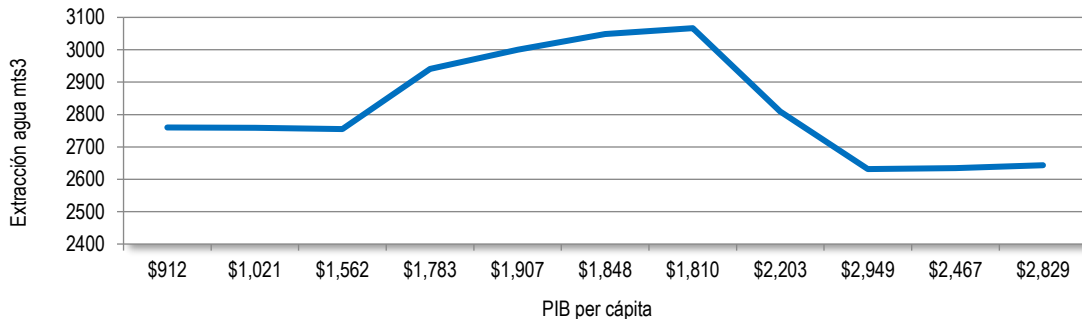
PIB per cápita vs. extracción mts³ Comarca Lagunera (2003-2013)



Elaboración propia y adaptado con datos de (Producto Interno bruto trimestral), BIE-INEGI, 2019, (<https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>); (Piezometría 1975-2018 Acuífero Principal - Laguna), Cuencas centrales del Norte - CONAGUA, 2019, base de datos brindada por CONAGUA

Gráfica 16

Curva Kuznet extracción de agua mts³ Comarca Lagunera (2003-2013)



Elaboración propia y adaptado con datos de *Producto Interno bruto trimestral*, BIE-INEGI, 2019, (<https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>); *Piezometría 1975-2018 Acuífero Principal - Laguna*, Cuencas centrales del Norte - CONAGUA, 2019, base de datos brindada por CONAGUA

¹ Los datos obtenidos del PIB regional per cápita fueron obtenidos con base en los datos del sistema BIE-INEGI.

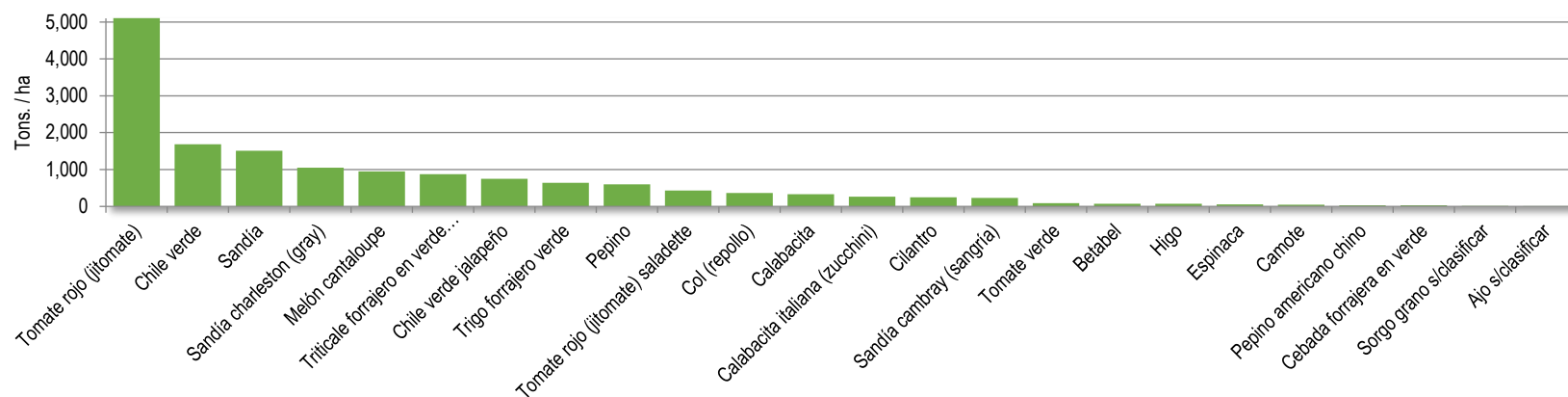
Eficiencia agrícola de la región de estudio

A continuación hemos realizado un análisis básico de productividad para observar de manera general el comportamiento de cada uno de los cultivos agrícolas y productos pecuarios de la Comarca Lagunera, para lo cual se aplicó el siguiente procedimiento: con los datos obtenidos de la base de datos del SIACON-NG de SAGARPA (2018) se obtuvo la producción, hectáreas, precios y valor de cada uno de los cultivos agrícolas así como de los productos pecuarios de cada uno de los municipios que conforman a la Comarca Lagunera. Para ello se hizo un análisis comparativo dividiendo el periodo de estudio en dos partes con el fin de poder aprovechar el fenómeno acontecido en el 2011 el cual aconteció la sequía más aguda de los últimos 80 años: del periodo 2003 al 2011 y del periodo 2012 al 2017. Posteriormente se comparó tanto el precio así como la relación producción/hectáreas. El criterio elegido (y basado en la lógica de la ecuación de sustentabilidad propuesta por Gallopín) fue el siguiente: se clasificó como “económicamente sustentable” aquel cultivo o producto que además de haber aumentado su precio promedio del primer periodo al segundo periodo también aumentó su rendimiento (producción /hectáreas); y se clasificó como “deficientes sustentables” aquel que disminuyó del primer al segundo periodo tanto su precio así como su rendimiento. Los resultados son los siguientes (gráficas 17 y 18):

- a) El principal cultivo de la Comarca Lagunera, la Alfalfa, así como el resto de los forrajes, han estado disminuyendo su eficiencia productiva (relación producción/hectáreas). Dentro de este mismo grupo se encuentra el cultivo de la Nuez, cultivo que resultó ser más deficiente en dicha relación con respecto a los propios forrajes. No obstante, dichos cultivos aumentaron de precio en el periodo de estudio.
- b) El único cultivo que además de ser sustentable y que además forma parte de los cultivos de alta producción en dicha región, resultó ser el melón. Por otra parte, el frijol pinto americano resultó ser el único cultivo que además de ser eficiente presentó una caída en su precio promedio.
- c) Los cultivos que resultaron ser “no sustentables”, es decir, que además de presentar deficiencia productiva tuvieron una caída en su precio es el membrillo, la coliflor y la uva fruta.
- d) A pesar del factor de tecnología, el deterioro hídrico se refleja contundentemente en el rendimiento productivo de dichos cultivos. Es indudable que sin el factor tecnología y organizacional, desde hace muchos años la Comarca Lagunera estaría declarada como zona de desastre hídrico.

Gráfica 17

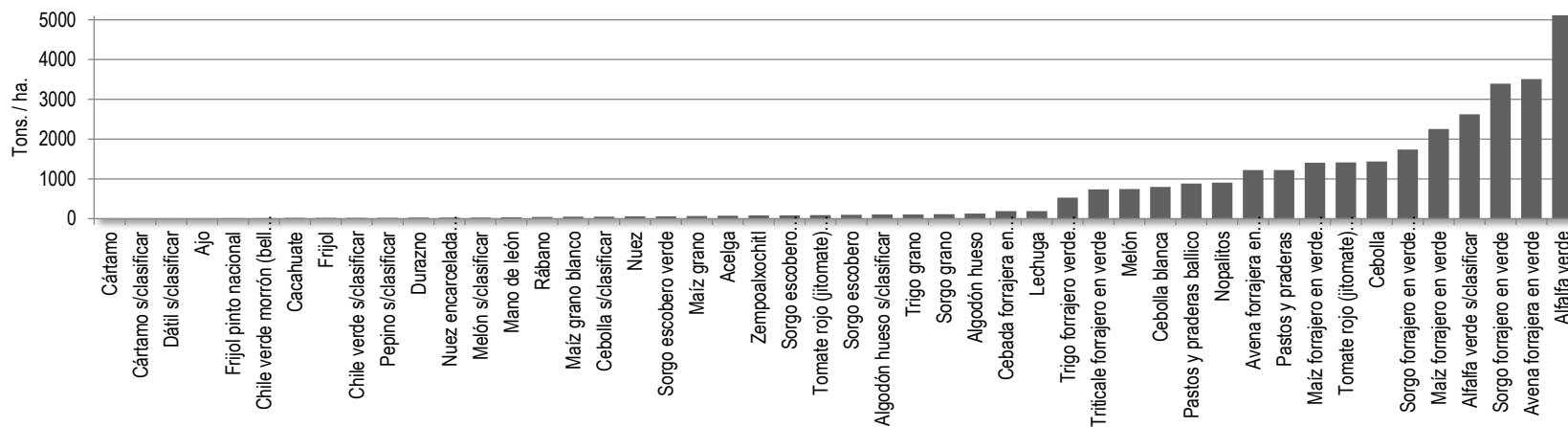
Cultivos económicamente sustentables



Elaboración propia y adaptado mediante datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

Gráfica 18

Cultivos deficientes, con aumento de precio



Elaboración propia y adaptado mediante datos de SIACON-NG, SAGARPA, 2018, (<https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>)

El robo de agua dentro del deterioro hídrico en la Comarca Lagunera

Según el estudio del Banco Mundial denominado *“The Challenge of reducing non-revenue water in developing countries 2006”*, señala que cerca de 48 millones de metros cúbicos de agua potable se escapan diariamente de las redes de abastecimiento hidrológicas del mundo; dicha cantidad es suficiente para proveer agua a más de 200 millones de personas en el mundo (Narayanamoorthy & Alli, 2019). El mismo Banco Mundial, en su reporte *“Water supply and waste water services in Bombay 1996”* señalan que cerca del 40 al 60 % del agua disponible en Mumbai es perdida de forma ilegal (Narayanamoorthy & Alli, 2019).

El robo y clandestinaje de agua subterránea y superficial en la Comarca Lagunera es un tema que prácticamente no existe investigación alguna que maneje datos reales al respecto debido a su dificultad para poder aterrizarlos en cantidades (Ramírez J. C., 2019). El robo y abuso del recurso hídrico en la comunidad lagunera no es un tema nada nuevo pues desde la época del presidente Benito Juárez hasta la del Porfiriato hubo abusos en la administración de dicho recurso por parte de terratenientes y empresas sin escrúpulos en la comarca lagunera: en 1868 el propio presidente Benito Juárez tuvo que intervenir directamente para resolver la negativa del paso de agua para el municipio lagunero de Matamoros por parte del terrateniente Juan Ignacio Jiménez (Sotomayor Garza, 2019); por otra parte, durante el Porfiriato la Compañía Mexicana Abastecedora de Aguas y Saneamiento de Torreón S.A. que fue fundada en 1902 por el propio hijo del presidente Porfirio Díaz, dicha empresa realizó contratos ilegales para beneficiar a unos cuantos a costa del agua lagunera (Ramírez J. , 2020); y como este ejemplo ha habido similares y múltiples casos en la región lagunera hasta la fecha. Actualmente, se estiman que en la comarca lagunera existen alrededor de 4,000 pozos aproximadamente, de los cuales solo 2,500 están registrados y el resto se explotan de manera ilegal a pesar de que no cuentan con concesión formal (Canedo F. , 2019). Y todo lo anterior, bajo el contexto de que el 90 % de los pozos subterráneos están en manos de la propiedad privada privilegiada (es decir, empresarios notables de producción industrial) y el 10 % restante es para los campesinos en general y para el sector social (Canedo F. , 2019).

La propia CONAGUA reconoce y acepta dicha ineficiencia y carencias de sus propios procedimientos en el documento titulado *“Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Medición del Agua”* (El Siglo de Torreón, 2020). Entre las limitaciones actuales se encuentran que: a) solo apenas cubre el monitoreo de 72 de las 222 presas más representativas del país, b) mediciones piezométricas solo de manera anual lo que

representa limitada precisión pues debiera de ser mínimo de forma semestral, c) empleo de solo estándares nacionales e internacionales para agua de consumo cuando se deben de aplicar estándares más específicos a la región en cuestión, d) incompleto control de monitoreo debido a inseguridad social y/o inaccesibilidad en ciertas regiones, e) actualmente las mediciones que se realiza para el análisis de disponibilidad de agua solo llegan a menos del 7 % de lo mínimo indispensable de las necesidades del país (El Siglo de Torreón, 2020). Como se puede observar, los hechos muestran a CONAGUA como un ente institucional ajeno y retraído a las necesidades actuales y futuras del país.

Para la presente investigación es relevante considerar la variable de hurto de agua dentro de nuestro modelo matemático de investigación ya que la misma afecta al desarrollo y bienestar económico de toda una región además de que representa un adicional indicador a minimizar por parte de las externalidades sustentables. Como ya hemos mencionado, el robo de agua no es la única externalidad negativa sobre el recurso hídrico e independientemente de que dicha agua hurtada tarde o temprano se convierta en producción agrícola terminada en el corto plazo a costa de un aumento de externalidades negativas, es por ello por lo que la presente investigación se decidió a calcular con significativa aproximación dicho robo de agua basada en los requerimientos hídricos de cada cultivo y actividad agrícola/pecuaria de cada uno de los municipios de la Comarca Lagunera durante el periodo 2003-2016, descrita en la sección del Modelo y Metodología.

Sobre el debate de la construcción de cuencas lecheras en diferentes zonas de México

A finales de marzo y principios de mayo del 2019 inició un notable debate en la nación sobre la problemática hídrica que relaciona al actual sector lechero en la Comarca Lagunera, esto a razón de las propuestas del actual Gobierno Federal (Multimedios, 2019), (El Siglo de Torreón, 2019). Sin embargo, es un tema de mucho tiempo atrás, pues como habíamos mencionado desde 1937 el hidrólogo Paul Waitz ya había alertado sobre los inicios del deterioro de los acuíferos de la Comarca Lagunera (Wolfe, 2014). Haciendo honor a la verdad y a la imparcialidad, y debido al actual cambio del sistema político en el país así como a notables intereses particulares existentes, las propuestas del actual Gobierno Federal al respecto se han tergiversado notablemente pues en función de las declaraciones textuales del mismo en ningún momento se ha dicho que se va a “transferir”, “trasladar” o “desaparecer” la cuenca lechera lagunera. Independientemente de lo anterior, a continuación se presenta una breve investigación bibliográfica que realizó la presente investigación sobre dos proyectos lecheros en diferentes zonas del país diferentes, con el fin de mostrar

tanto el factor de corrupción en el sector lechero así como la viabilidad de cuencas lecheras en el sur del país:

- a) Empresa Ultralácteos: En 1936 inició la Unión Ganadera Regional de Tabasco (UGRT) la cual desarrolló con éxito una de las primeras cadenas productivas lecheras en el sureste mexicano durante los años 30's, inclusive suministraba con productos bovinos a la Ciudad de México en aquel entonces; sin embargo, acorde a las propias versiones de sus propios socios y líderes, fue el factor corrupción lo que la orilló a que desde el 2014 esté declarada en bancarrota presentando una deuda de más de 600 millones de pesos (Guzmán, 2014).
- b) Plan Chontalpa: En 1966 fue el proyecto agrícola más ambicioso realizado por el Gobierno de Luis Echeverría Álvarez, en el cual se tenía como objetivo la maximización productiva agrícola y ganadera en el sureste mexicano. Sin embargo, debido principalmente por la ineficiencia operativa tanto del Estado así como por la carencia de tecnología e investigación agrícola en aquel entonces (estamos hablando de la década de los años 60's) además de la corrupción en los factores de inversión y voluntad política, dicho proyecto fracasó tal como señala Barta (1978) y García Javier (2019).
- c) La Universidad Autónoma de Chapingo y otras importantes universidades del país: Se menciona mucho que el actual Gobierno Federal no está asesorado sobre sus propuestas que ha realizado recientemente para el sector lechero; sin embargo la propia Universidad Autónoma de Chapingo realizó una investigación en el año 2007 donde demuestra científicamente la viabilidad de la producción lechera en el Trópico mexicano (López, García, Ramírez, & García, 2009), así como también por parte de investigaciones de otras universidades y centros académicos importantes entre ellas la UNAM, INIFAP, CONACYT, COLPOS, IPN, Universidad Autónoma de Chiapas, Universidad Autónoma de Yucatán, Universidad Autónoma del Estado de México, UAM, Universidad de Córdoba y Universidad La Salle (CONACYT-REDGATRO, 2015); (Teyer, Magaña, Santos, & Aguilar, 2003); (Silva Salas & Jiménez Badillo, 2016). Cabe mencionar que el Trópico Mexicano comprende los estados de Tabasco, Colima, y parte de: San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Veracruz, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco y Nayarit (Olvera Salgado, 2010).

Debemos entender de una vez que ya no estamos en la década de los 60's donde la tecnología agrícola y pecuaria estaban iniciando. Ahora ya son otros los tiempos en donde la tecnología es sumamente superior tanto de tipo agrícola así como del tipo económica, y hoy es el momento para ponerla al servicio de la mayoría y no de solo unos cuantos intereses particulares e industriales. Este fomento al beneficio superior regional es también el objetivo de la inducción que persiguen las externalidades económicas sustentables: la mejora eficiente y ascendente tanto del crecimiento así como del desarrollo económico a través del robustecimiento de la inducción sustentable.

Como conclusión del presente capítulo, podemos afirmar que una considerable parte de la población mundial equivocadamente piensa que el planeta está al servicio de la Economía a lo cual representa una viciosa tergiversación que solo implica a consolidar una y otra vez la ley del mínimo esfuerzo bajo una visión cortoplacista. Es tiempo ya de poner a la Economía al servicio del planeta y al servicio de la mayoría de la población, para así hacerle honor a la propia valía social de la Economía como ciencia.

CAPITULO II ENFOQUES TEÓRICOS DE LA INDUCCIÓN ESPACIAL Y DEL CRECIMIENTO SUSTENTABLE

La información es y ha sido un capital clave para llevar a cabo una estrategia económica, y cobra más relevancia cuando dicha información logra reducir las fallas de mercado o asimetrías que existen en un sistema (Rodríguez Cairo, 2013). Bajo esta perspectiva, dentro de los mecanismos que estudia la Economía para la transmisión de información, se encuentra el “efecto derrame” (llamado también como *spillover* en inglés) en el que mediante las externalidades económicas del mismo logra reducir no solo las fallas de mercado sino también diferentes tipos de externalidades que afectan a una región, tal como señalan Zhao, Sun, & Liu (2017), Poirson & Weber (2011) y Delgado, Correa, & Conde (2013). Desde que Marshall puso en el escenario económico al efecto derrame en 1890 y retomado por Pigou en 1920 (Maier & Sedlacek, 2005), han existido muchas investigaciones que han contribuido al avance del mismo sin embargo en su momento todavía no se había desarrollado la Economía Espacial de manera robusta y no fue sino hasta en la década de los 90’s en la que Krugman (1996) planteó las diferentes fuerzas económicas que entran en juego dentro de una región para incluir al “espacio” como fenómeno económico, por lo cual el efecto derrame solo se había utilizado como una herramienta meramente intuitiva más que aplicativa.

El Crecimiento Económico

Es necesario definir la postura del concepto de Sustentabilidad con la cual se aborda al presente proyecto pues dicha palabra posee múltiples usos y variados significados lo que provoca fácilmente su confusión al respecto. Sustentabilidad es la *“capacidad de cualquier sistema o proceso para mantenerse por sí mismo de manera indefinida; además, Desarrollo Sustentable es el desarrollo de un sistema humano, social y económico capaz de mantenerse por sí mismo de manera indefinida en armonía con los sistemas biofísicos del planeta; Desarrollo sustentable es tal vez el concepto de política pública más retador jamás desarrollado”* (Dahl, Moldan, & Hák, 2007). Además, el concepto de sustentabilidad implica intrínsecamente un sentido de alcanzar una justicia generacional, una calidad de vida digna así como decentes estándares de vida (Dahl, Moldan, & Hák, 2007). No obstante, dicho concepto se puede confundir con el concepto de Sostenibilidad: Basándonos en las definiciones del diccionario de la real academia de la lengua española, Sustentable es el tipo de desarrollo donde implica mayor intervención humana para su equilibrio con el medioambiente; por

otra parte, Sostenible es el mismo tipo de desarrollo anterior solo que no implica predominantemente una intervención humana para su autonomía.

Como se puede observar, la sustentabilidad está intrínsecamente relacionada en el crecimiento económico: no hay ninguna duda de que el hecho de elevar el nivel de crecimiento económico es considerado uno de los principales objetivos de cualquier país debido a que representa la habilidad de contar con una vida digna para los pueblos, baja tasa de desempleo, crecimiento de ingreso y del consumo (Sharipov, 2015). Sin duda, el crecimiento económico es considerado como una aceptable medida respecto al progreso y desarrollo de una nación (Nallathiga, 2008) a pesar de sus limitaciones. Al respecto, en la Tabla 6 se muestra en secuencia cronológica las teorías más importantes que abordan al crecimiento económico:

Tabla 6

Secuencia histórica de corrientes del crecimiento económico

Teorías sobre el crecimiento económico	Época en que emergió
1. Mercantilismo	Siglo XV
2. Fisiocracia	Segunda mitad del siglo XVIII
3. Teoría clásica	1776
4. Teoría de la innovación en el crecimiento (Schumpeter)	1911
5. Teoría Keynesiana	1930's
6. Teoría Post-keynesiana (Neo-keynesiana)	1950's
7. Teoría neoclásica y Teoría exógena (Robert Solow)	1950's – 1960's
8. Teoría Institucionalista	Principios del siglo XX
9. Teoría del crecimiento endógeno	1980's – 1990's

Tomado y adaptado de *Contemporary economic growth models and theories: a literature review*, Sharipov, 2015, IDEAS, (<https://ideas.repec.org/a/ies/wpaper/y2015v7i3p759-773.html>)

La Teoría mercantilista (Méndez Morales, 2009) donde esta plasma prácticamente las características capitalistas comerciales del siglo XVI y XVII, asentó las bases tanto del capitalismo industrial así como las vertientes actuales del capitalismo moderno (Coutiño G., 2016). El mercantilismo considera la *“acumulación de capital como principal medio de crecimiento económico y también como principal propósito de las actividades económicas de los comerciantes y del Estado”* (Sharipov, 2015). Posteriormente inicia la Teoría Fisiocrática que surge en el siglo XVIII misma que está básicamente regida por la productividad agrícola y

basada en un orden natural (Méndez Morales, 2009) además de que se oponía a la intervención del estado como proceso económico (Sharipov, 2015).

A partir del siglo XVIII, la Revolución Industrial modificó sustancialmente al mundo económico debido a la inserción de la maquinaria bajo la producción en serie que, junto con los movimientos sociales de impacto como la Revolución Francesa, lograron que el análisis económico basara categóricamente sus cimientos en un capitalismo industrial (Ávila Macedo, 2006). Es así que surgió la Teoría clásica económica: dicha corriente teórica postula básicamente al factor del valor y el trabajo o tiempo de trabajo insertado en la fabricación de un bien como base medular de todo el funcionamiento de la economía (Ávila Macedo, 2006). Sus más sobresalientes exponentes fueron: Adam Smith, David Ricardo, Thomas Malthus, Karl Marx, John Stuart Mill, Jean-Baptiste Say, entre otros.

Con respecto a la Teoría de la innovación en el crecimiento, fue introducida por Schumpeter en 1911 bajo una nueva forma de pensamiento donde el factor del emprendedor, es decir, el potencial creativo, toma relevancia en el papel del crecimiento económico (Sharipov, 2015).

Por otra parte, la teoría Keynesiana, así como sus corrientes derivadas como las teorías postkeynesiana o neokeynesiana, emanan de la obra *"The General Theory of Employment, Interest and Money"* de Keynes. En ella, Keynes prueba que la intervención del gobierno es indispensable en un ambiente donde exista recesión, desempleo, reducción de ingresos y del consumo, así como ahorro e inversión; en resumen, la esencia de la teoría keynesiana es: a) la condición del equilibrado crecimiento económico se encuentra en un aumento de la demanda agregada; b) la inversión es el principal factor multiplicador que influencia al crecimiento económico (Sharipov, 2015). La teoría post-keynesiana fue formulada por Evsey Domar y Roy Harrod: esta teoría indica que el crecimiento económico es determinado por una propensión marginal a ahorrar, y que ante un inestable mercado, el Estado debiera de aplicar acciones activas (Sharipov, 2015).

Por otra parte, la teoría Neoclásica surgió durante el siglo XIX y cuya base central de su doctrina es que los agentes económicos son totalmente racionales que buscan siempre maximizar su utilidad marginal, por lo cual se les llamaron "marginalistas" a sus seguidores (Méndez Morales, 2009). Para los neoclásicos, el comportamiento agregado tiende siempre a un punto de equilibrio económico. Su principal exponente, Robert Solow, demuestra que la tasa de ahorro es el factor clave para determinar la intensidad de capital lo

que revela una interconexión de tres elementos del crecimiento económico: la inversión, la fuerza de trabajo y el progreso tecnológico (Sharipov, 2015). Posteriormente en la teoría del crecimiento endógeno existen dos subgrupos: a) el primero de ellos, representado por Romer y Lucas, señalan que el capital humano es clave en el crecimiento económico, donde dicha clave es representada por la variable del conocimiento o información. Esta teoría propone que *“hay un intercambio entre el consumo de hoy y el conocimiento que puede ser usado en la expansión del consumo del mañana”* (Sharipov, 2015); b) el segundo grupo indican que la Investigación y el Desarrollo son la clave del crecimiento económico, teorías que son representadas por Grossman y Helpman (Sharipov, 2015).

Posteriormente apareció la teoría institucionalista: esta escuela de pensamiento económico inició gracias a una obra publicada por Thonstein Veblen en 1899 llamada *“Why is Economics not an Evolutionary Science?”* (Coutiño G., 2016) misma obra que prácticamente es por sí misma muy avanzada a su época ya que desafía por vez primera el concepto de utilidad marginal y la existencia del equilibrio estable que sostienen los teóricos clásicos. Prácticamente la primera mitad del siglo XX la teoría institucionalista estuvo relegada del debate teórico económico debido a sus postulados mayoritariamente descriptivos y limitadamente deductivos. Durante la segunda mitad del siglo XX las estrategias para aumentar el desarrollo y crecimiento económico se basaron en aumentar el capital físico y humano, y al final dichas estrategias solo funcionaron para los países desarrollados dejando a un lado y de forma desigual a los países latinoamericanos y africanos (Easterly & Levine, 2002). Es por ello por lo que en la búsqueda de encontrar una alternativa ante tal situación dentro de esta corriente institucionalista, Douglas C. North (Candelo Álvarez, 2014) propuso que el factor clave para el desarrollo económico a largo plazo son las Instituciones las cuales estas son agentes de reglas de juego que poseen el poder para crear incentivos que direccionan la actividad productiva hacia mejores condiciones.

Economía Ambiental

En el campo de la Economía se han generado diversas ramificaciones de estudio para analizar la interdependencia entre los recursos naturales y la propia Economía, en la que principalmente se aplican tanto las bases de la microeconomía (Labandeira, León, & Vázquez, 2007) así como las que conciernen al análisis macroeconómico (Mancini, 2014). El fundamento que subyace en estas líneas de estudio dentro de

la Economía es precisamente que la propia Economía es “*un sistema abierto y (que además) el sistema económico no puede operar sin la base de los sistemas ecológicos*” (Labandeira, León, & Vázquez, 2007). Inclusive, varios clásicos e icónicos pensadores de la Economía han aportado importantes avances en el análisis entre el crecimiento económico y los recursos naturales tales como Malthus, David Ricardo, Carey, Faustmann, Samuelson, Stuart Mill, Jevons, Perelman, Pigou, Coase, Buchanan, Kneese, Lerner, Constanza, Gray, Hotelling, Gordon, Hicks, Page, Hartwick, Solow entre otros; de hecho, el análisis económico ambiental puede considerarse como “*la cuarta función*” que Adam Smith incluiría respecto a las funciones del sector gobierno si su obra “*Riqueza de las Naciones*” la hubiera escrito en la época presente (Labandeira, León, & Vázquez, 2007). Por estas razones, la relación entre el crecimiento económico y los recursos naturales es necesaria y altamente compleja: se ha demostrado que el crecimiento económico es condición necesaria, pero no suficiente para poder obtener un desarrollo sustentable (Labandeira, León, & Vázquez, 2007); también se ha demostrado que el crecimiento económico no conduce necesariamente al deterioro ambiental pues inclusive existe evidencia empírica suficiente de que el crecimiento económico es la solución a ciertos problemas ambientales (Labandeira, León, & Vázquez, 2007). Por todo lo anterior, no se puede ejercer una receta absolutamente única por parte de la Economía para la problemática de los recursos naturales.

A manera de síntesis histórica, los avances más representativos en la economía ambiental fueron (Labandeira, León, & Vázquez, 2007):

En 1786 Townshend diseñó el primer modelo ecológico de equilibrio natural; este mismo modelo fue utilizado por Malthus para determinar las limitaciones de los recursos naturales trazando así ideas pesimistas económicas sobre la humanidad; posteriormente David Ricardo proporcionó un modelo sobre la actividad económica que relaciona al medioambiente; en 1849, Faustmann formalizó la optimización del uso de recursos naturales aplicados al sector forestal; en 1848 John Stuart Mill fue pionero en las principales hipótesis de los recursos naturales; en 1865, Jevons aporta a la economía de los recursos naturales el principio de equimarginalidad, principio que gobierna las utilidades netas de la gestión del medioambiente. En 1920, Pigou inicia la política económica del medioambiente; Hotelling, se le considera el fundador de la microeconomía de los recursos naturales sentando sus bases en 1931; posteriormente en 1960, Coase presenta un paradigma de la gestión ambiental en el cual hace énfasis en la negociación de mercado. Por otra parte, Kuznets fue el primer economista en estudiar la relación entre el crecimiento económico y el

desempleo, mostrando que el desempleo se incrementa hasta un cierto nivel de ingreso después del cual empieza a decrecer; muchos investigadores economistas utilizaron y/o adaptaron dicha relación para representar el comportamiento entre el crecimiento económico y el problema ambiental concluyendo en su mayoría que el consumidor tiene la capacidad para prevenir externalidades negativas ambientales poniendo en segundo plano al factor tecnología (Abrate & Ferraris, 2010). Sin embargo, debemos considerar que la analogía ambiental del modelo de Kuznet tiene excepciones notables, tal es el caso de Malasia en donde el nivel de ingreso no influye en la cantidad de contaminación generada (Abrate & Ferraris, 2010). Arrow publica su investigación “*economic growth, capacity and environment*” misma que fue pionera en la relación al crecimiento económico y el medioambiente (Tian & Sun, 2018). Se ha demostrado que aquellos países en los que descansa su economía en la abundancia de recursos naturales han mostrado un bajo crecimiento económico, como se muestran en los estudios de Prebisch, Singer, Bhagwati y Corden (Ros, 2004); además de que los factores claves entre la relación de la abundancia en los recursos naturales y el crecimiento económico son entre otros los niveles de inversión, calidad institucional, distinción de tipos de recursos naturales y dependencia de recursos (Juchem Neto, Claeysen, & Pôrto Júnior, 2018).

Existe además evidencia empírica sobre dos fenómenos muy enfocados a la economía de los recursos naturales: la “maldición” de los recursos naturales y “la enfermedad holandesa”; la primera indica que un país con abundantes recursos naturales tiende a tener un bajo y lento crecimiento económico; y en la segunda, se refiere a que un incremento en las exportaciones de los recursos naturales de un país provoca una desindustrialización en el mismo país (Mancini, 2014) debido a que se consideran mecanismos como el gasto de rentas en bienes no comerciables y la competencia en el mercado de capital entre el sector manufacturero y el intensivo en recursos naturales (Ros, 2004). Sin embargo, también existe evidencia que no se trata lo anterior de una generalización, pues también hay casos especiales en donde las exportaciones intensivas de recursos naturales pueden convertirse en un detonante de crecimiento y transformación, basándose en las investigaciones de Hla Myint, Innis, Watkins, North, McLean, Días-Alejandro, Cortés Conde, Findlay y Lundahl (Ros, 2004). Existen investigaciones que demuestran que un crecimiento económico implica a disminuciones de espacio verdes (Vos & Meekes, 1999); sin embargo, también existe evidencia de que el propio crecimiento económico puede acelerar los pivotes urbanos verdes, entre ellos ciudades como Singapur. Como puede observarse, la relación entre el crecimiento económico y los recursos naturales es compleja y altamente variada, y no necesariamente negativa (Liu, et al., 2017). Es pues la Economía ambiental (Labandeira, León, & Vázquez, 2007) una disciplina del conocimiento que integra las

múltiples interacciones humanas, económicas y ambientales, la cual tiene como objetivo aspirar a un nivel más ambicioso que la propia economía convencional. La economía ambiental representa el frente más importante en demostrar que la conservación de recursos naturales proporciona valores económicos mayores que los usos competitivos de la propia realidad económica. El punto de partida de la economía ambiental es el reconocimiento de que los recursos naturales poseen dos características que justifican su inserción en la economía: que son escasos y que son multifuncionales (Labandeira, León, & Vázquez, 2007).

Economía Espacial

Dentro de esta rama de estudio, recientemente se ha retomado la importancia de la Nueva Economía Geográfica la cual fue planteada como tal por Krugman (1996). Dicha rama aplica en esencia a la micro y macroeconomía en donde la implicación principal es la combinación de bajos costos de transporte, una fuerza movible laboral y además de incrementos de retornos de escala que hacen resultar a las aglomeraciones espaciales dentro de la actividad económica (Juchem Neto, Claeysen, & Pôrto Júnior, 2018). Uno de los mayores modelos de la nueva economía geográfica es sin duda el modelo centro-periferia de Krugman (1996) el cual tiene los siguientes elementos: competencia imperfecta de los bienes de mercado manufacturados, costos de transportación tipo iceberg y externalidades positivas de aglomeración (Kratena & Streicher, 2008). Precisamente dos autores clásicos fueron los que iniciaron la corriente de la teoría económica espacial: Richard Cantillón y Von Thünen. Cantillón afirma que los cultivos que ofrecen idénticas oportunidades no dependen de la estructura natural de la tierra sino de la variable del precio, a menos que la propia naturaleza imponga límites externos a un determinado cultivo; Von Thünen señala que el cultivo está en función de la cercanía que tiene este de la ciudad así como el volumen y valor, de manera positiva (Matarrese, 1969). Labandeira et al. (2007) menciona que los inicios de la economía espacial fueron contemporáneos a los inicios de la economía ambiental: en 1859, Faustmann realiza la primera formalización de la optimización de recursos naturales aplicados al sector forestal; en 1848, Mill fue el primero en aportar las hipótesis de que los costes de extracción crecen a medida que se agotan los recursos naturales: en 1870, Jevons contribuye con su principio de equimarginalidad, el cual consiste en que el óptimo de la asignación de un bien entre usos alternativos se obtiene por la comparación, en igualdad, del valor marginal obtenido en cada uno de ellos; fue hasta 1920 cuando Pigou inició por vez primera la política económica del medioambiente; pero Hotelling durante los años 30's fue quien asentó la microeconomía de los recursos

naturales, estableciendo así la regla de que para que la extracción se justifique, el precio del recurso menos el coste de extracción debe aumentar con el tipo de interés.

Hasta aquí se ha presentado las corrientes teóricas más importantes para nuestro objeto de estudio, las cuales han tratado cada una con su particular enfoque a los recursos naturales a lo largo de los últimos cuatro siglos. Dentro de todo el espectro teórico anteriormente descrito, para el presente proyecto de investigación se eligió basarse en la teoría de la Economía Espacial específicamente en las externalidades favorables a la sustentabilidad, debido a que es un área realmente poco explorada además de que posee notables áreas de oportunidad de investigación en lo que respecta a su distribución homogénea en el espacio, sin mencionar que es la rama de la Economía más idónea para la comprobación de nuestras hipótesis. Por lo cual a continuación se presenta una ampliación del contexto teórico del efecto derrame.

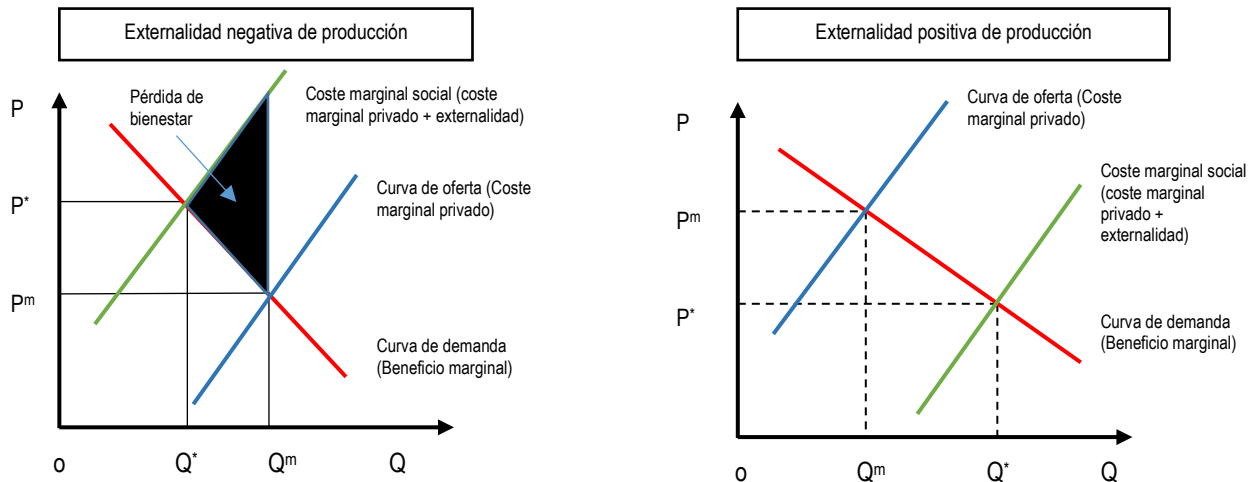
Externalidades en el espacio económico

Existen actividades, generadas por agentes o instituciones, que generan beneficios sin retribución o compensación y que al final son aprovechados por toda una sociedad en general. Este efecto es descrito como el efecto derrame, también conocido como “efecto spillover”, “externalidades económicas” o “efecto desbordamiento” el cual se refiere al impacto sin compensación que tiene un proceso por sobre otros procesos, y que inicialmente no era ese su objetivo principal (Delgado, Correa, & Conde, 2013). Un ejemplo muy claro y didáctico es el descrito por Blitzer et al. (2012) en el que lo igualan al proceso de polinización que realizan los insectos en un cultivo dado: el objeto inicial y único de los insectos en un cultivo es comerlo para sobrevivir; y mientras realizan este proceso sin darse cuenta ellos mismos están polinizando con su cuerpo a toda el área de ese cultivo que al final ayudará a la multiplicación de dicho cultivo, convirtiéndose así en un círculo virtuoso para todos incluyendo al propio cultivo. Para clarificar de manera gráfica el significado de las externalidades económicas, véase la Gráfica 19: supongamos un escenario similar al que acontece a la Laguna, donde Q representa la cantidad de forrajes a producir y P es el precio al consumidor industrial por lo que la curva de oferta que beneficia a dicho sector privado (línea color azul) hace que a una mayor cantidad de producción de forrajes logre un precio P^m pero a costa de una externalidad negativa (contaminación y estrés a los acuíferos y por consecuencia el agravamiento del resto de los cultivos) que está representada por el área color negro, haciendo que el costo marginal social aumente. Por el contrario,

cuando se aplica un orden sobre la cantidad de producción de forrajes haciendo que esta disminuya para lograr una intersección de P^*Q^* de tal forma que la curva de oferta del sector privado se coloque por arriba de la curva del costo marginal social, haciendo que la externalidad negativa sea minimizada a cero.

Gráfica 19

Externalidades económicas positivas y negativas



Tomado y adaptado de (Principios de Economía), Gregory Mankiw, 2009, pág. 146), McGrawHill.

Los efectos de aglomeración de spillover han sido reconocidos en el campo de la Economía sobre todo en la teoría del comercio y en la economía urbana desde Marshall hasta Chamberlin, sin embargo, su representación formal se ha tornado compleja (Grazi, Waisman, & van den Bergh, 2007). Uno de los primeros trabajos donde se mide el efecto internacional de las externalidades económicas fue hecho por Helbing et al. en el año 2007 (Poirson & Weber, 2011). Existen 3 tipos de Spillover (Delgado, Correa, & Conde, 2013): De conocimiento: considerados como externalidades positivas intraindustria-marshalliana en un espacio, en donde el conocimiento generador de innovaciones fluye fácilmente en agentes localizados en la misma área (Brock, Xepappadeas, & Yannacopoulos, 2014); De mercado; De red. Para la presente investigación, se estudia y analiza el spillover de tipo “de conocimiento” y “de mercado” con el fin de comprobar la hipótesis planteada en nuestra investigación.

Externalidades económicas ambientales, fuerzas centrípetas y centrífugas y aglomeración

Como menciona Vélez Villegas (2009), dentro de la Nueva Economía Geográfica existen dos tipos de fuerzas: las centrípetas, que logra hacer que la actividad económica se integre en aglomeraciones, y las fuerzas centrífugas mismas que operan en sentido opuesto cuyo comportamiento es limitar o romper las propias aglomeraciones. Vélez Villegas (2009) menciona que es importante considerar externalidades ambientales negativas como la contaminación pues estas incentivan tanto a las personas como a las empresas a ubicarse lejos de las grandes aglomeraciones. En la Tabla 7 se muestra una clasificación de estas fuerzas con respecto a los diferentes tipos de externalidades:

Tabla 7

Fuerzas económicas centrípetas y centrífugas

Fuerzas centrípetas	Fuerzas centrífugas
Mercados laborales densos	Factores inmóviles
Encadenamientos hacia atrás y hacia adelante	Alquiles (rentas) del suelo
Spillovers de conocimientos y otras externalidades tecnológicas	Congestión, contaminación y otras externalidades negativas

Tomado y adaptado de *Los procesos de aglomeración de Colombia a la luz de la nueva geografía económica*, Vélez Villegas, 2009, (<http://www.scielo.org.co/pdf/espe/v27nspe58/v27n58a04.pdf>)

Krugman señala que *“las fuerzas centrípetas y centrífugas dan forma a la estructura geográfica de una economía”, “las fuerzas centrífugas son las fuerzas que concentran la actividad económica (implica causalidad circular); y las centrífugas con las que la separan”* (Fujita & Krugman, 2004). Es importante considerar las fuerzas centrípetas y centrífugas en el plano espacial ya que son las que dan forma y distribución a las concentraciones en el espacio económico, ya que estas no excluyen a las externalidades ambientales. Existen varias investigaciones que relacionan las diferentes externalidades ambientales en relación con las fuerzas centrípetas y centrífugas; inclusive Shen, Zhao & Wang (2018) mencionan algunas de ellas con las cuales afirman que *“las externalidades ambientales de la aglomeración industrial realmente existen”*. A continuación se presentan algunas investigaciones relevantes al respecto (Shen, Zhao, & Wang, 2018):

- Virkanen (1998): realiza un estudio empírico en el sur de Finlandia, concluyendo que la aglomeración industrial potencializa tanto la contaminación del agua y del aire de dicho país.
- Feng, Du, Lin, & Zuo (2020): Examinan los niveles de contaminación en relación con los niveles de aglomeración urbana que están cerca de tres ríos en China, concluyendo que los efectos del spillover espacial deben de ser tomados en consideración sobre temas de contaminación del aire en relación con la aglomeración urbana.
- Zhou, Liu, & Wang (2020): analizan el impacto de la aglomeración económica con respecto a la contaminación del agua sobre 339 ciudades en China, incluyendo su relación con el tamaño de dichas ciudades, concluyendo que 1 % de incremento en la aglomeración económica produce una reducción de la contaminación del agua entre el 0.102 % y 0.117 %.
- Xiong et al. (2018): La relación entre las externalidades ambientales con respecto a las fuerzas centrípetas y centrífugas es determinante para el análisis espacial. Los resultados de esta investigación empírica sobre 29 ciudades del centro de China con respecto a la relación económica espacial así como con sus diferentes tipos de contaminación como agua, aire y polvo fueron los siguientes (Tabla 8):

Tabla 8

Resultados de la existencia de la correlación espacial entre la aglomeración urbana y la problemática ambiental, derivado de la investigación realizada por Xiong et al. (2018).

Year	Water		SO ₂		Dust	
	Moran's I	p-Value	Moran's I	p-Value	Moran's I	p-Value
2004	0.252	0.009	0.455	0.000	0.322	0.001
2005	0.216	0.025	0.426	0.000	0.348	0.000
2006	0.248	0.011	0.418	0.000	0.240	0.013
2007	0.262	0.007	0.436	0.000	0.417	0.000
2008	0.272	0.005	0.466	0.000	0.444	0.000
2009	0.253	0.008	0.449	0.000	0.394	0.000
2010	0.218	0.021	0.459	0.000	0.348	0.000
2011	0.285	0.004	0.400	0.000	0.381	0.000
2012	0.257	0.009	0.433	0.000	0.370	0.000
2013	0.238	0.014	0.440	0.000	0.368	0.000
2014	0.261	0.007	0.406	0.000	0.345	0.000

Tomado de *Spatial Spillover Effects of Environmental Pollution in China's Central Plains Urban Agglomeration*, Xiong et al., 2018, MDPI, (<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/994>)

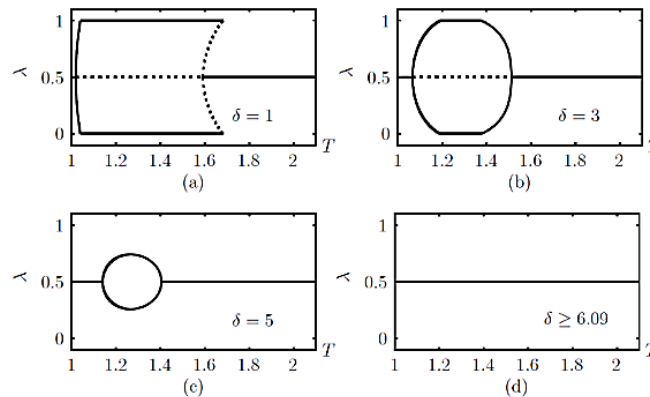
Mediante un análisis del índice global de Moran demuestran fuertemente la correlación significativa entre la relación espacial con respecto a cada uno de los tres tipos de contaminación ambiental.

- Quaas & Lange (2004): en su investigación extiende el modelo de centro periferia de Krugman hacia las externalidades de contaminación ambiental, comprobando que existe un equilibrio entre fuerzas

centrípetas que estabilizan a la aglomeración dominada por las fuerzas centrífugas a partir del daño ambiental. Aplica un análisis de bifurcación mediante varios niveles de parámetros espaciales como los que se muestran en la siguiente imagen (Figura 6):

Figura 6

Grado de equilibrio entre la aglomeración, fuerzas centrífugas y daño en el medioambiente



Tomado de *Economic geography and urban environmental pollution*, Quaaas & Lange, 2004,
(<https://www.researchgate.net/publication/228928766>)

La idea principal que refleja la anterior imagen es que a medida que aumenta el daño ambiental disminuye el rango de los costos de transportación que pudiera tener una unidad territorial haciendo que disminuya la estabilidad a largo plazo para una aglomeración de tipo centro-periferia.

- Leeuw et al. (2001): analizan los datos de 200 ciudades americanas concluyendo que existe una alta correlación significativa entre la aglomeración industrial y la contaminación del aire.
- Verhoef et al. (2002): aplican un modelo espacial concluyendo que la distribución industrial dirige a la contaminación ambiental en cinturones de aglomeración.
- Cheng (2016): aplica el modelo de ecuaciones simultáneas espaciales para analizar el nivel de aglomeración del sector manufactura con respecto a la contaminación ambiental.
- Zeng & Zhao (2009): concluyen que ciertos niveles de aglomeración ayudan a mitigar la contaminación ambiental.
- Ehrenfeld (2008): señala que el proceso de aglomeración en cierto grado logra que las empresas mitiguen la contaminación mediante un inusitado impulso de reciclaje.
- Wagner & Timmins (2009): concluyen que el efecto de la aglomeración de la industria química eleva significativamente la sustentabilidad ambiental e incluso la inversión extranjera.

Evidencia Empírica

Existen investigaciones en donde se preocupan de las variables causales del desarrollo sustentable, sin embargo, por cuestiones prácticas sacrifican la confiabilidad de sus resultados al dejar a un lado los efectos de dependencia espacial y spillovers espaciales (Liu, et al., 2017). Y finalmente cuando nos encontramos con investigaciones sustentables de análisis espacial más robusto hemos detectado que la mayor parte de las mismas se limitan solo a responder el “cómo” y el “porqué”, dejando predominantemente en mutis al “dónde” (véase investigaciones previamente comentadas de Virkanen (1998), Feng, Du, Lin, & Zuo (2020), Zhou, Liu, & Wang (2020), Xiong et al. (2018), Quass (2004), Leeuw et al. (2001), Verhoef et al. (2002), Cheng (2016), Zeng & Zhao (2009), Ehrenfeld (2008), Wagner & Timmins (2009)).

Ante estos tipos de contextos generales en el que actualmente predominan la mayor parte de las investigaciones económicas de tipo económico-sustentables-espaciales, hemos hecho una clasificación más específica para aquellas investigaciones en las que precisamente también tratan el problema hídrico de una región a lo que las hemos clasificado en dos tipos: aquellas que se basan en la eficiencia y aquellas en las que se basan en su inducción mediante externalidades. A continuación, hacemos una descripción de las mismas:

a) Análisis de eficiencia: Cabe mencionar que inferir al aplicar un uso eficiente del agua mejoraría la resiliencia de la misma no es lo más apropiado, pues la eficiencia y la productividad no pueden alterar por sí solos los patrones de suministro del agua (Long & Pijanowski, 2017). Este tipo de investigaciones se pueden subclasificar en función de su asignación y de su utilización:

I. Asignación de agua (Kucukmehmetoglu M. , 2011):

- Modelos lineales¹ y no lineales: Dentro de esta clasificación, entre los trabajos más puntuales son los siguientes: Flinn & Guise (1970), Booker & Young (1994); Mahan, Horbulyk, & Rowse (2002); Becker (1995).
- Teoría de Juegos: Dentro de esta clasificación, entre los trabajos más puntuales son los siguientes: Rogers (1969), Dinar & Wolf (1994) y (1994b); Wu & Whittington (2006); Kucukmehmetoglu & Guldmann (2004); Kampragou et al. (2007); Eleftheriadou & Mylopoulos (2008).

¹ Para definición de este tipo de análisis, véase en sección de Glosario

II. Utilización de agua:

Dentro de esta clasificación, entre los trabajos más puntuales son los siguientes¹: Byrnes et al. (2010); Ma et al. (2016); Sun et al. (2014); Bian et al. (2013); Chen et al. (2019). Wang et al. (2019), mencionan que los principales métodos para medir la eficiencia de la utilización del agua son el Análisis de frontera estocástica (SFA), análisis de envolvimientos de datos (DEA), índice de Malmquist, función de producción Cobb-Douglas (C-D) y la función de Copulas. Otro modelo reciente es el elaborado por Chen et al. (2019) llamado Epsilon-Based Measure (EBM).

- b) Análisis spillover: la relevancia de este tipo de análisis es que al ignorarlos o secundarizarlos, puede causar resultados estimados incorrectos o sesgados (Hao, Wu, Wang, & Huang, 2018). Dentro de esta clasificación, se pueden subclasificar en función de su impacto de inducción de externalidades y de su localización:
- Impacto de inducción: Bao & Chen (2017); Ma et al. (2019); Galdeano-Gómez et al. (2008); Chen, Ai, Zhang, & Hou (2019).
 - Localización:
 - i. Anita et al. (2013): combinan el crecimiento óptimo mediante dos ramas, la geografía económica y la economía ambiental con el fin de poder analizar la relación espacial entre la acumulación de capital y la contaminación, mediante una función de producción de Cobb-Douglas.
 - ii. Li et al. (2018): proponen un cuadro de métodos para explicar el crecimiento económico y los espacios públicos verdes, mediante el modelo de error espacial (SEM), autorregresión espacial (SAR) y regresión de pesos geográficos (GWR), demostrando que el desarrollo económico positivamente contribuye a la proliferación de espacios verdes urbanos.
 - iii. Tian & Sun (2018): analizan la relación entre la capacidad de desarrollo urbano sostenible y el crecimiento económico de 84 ciudades chinas en función de la capacidad de actividad humana. En esta investigación añaden los factores como transporte y otros de tipo urbano, construyendo un sistema de índices para evaluar basado en 32 variables.
 - iv. Liu et al. (2017): realizan una investigación donde comprueban que la Inversión externa directa y las regulaciones ambientales pueden indirectamente reducir las emisiones contaminantes a través de aglomeraciones industriales.

¹ Para definición de términos de los modelos descritos, véase sección de Glosario.

- v. Li et al. (2018): analizan el crecimiento económico la cual forma parte de 14 variables antropogénicas mediante un análisis espacial, enfocado en la contaminación del aire de 289 ciudades de china.
- vi. Xue, Yang, Zhang, & Feng (2018): Comprueban que 31 provincias de china están correlacionadas espacialmente respecto a su uso eficiencia de agua para la agricultura.
- vii. Aldieri & Vinci (2017): Realizaron una investigación sobre los orígenes de externalidades relacionadas con la contaminación del agua y con firmas internacionales, partiendo en la importancia de la innovación tecnológica en el crecimiento económico. Sus resultados evidencian el significativo impacto de los spillover ambientales sobre la productividad de la firma.
- viii. Zhao, Sun & Liu (2017): En esta investigación señalan que los actuales estudios relacionados al consumo eficiente de agua no consideran los efectos espaciales del spillover. En su estudio analizan 31 provincias de China para analizar los efectos espaciales del spillover respecto a la utilización del agua, concluyendo que los efectos espaciales del spillover son factores claves para la eficiencia de los recursos acuíferos en China. Dicha investigación indica la imperiosa necesidad de cerrar la brecha entre el uso eficiente del agua sobre el desarrollo económico regional de largo plazo. Señalan también que es inevitable que el desarrollo económico considere los límites de los recursos acuíferos.
- ix. Lv, Lu, Fu & Wu (2018): Evalúan 30 provincias chinas para evaluar la evolución espacial del crecimiento verde. El crecimiento verde es un tipo de indicador basado en fundamentos de la OCDE compuesto por 19 subindicadores, entre ellos el crecimiento económico per cápita, el consumo de agua per cápita, la contaminación y el acceso al agua. Mediante un análisis espacial detectan las áreas que poseen la capacidad para generar spillovers del crecimiento verde en áreas contiguas.
- x. Wang, Du & Liu (2017): Evalúan 5674 empresas chinas, probando que los efectos del spillover espacial respecto a las emisiones contaminantes de agua y aire son significativas en casi todos los sectores industriales (especialmente en el factor distancia) bajo el contexto existente sobre el reto actual del crecimiento y desarrollo sustentable.
- xi. Sun, Zhao, Zou & Zheng (2014): Investigan directamente los efectos del spillover espacial de la eficiencia de utilización de los recursos de agua en China, comprobando también la alta influencia que tiene el impacto del PIB per cápita en dicha utilización de agua. En dicha investigación aseguran que existe muy poca investigación sobre los efectos espaciales spillover de la eficiencia de los recursos hídricos en donde involucran factores ambientales. Señalan también que los efectos spillover en este rubro actúan como medidas de balance sobre la distribución desigual de recursos hídricos y contribuyen a la recuperación de los recursos naturales.

- xii. Huang & Xia (2016): realizan una investigación donde estudian las relaciones y efectos espaciales, como el spillover, en términos ambientales y económicos. Detectan que los efectos del spillover espacial influyen a la intensidad contaminante ambiental (entre ellos el deterioro hídrico), señalando que la competencia regional toma un rol importante en la protección ambiental y en el crecimiento económico.
- xiii. Xiong et al. (2018): En dicha investigación señalan que son de gran valía las investigaciones que exploran la coordinación entre el desarrollo económico con la protección ambiental. Se trata de una investigación empírica que realizan sobre 29 ciudades de China para analizar su economía y el medioambiente. Mencionan también que existe poca investigación sobre los efectos del spillover de la contaminación. La principal contribución de dicha investigación es detectar los efectos spillover de dichas ciudades con el fin de encontrar dicha coordinación entre el crecimiento económico y el deterioro ambiental (en el que incluyen dentro de varios factores al deterioro hídrico).
- xiv. Wang, Ye & Wei (2019): En esta investigación señalan que la investigación actual sobre la economía y el medioambiente se ha enfocado a la importancia de los efectos de aglomeración industrial, de desarrollo económico, de investigación y desarrollo, de regulaciones económicas; sin embargo, ellos mismos señalan que se ha puesto muy poca atención en los diferentes tipos de spillover que afectan la reducción de la contaminación ambiental. Esta investigación trata de integrar los efectos espaciales entre el factor ambiental y económico, confirmando que dichos canales espaciales facilitan el abatimiento de la contaminación, sobre todo los canales concernientes a los spillovers. Todo lo anterior bajo el contexto del crecimiento económico, así como el deterioro hídrico, pues insertan en sus variables de estudio el PIB per cápita, la contaminación y desperdicio de agua.
- xv. Bao & Chen (2017): Es una investigación aplicada a 31 provincias chinas, con el fin de analizar los factores de influencia sobre la eficiencia del consumo de agua basado en modelos econométricos espaciales. Uno de los resultados, por cierto muy interesantes, es que encontraron que la eficiencia de consumo de agua de una determinada provincia es influenciada no solo por sus indicadores socioeconómicos o ambientales sino por la eficiencia de consumo de sus provincias contiguas; también encontraron que dentro de diez indicadores que seleccionaron para su investigación, encontraron que el PIB per cápita y el nivel de urbanización poseen los más altos efectos positivos respecto al consumo de agua y por lo tanto, los efectos del spillover espacial respecto al desarrollo económico y urbano son los principales factores de influencia que mejoran dicha eficiencia.

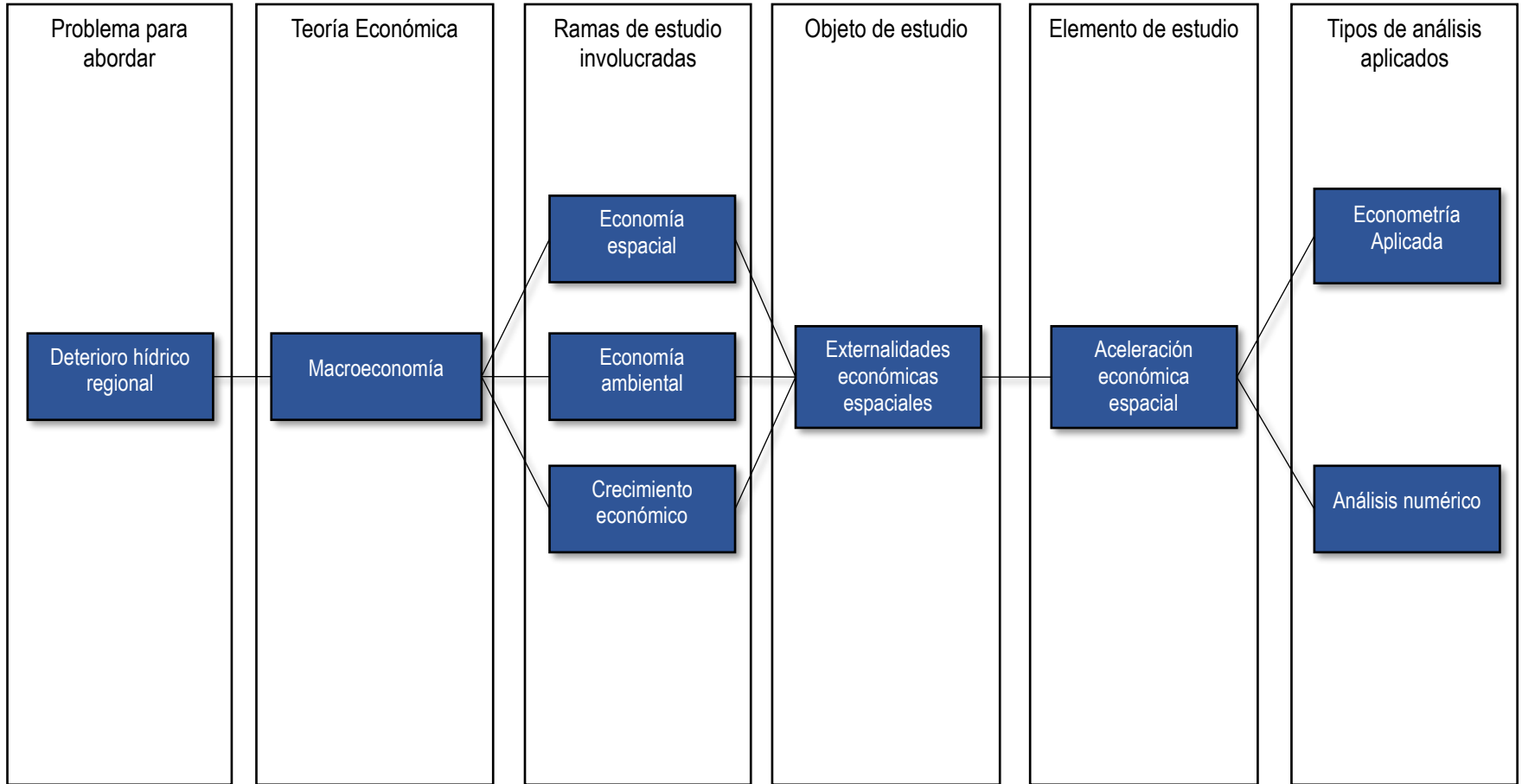
A continuación, se presentan los resultados obtenidos derivados de una exhaustiva revisión de investigaciones económicas en la nación las cuales tienen un acercamiento con respecto a nuestro planteamiento y objeto de estudio:

- Rodríguez-Gómez & Cabrera-Pereyra (2017): Realizan un análisis exploratorio espacial del crecimiento económico a nivel municipal en México. En este análisis comprueban que el crecimiento económico es un fenómeno espacial por naturaleza, además de confirmar que existe dependencia espacial. A pesar de que no tiene enfoque hacia los recursos naturales y/o hídricos, es un indicio notable sobre el desarrollo económico espacial a nivel municipal en México.
- Quiroz Cuenca, Salgado Vega, & Miranda González (2012): Analizan a nivel microrregión el espacio del Estado de México con el fin de comprender sus factores detonantes de crecimiento económico aplicando el índice de especialización y diversificación económica (IDE). Dicho análisis concluye en una heterogeneidad significativa de recursos.
- Poirson & Weber (2011): aíslan el efecto spillover de crecimiento desde el impacto de las crisis económicas, aplicando el enfoque de vector autorregresivo estructural (SVAR), con el fin de analizar los principales canales de transmisión de dicho spillover.
- Grazi, Waisman, & van den Bergh (2007): diseñan un modelo de equilibrio que integra tanto a los spillovers de aglomeración, ventajas internacionales e interregionales comerciales, así como los aspectos dinámicos de externalidades negativas ambientales.

Con base en los hallazgos, conclusiones y enfoques de trabajos realizados con un similar objeto de estudio de la presente investigación, podemos afirmar que existe una escasa investigación para responder completamente a nuestras hipótesis. A continuación, se presenta de manera infográfica (Figura 7) un resumen conciso sobre la elección y especificación teórica con la que se sustenta la presente investigación:

Figura 7

Lógica sobre el manejo de corrientes teóricas para la presente investigación



Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

Propuesta Metodológica

La base del éxito para el desarrollo de cualquier tecnología o externalidad a favor de la sustentabilidad de una región económica, depende en gran medida del grado de inducción en que la información y el conocimiento se propagan mediante mecanismos de crecimiento y desarrollo económico dentro de una región. Esta es la directriz de nuestra metodología. Para clarificar la comprensión de nuestra metodología hemos dividido a la misma en 3 tipos de lógicas las cuales son referente a la selección, estructura y utilidad metodológica:

a) Lógica de la selección metodológica

Obsérvese que nuestra hipótesis específica está enfocada en la existencia de zonas que de forma permanente reciben una inducción débil por parte de las externalidades económicas que se generan en una región. Hemos observado que la forma más adecuada y práctica para poder detectar dichas zonas es usando una base gravitacional lagrangiana debido a que de forma análoga trata con fracturas de inducción, herramientas que a la vez aún no han sido aplicadas actualmente en el campo de la Economía por lo que la presente investigación también contribuye a subsanar dicha brecha. Es por ello por lo que la clave para comprender la lógica de nuestra metodología propuesta es tratar al modelo gravitacional como lo que es realmente, es decir, un modelo en el que la realidad es tratada con una base auténticamente gravitacional que implica a los diferentes elementos que componen a un ambiente gravitacional como son las fuerzas internas y externas mismas que son generadas entre “n” cuerpos, sus centros de masas, sus velocidades, las distancias entre dichos cuerpos, su aceleración, así como la mayor parte de todos aquellos elementos que gobiernan al movimiento de un auténtico sistema gravitacional. Esta autenticidad nos es brindada por la mecánica gravitacional lagrangiana y que al ser comprobada su significatividad al representar el contexto económico espacial de la Comarca Lagunera, se afianza la lógica de la selección de nuestra metodología.

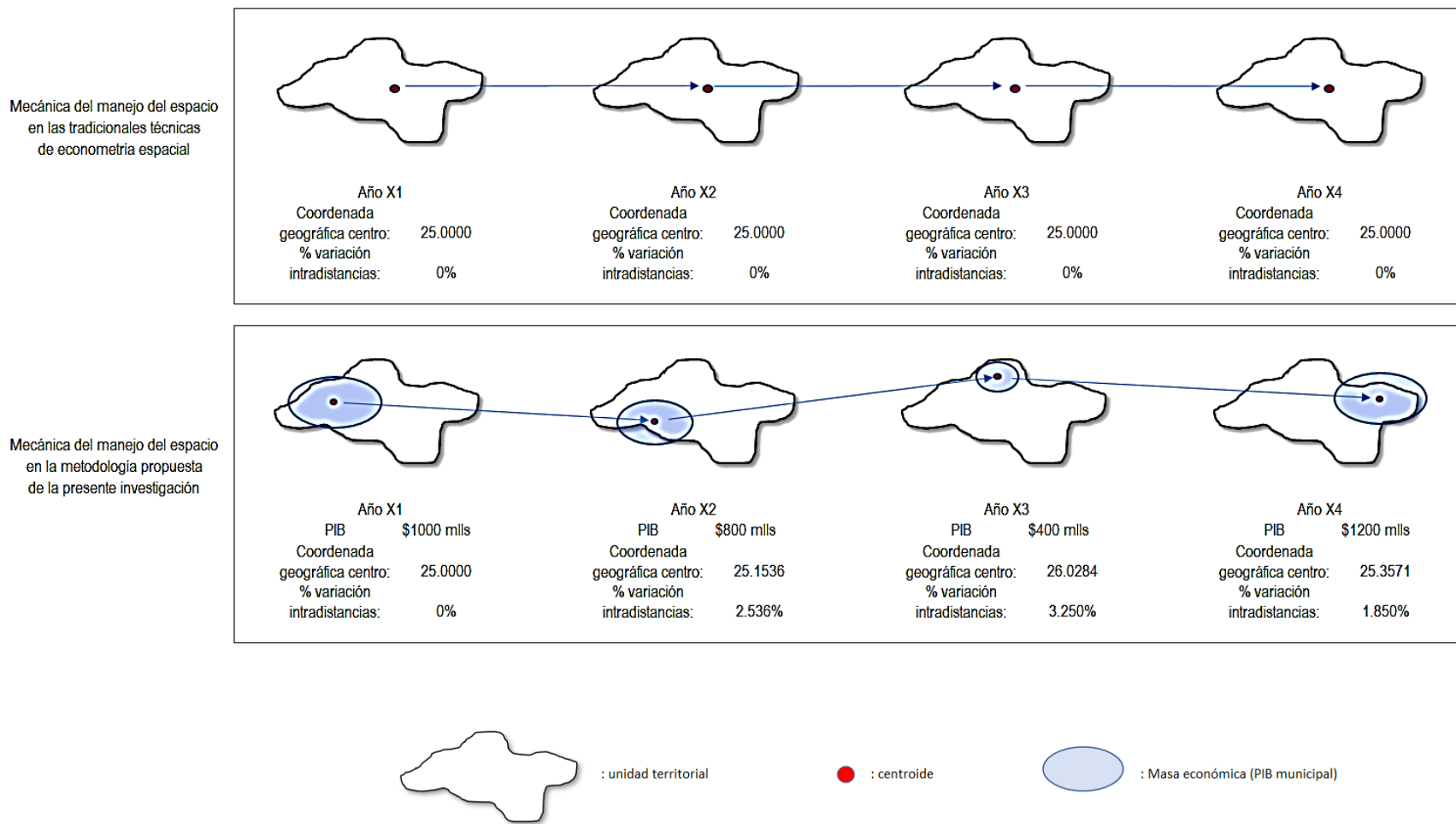
Recuérdese que la lógica de nuestra propuesta metodológica consiste en un acercamiento que explota los elementos intrínsecos de todo modelo gravitacional, además de que aprovechamos las áreas de oportunidad que presenta dicho modelo sobre su uso arbitrario en el campo de la Economía. Por tanto, al partir desde

una lógica gravitacional inalienablemente tenemos que partir desde los fundamentos de la Física y correlacionarlos en la Economía; lo anterior no es negociable. Pudiera parecer un tema cuestionable, pero en nuestra investigación lo tomamos como un campo que posee dos cualidades altamente sólidas: primera, que la lógica gravitacional la insertó Tinbergen en 1962 dentro del campo de la Economía, lo que le contribuyó a ganar posteriormente el Premio Nobel en 1969 y que hasta la fecha dicho modelo posee relevancia empírica en el contexto económico; y la segunda, y tal vez la más importante, que bajo la misma lógica gravitacional el concepto de “espacio” o “lugar” nunca es fijo o estático a través del tiempo debido a que los mismos son propiamente generados por las múltiples interacciones que se suscitan entre los elementos que la integran. Esto último es la esencia más importante del modelo gravitacional debido a que cada interacción de un elemento tiene una respuesta sobre otro elemento, lo cual es muy cercano a la propia realidad inclusive de tipo económica.

Por lo anterior, estamos convencidos de que el espacio económico no está formado por el perímetro fijo de un terreno o por distancias fijas que no cambian en el tiempo. El espacio económico es una resultante producida por las múltiples interacciones económicas que existen entre los agentes económicos además de incluir sus propias idiosincrasias, y que a través del tiempo son las que al final gobiernan y dictan los verdaderos alcances de dicho espacio, quedado así el perímetro de dichas regiones como una abstracción con poca relevancia en el contexto económico. El fenómeno del spillover o inducción de externalidades no reconoce fronteras o perímetros, solo reconoce las fronteras y límites de las múltiples fuerzas que existen entre las interacciones de los propios individuos de una región. Lo anterior representa la verdadera comunión útil entre la Economía y la Física: el modelo gravitacional. A continuación se presenta en la Figura 8 una descripción infográfica al respecto:

Figura 8

Comparativo de las mecánicas espaciales en el contexto económico



Nota: Elaboración propia

Obsérvese que en la figura anterior, en la metodología propuesta las propias características económicas espaciales de una unidad territorial son dictadas por su propio desempeño económico sin descuidar la influencia espacial de la distancia entre las unidades territoriales. Este comportamiento adquiere más lógica con el fenómeno del “desplazamiento urbano” o “mancha urbana” que toda unidad territorial posee y que este es producto de su desempeño económico y estas mismas son tan fuertes que son capaces de cambiar el propio territorio geográfico de las mismas; si consideramos que los perímetros urbanos y las distancias son fijas y estáticas en el tiempo estamos descartando la existencia de la “mancha urbana” lo cual es poco representativo de la realidad de las urbes. Como ejemplo de lo anterior se describe el caso de la propia metrópoli de nuestra región de estudio el cual es la ciudad de Torreón: esta ciudad, cuya fundación se remonta al año de 1907, ha tenido un acelerado desempeño económico desde entonces que inclusive en el año 1994 por decreto aumentó su territorio anexándose así el llamado Cañón de Jimulco (que pertenecía desde entonces al municipio de Viesca) aumentando su territorio en cerca del 45 % de la extensión territorial que tiene hoy en día (Hernández Vélez, 2014), (Valdez Lozano, 2017). Esta es solo una de las múltiples causas por las que una unidad territorial nunca puede considerarse como un ente fijo y estático, por lo menos en la lógica gravitacional. Obsérvese que el fenómeno de la expansión urbana tiene mucha similitud a la mecánica gravitacional universal, misma lógica que retomamos para realizar nuestra metodología.

En la Figura 9 (Cramb, Duncan, White, Baade, & Mengersen, 2016), podemos apreciar las ventajas y desventajas de las tradicionales técnicas de análisis económico espacial de hoy en día, observándose en las mismas que la identificación de áreas regionales con características específicas de estudio en econometría espacial tiene actualmente un área de oportunidad importante, por lo cual nuestra metodología contribuye a subsanar dicha brecha:

Figura 9

Ventajas y Desventajas de las actuales técnicas espaciales econométricas

Method		Data privacy	Robust risk estimates	Can include covariates	Identifies high-risk areas	Quantifies uncertainty	Recommended for
Spatial correlation	Global	Moran's I					Exploratory/Significance of results
		Geary's C					Exploratory/Significance of results
		Tango's MEET					Exploratory/Significance of results
	Local	LISA					Exploratory
		SaTScan					Exploratory
Unsmoothed estimates	Count						Exploratory
	Crude rate						Exploratory
	ASR						Exploratory
	SMR						Exploratory
Direct smoothing	Locally-weighted average						Exploratory
	Locally-weighted median						Exploratory
	Kernel smoothers						Exploratory
Model-based smoothing	Poisson kriging						Final results
	EBLUP						Final results
	Empirical Bayes						Final results
Fully Bayesian	BYM						Final results
	Anderson's spatial pattern & cluster model						Final results
	Mixture models						Final results
	Spatial partition models						Final results
Legend			Yes		Somewhat		No

Tomado de (Spatial Modelling Methods), (Cramb, Duncan, White, Baade, & Mengersen), 2016, Cancer Council Queensland and Queensland University of Technology, (<https://cancerqld.blob.core.windows.net/site/content/uploads/2018/12/Statistical-Methods-Report-2016.pdf>)

b) Lógica de la estructura metodológica

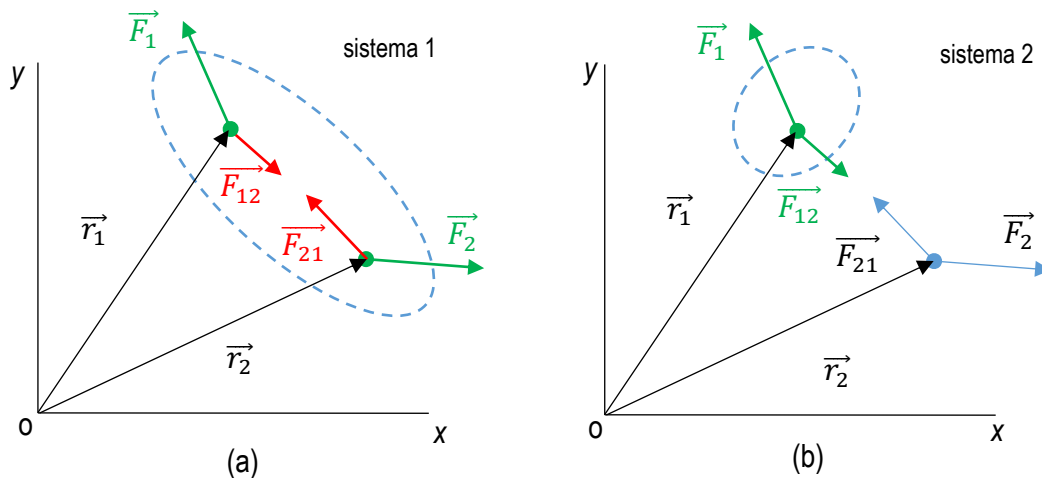
Por lo anterior, es indispensable aplicar las leyes básicas que gobiernan a todo movimiento que tiene relación con la gravitación, es decir, las leyes del movimiento newtoniano, ya que si no aplicáramos dichas leyes estaríamos violando todo sentido de la realidad gravitacional como hemos observado que se ha venido haciendo con el clásico modelo gravitacional del comercio cuando se aplica arbitrariamente para cualquier cantidad de unidades regionales debido a que la ecuación newtoniana de atracción de dos cuerpos solamente se aplica para dos cuerpos y no para más de dos cuerpos (Abramson, 2015). Por lo anterior, es

indispensable que los agentes que dan existencia al ambiente gravitacional sean significativos con los agentes que dan existencia al fenómeno de la distribución de externalidades económicas en el espacio, pues de lo contrario obtendríamos resultados poco representativos. Con el fin de mostrar una descripción lo más didáctica y práctica posible, a continuación se muestran los principales agentes que participan en las leyes del movimiento gravitacional con su respectiva correlación significativa en el campo de la Economía:

- i. Fuerzas internas y externas: Según las leyes newtonianas, en todo sistema gravitacional existen tanto fuerzas generadas entre los propios cuerpos así como fuerzas que se ejercen sobre los mismos. Las fuerzas internas son aquellas que se generan debido a la interacción entre los cuerpos, y las fuerzas externas son las fuerzas producto de la interacción del sistema con el exterior del propio sistema. A continuación se muestra en la Gráfica 20 la visualización de dichas fuerzas:

Gráfica 20

Dinámica de fuerzas internas y externas

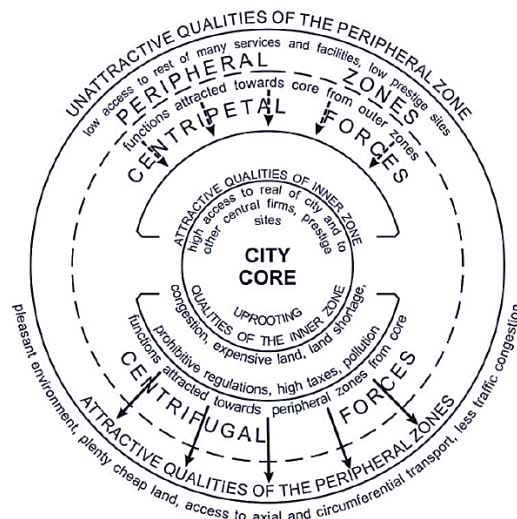


Tomado y adaptado de (Fuerzas internas y externas), Universidad Politécnica de Madrid, 2014, (<http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfísica/dinamsist/fintext.html>)

Obsérvese que en la figura (a) el sistema está representado por la línea punteada donde las fuerzas internas son las de color rojo ya que dichas fuerzas son producidas por la fuerza gravitacional que se generan entre estos cuerpos; y las fuerzas externas están representadas con el color verde, observándose que dichas fuerzas no actúan dentro del sistema punteado. A diferencia del sistema del inciso a), obsérvese que el inciso b) representa un sistema formado por solo un cuerpo, por lo que a falta de un cuerpo adicional no

Figura 10

Modelo de Colby sobre la formación urbana debido a las fuerzas centrípetas y centrífugas

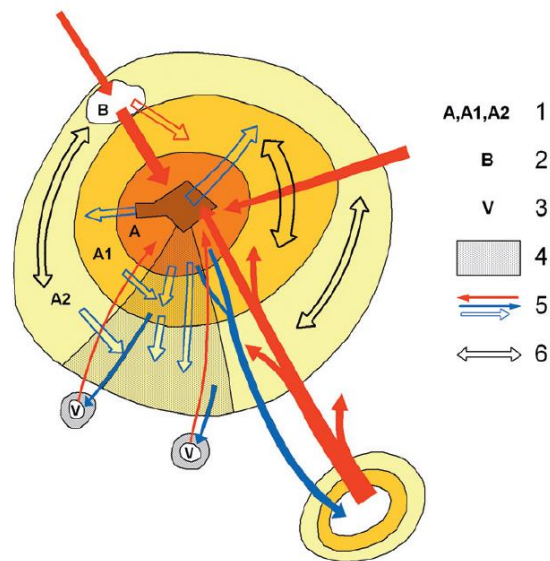


Tomado de (Revisiting the question of centripetal and centrifugal forces in urban systems), Krzysztofik, 2016, (https://pdfs.semanticscholar.org/ce0c/b6c06c7f6d61bbbdabec0c204187310bdb3c.pdf?_ga=2.134844018.204983956.1597954810-71445546.1594842547)

- En 1957, Philbrick propone bajo un contexto propio del campo de la Física que dichas fuerzas centrípetas y centrífugas tienen una implicación gravitacional dentro de la explicación del desarrollo de las ciudades (Krzysztofik, 2016).
- El modelo de R. Lawton, retomado por Daniel & Hopkinson en 1996, indica que la dirección de las fuerzas que crean el desarrollo urbano es predominantemente concéntrica. Dicho modelo se muestra en la Figura 11 (Krzysztofik, 2016):

Figura 11

Modelo de R. Lawton sobre el desarrollo urbano



Modelo de R. Lawton sobre el desarrollo urbano del siglo XIX

Símbolos:

1: Niveles del crecimiento céntrico urbano

2: Pequeño pueblo que ha sido envuelto por la expansión del asentamiento más grande

3: Villas y centros suburbanos en desarrollo

4: Sector de clase media

5: La acción de las fuerzas centrípetas y centrífugas como resultado del movimiento de personas, bienes y vínculos socioeconómicos

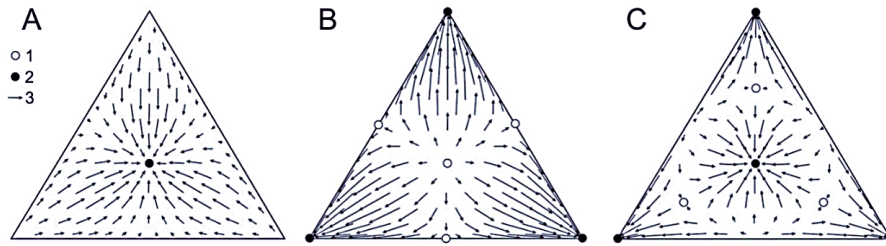
6: Movimientos intraurbanos

Tomado de (Revisiting the question of centripetal and centrifugal forces in urban systems), Krzysztofik, 2016, (https://pdfs.semanticscholar.org/ce0c/b6c06c7f6d61bbbdabec0c204187310bdb3c.pdf?_ga=2.134844018.204983956.1597954810-71445546.1594842547)

- En el 2013, Batty propone una nueva ciencia llamada “*The new science of Cities*” en el cual su enfoque es tratar al desarrollo de las regiones y de las ciudades bajo la mecánica de la termodinámica. Dicho enfoque retoma los planteamientos de la Nueva Economía Geográfica respecto a las fuerzas centrípetas y centrífugas. Más tarde esta misma propuesta fue desarrollada por Krzysztofik (Krzysztofik, 2016).
- Fujita, Krugman & Venables (1999) desarrollaron un modelo donde justifican las fuerzas centrípetas y centrífugas en el plano de la Física dentro de la interacción regional que se suscitan en el contexto económico. Dicho modelo se muestra en la Figura 12 (Krzysztofik, 2016):

Figura 12

El Modelo vectorial de las tres regiones, de Fujita, Krugman & Venables (2001)



Modelo de "tres regiones".

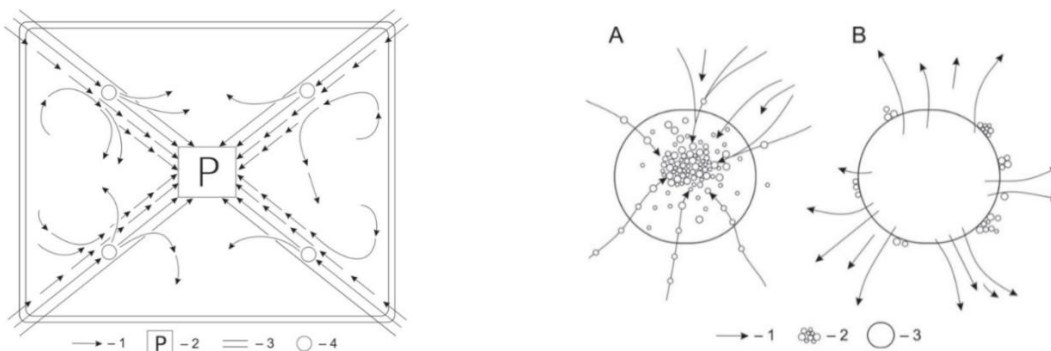
- 1: centros dominantes en el desarrollo regional donde el determinante son los bajos costos de transportación.
- 2: centros dominantes en el desarrollo regional donde el determinante son los altos costos de transportación.
- 3: vectores de actividad en un típico campo vectorial.

Tomado de (Revisiting the question of centripetal and centrifugal forces in urban systems), Krzysztofik, 2016, (https://pdfs.semanticscholar.org/ce0c/b6c06c7f6d61bbdbabec0c204187310bdb3c.pdf?_ga=2.134844018.204983956.1597954810-71445546.1594842547)

- Krzysztofik (2016): En sus investigaciones, afirma que las fuerzas centrípetas y centrífugas dentro del contexto económico regional junto con los enfoques gravitacional y termodinámico crean la realidad geográfica espacial en un nivel regional elemental. Dentro de sus investigaciones explica la realidad geográfica económica del espacio mediante dos esquemas (Figura 13):

Figura 13

Fuerzas centrípetas y centrífugas de Krzysztofik



Actividad de las fuerzas centrípetas dentro de la formación urbana
 1: direcciones en el cual las fuerzas de formación urbana actúan dentro de un subsistema
 2: Centro de formación urbana
 3: límites del subsistema
 4: centros urbanos secundarios que participan de forma condicionada por las fuerzas de formación urbana

Formación del punto urbano bajo un sistema
 1: A) Dirección de las fuerzas centrípetas
 B) Dirección de las fuerzas centrífugas
 2: Formas de concentración de estructuras de asentamientos
 3: Puntos de formación urbana

Tomado de (Revisiting the question of centripetal and centrifugal forces in urban systems), Krzysztofik, 2016, (https://pdfs.semanticscholar.org/ce0c/b6c06c7f6d61bbdbabec0c204187310bdb3c.pdf?_ga=2.134844018.204983956.1597954810-71445546.1594842547)

Estas fuerzas centrípetas y centrífugas gobiernan no solamente a los fenómenos de aglomeración en el espacio regional sino también al movimiento de inducción de las externalidades económicas. Para ello, nos basamos en los resultados de las siguientes investigaciones arbitradas:

- Vélez Villegas (2009): *“... fenómenos como los retornos crecientes a escala, las externalidades y los costos de transporte, entre otros, se convierten en los elementos clave para explicar las aglomeraciones. A simple vista, ambos enfoques podrían parecer contradictorios, pero como sus autores han recalcado, son más bien complementarios (Krugman, 2004).”*
- Osawa & Fujita en sus investigaciones realizadas en los 80’s señalan que *“la fuerza centrípeta de la ciudad surge de las externalidades de comunicación entre los trabajadores del sector negocios”; “El resultado final es que, en el corto plazo, la proximidad de la gente es sin duda útil para la difusión y generación de conocimientos. Sin embargo, a largo plazo, la aglomeración del mismo grupo de gente haría que su conocimiento convergiera y, por tanto, disminuirían las externalidades.”* (Fujita & Krugman, 2004).
- Quaas & Lange (2004): En su investigación introducen los problemas ambientales dentro del modelo centro-periferia de Krugman, en donde identificaron rangos paramétricos en los cuales el tamaño de la aglomeración declina a medida que aumenta el peso del daño ambiental dentro de una unidad territorial, aun cuando los costos de transportación son moderados.
- Van Marrewijk (2013): Concluyen en su investigación que los efectos externos provocados por la contaminación ambiental reducen el rango paramétrico de estabilidad de una aglomeración.
- Koland (2006): En su investigación detectaron que tanto las fuerzas centrípetas así como las fuerzas centrífugas están fuertemente vinculadas con la sustentabilidad ambiental.
- Regnier & Legras (2014): Detectó en su investigación que la contaminación ambiental actúa como una fuerza centrífuga.
- Druth & Mahieux (2015): Detectaron que los asuntos de contaminación ambiental están correlacionados significativamente con las fuerzas centrípetas debido al efecto de aglomeración que estas provocan.
- Audretsch & Feldman (1996): Encontraron evidencia de la existencia de fuerzas centrípetas originadas por los propios recursos naturales que son ajenos al ciclo de vida industrial.

Con base en lo anterior, a continuación pasamos a analizar el medio más práctico para analizar las fuerzas centrípetas y centrífugas dentro de nuestra región de estudio. Obsérvese que una forma muy costosa en cuanto a obtención de datos es obtener de manera específica cada una de los rubros que comprenden dichas fuerzas con respecto a cada municipio tales como los efectos de tamaño del mercado, mercados de trabajos densos, economías externas, factores inmóviles, renta de suelo/desplazamientos, congestión y deseconomías (Zepeda Orantes, 2004), por lo que para la presente investigación hemos observado que la estrategia más práctica y menos costosa para la obtención del comportamiento de dichas fuerzas es a través de un elemento intrínseco de las mismas fuerzas: su aceleración. Este es el segundo elemento que a continuación presentamos explicado de una manera didáctica y práctica.

ii. Aceleración de los cuerpos: Siguiendo la 2.^a Ley de Newton, toda fuerza (F) es el resultado del producto de la masa (m) del cuerpo con respecto a su aceleración resultante (a), es decir $F = ma$. Pero recuérdese que nuestro sistema implica una aceleración donde las fuerzas son del tipo centrífugas y centrípetas, por lo que la aceleración para este tipo de fuerzas es la del tipo radial. Obsérvese que la dependencia espacial en un sistema de unidades regionales es también una fuerza, y siguiendo la 2.^a Ley de Newton toda fuerza la podemos descomponer en $F = ma$. Obsérvese que con esta estrategia, podemos contar con series de tiempo que sí podemos obtener de cada municipio para cada variable que contiene dicha aceleración radial, y por tanto obtenemos de una manera práctica la fuerza de dependencia espacial de nuestro sistema gravitacional, misma dependencia espacial que su resultado se convierte en nuestro principal comparativo de eficiencia contra otros modelos económicos espaciales para medir la dependencia espacial. Para una descripción más didáctica sobre el concepto que significa la aceleración, presentamos un ejemplo práctico para reconocer la importancia de la aceleración tanto en el contexto gravitacional así como en el contexto económico, mismo que puede verse en el Anexo 6.

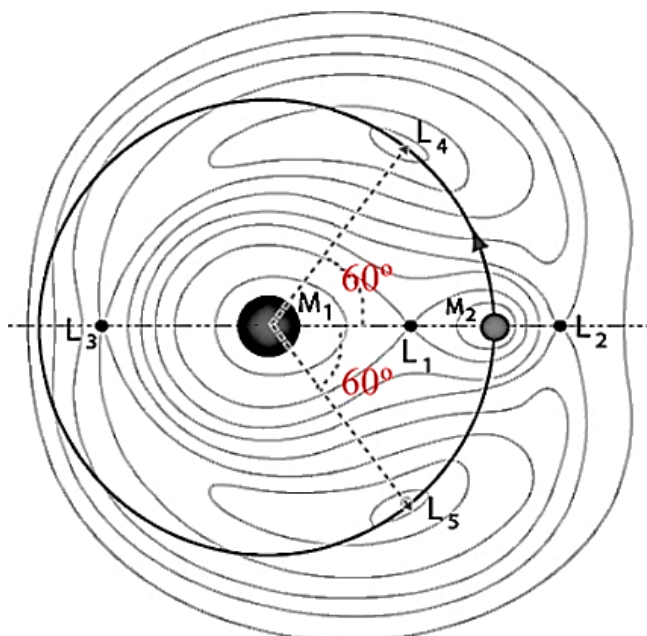
c) Lógica de la utilidad metodológica

Basándose en las leyes del movimiento de Newton así como en las contribuciones de Lagrange, en todo sistema gravitacional de “n” cuerpos existen zonas donde al entrar en ellas cualquier cuerpo con una masa tan pequeña (casi insignificante en comparación con las masas de dos cuerpos dados) induce a que la aceleración de dicho cuerpo llega a convertirse a cero o muy cercano a cero; como ya se ha descrito en la

sección de enfoques teóricos, dichas zonas son los llamados “puntos lagrangianos”. El punto lagrangiano es un estado de una partícula que se deriva del problema de tres cuerpos en donde las fuerzas centrípetas y centrífugas hacen que su aceleración sea igual a cero (Ridpath, 2004) debido a un equilibrio geométrico y gravitacional derivado entre los propios cuerpos (Aguilar, 2007). Dichos puntos fueron detectados por vez primera en 1772 por el matemático francés Joseph Luis Lagrange. Estos puntos son en total 5 posiciones denominados oficialmente como L1, L2, L3, L4 y L5. De estas cinco posiciones, los dos últimos presentan más estabilidad respecto al equilibrio sin aceleración (Figura 14):

Figura 14

Localización de los puntos lagrangianos



Tomado de (Los nuevos cuerpos celestes y su influencia en Astrología), Galefod, 2013, (<http://galefod.blogspot.com/2013/09/sobre-el-descubrimiento-de-cuerpos.html>)

Por tanto, al comprobar que nuestro modelo econométrico es robustamente eficiente y significativo en representar al sistema regional con una base gravitacional de “n” cuerpos, por consecuencia estaremos comprobando la existencia de dichas zonas lagrangianas y por consecuencia también estaremos finalmente comprobando nuestras hipótesis planteadas.

Obsérvese que en nuestra investigación no es nuestro interés en reinventar o redescubrir los puntos lagrangianos. Nuestro interés es aplicar y utilizar dicha herramienta para poder comprobar nuestras hipótesis y que al comprobarlas no solamente estamos afirmando la existencia de zonas de permanente inducción débil en el espacio económico sino que también estamos aportando al campo de la Economía una metodología que por vez primera está representando a las unidades regionales como cuerpos dinámicos¹ en el tiempo y que además respeta correctamente la lógica gravitacional para cuando se trata de un sistema regional con más de dos unidades regionales. Esta es la ventaja principal de nuestra metodología.

Obsérvese que la aceleración, bajo el contexto económico, es un elemento que captura significativamente el comportamiento marginal en el espacio que tiene una unidad regional como producto de todas las interacciones recibidas (fuerzas internas y externas, mismas que gobiernan a las externalidades económicas). De esta manera, podemos determinar de una manera práctica si la fuerza de dependencia económica espacial es influenciada mayoritariamente por las fuerzas centrípetas (con signo negativo de la aceleración radial, debido a la 2ª. ley de Newton donde señala que dicha inducción parte desde el centro del plano cartesiano hacia el eje de las abscisas negativas donde se encuentra el centro de la metrópoli regional) (Potter & Webb, 2019) o por las fuerzas centrífugas (signo positivo de la aceleración, debido a la 2ª. ley de Newton donde señala que dicha inducción parte desde el centro del plano cartesiano hacia el eje de las abscisas positivas las cuales se encuentran en el lado opuesto del centro de la metrópoli regional) (Potter & Webb, 2019), y por consiguiente podremos obtener relevantes inferencias económicas sobre el medio de inducción sustentable en nuestra región de estudio.

Como hemos indicado anteriormente, Newton diseñó la ley de gravitación universal para dos cuerpos, la cual funciona única y exclusivamente para dos cuerpos y no para más de dos cuerpos. Hemos observado que en el campo de la economía se ha aplicado arbitrariamente dicho modelo generalizándolo a más de dos cuerpos aplicando la lógica del Panel de datos donde la fuerza resultante es derivada de la interactividad de un cuerpo “i” a otro cuerpo “j” (haciendo una relación matricial en pares de las unidades territoriales) sin importar cuántos cuerpos sean. En Física, existen modelos gravitacionales específicamente para la mecánica de tres cuerpos, cuatro cuerpos, cinco cuerpos y hasta “n” cuerpos, en donde la interacción gravitacional de los anteriores es completamente diferente al de solo dos cuerpos (este análisis llamado

¹ Con “cuerpo dinámico” nos referimos a que una unidad regional no es estática en el tiempo, sino que en nuestra metodología incluimos el movimiento de su desplazamiento urbano de cada unidad regional a través del tiempo mediante sus centros de masa

“problema de n–cuerpos” es un problema de estudio que data desde la época de Lagrange). Es por eso por lo que lo anterior representa el fundamento de nuestra metodología la cual es una propuesta basada en la realidad para un fenómeno de “n” cuerpos mejorando así la representatividad gravitacional.

Para fines prácticos hemos basado nuestro modelo gravitacional en función de la mecánica de “tres cuerpos” agrupando nuestro universo de municipios en 3 cuerpos: el cuerpo de mayor masa (M_1) representado por todos los municipios “j” (excepto el municipio de estudio); y el cuerpo de menor masa (M_2), representado por el municipio “i” de estudio en cuestión y finalmente el cuerpo de masa muy pequeña (casi insignificante en comparación con las masas de dos cuerpos dados) que viene estando representada por la externalidad económica que se encuentra en el municipio de estudio. A continuación, explicamos porqué la razón de aplicar la lógica de tres cuerpos a nuestra metodología y no más cuerpos o menos cuerpos:

a) Una interacción de cualquier índole (en cualquier campo de estudio) implica necesariamente mínimo la existencia de dos cuerpos, por lo que analizar la interacción espacial solamente mediante un cuerpo no tendría sentido. Prueba de lo anterior es el propio modelo gravitacional del comercio, dónde para representar la realidad económica mínimo implican la existencia de una unidad territorial “i” con respecto a otra unidad territorial “j” (lo cual, como hemos indicado con anterioridad, lo anterior también representa un uso arbitrario que se le ha dado al modelo newtoniano gravitacional dentro del campo de la Economía el cual no deseamos continuar aplicando en nuestra investigación sino proponer una alternativa al respecto); inclusive el mismo Newton analiza la propia realidad física basándose en dos cuerpos, mismos que conforman su propia ecuación gravitacional. Por lo anterior queda completamente descartado analizar la interacción con solo un cuerpo.

b) Una interacción con dos cuerpos, que es la base tanto de la ecuación gravitacional de Newton y por tanto la base del modelo gravitacional del comercio, solamente está diseñada única y exclusivamente para representar la realidad interactiva que conforman a dos cuerpos y no más (independientemente del uso que se le ha dado). Por lo anterior, en la presente metodología no aplicamos dicho uso tradicional con que se ha venido aplicando tal modelo para representar la realidad económica de más de dos cuerpos.

c) Una interacción de tres cuerpos, implica a una mecánica gravitacional muy diferente y compleja a comparación con la interactividad gravitacional de solamente dos cuerpos, y que al mismo tiempo dicha

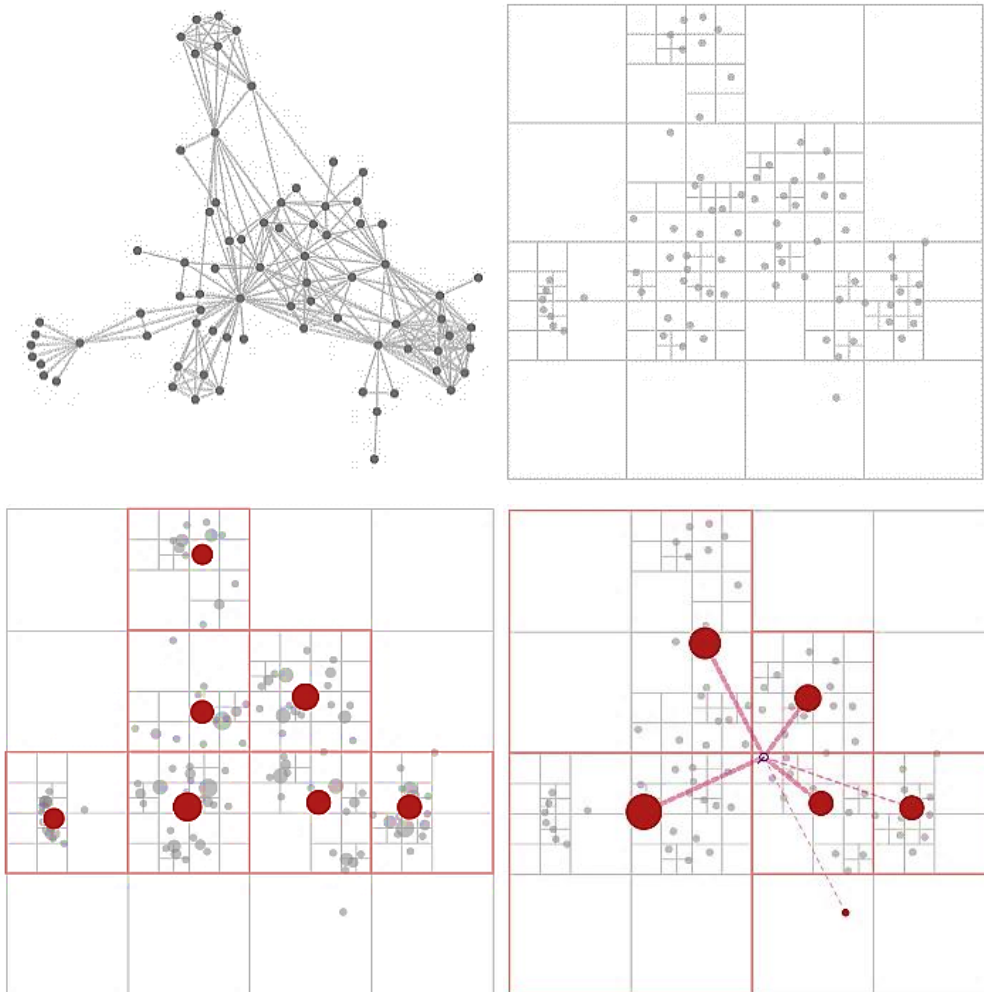
interactividad exclusivamente para tres cuerpos implica a la existencia de los puntos lagrangianos mismos que se forman por las diferentes fuerzas y elementos que conforman a dicha terna. Precisamente esta es la razón por la que nuestra metodología se basa en la interactividad de tres cuerpos ya que, al probar su correlación significativa con la realidad económica regional, por deducción obtenemos la existencia de dichos puntos lagrangianos en la región de estudio y por consiguiente probamos nuestra hipótesis de estudio. Pero para lograr lo anterior, antes es necesario fundamentar si es significativamente correcto representar la interactividad de más de tres cuerpos mediante la existencia de una terna de cuerpos, el cual a continuación se fundamenta:

Dentro del estudio gravitacional en el campo de la Física, la interactividad gravitacional también es distinta para 4 cuerpos, 5 cuerpos, 6 cuerpos, 7 cuerpos, y así sucesivamente. Pero a veces existen casos en que se requiere analizar la realidad no de unos cuantos cuerpos, sino de miles o millones de cuerpos, lo cual dicho análisis además de complejo se tornaría poco práctico. Actualmente, avances científicos han logrado confirmar que para estudiar la interactividad de millones de cuerpos existen algoritmos muy eficientes que logran representar significativamente la realidad gravitacional de los mismos sin necesidad de estudiarlos de manera individual, ahorrando costos de tiempo y de recursos computacionales. Uno de estos algoritmos exitosamente probados es el llamado algoritmo de Barnes-Hut (Aarseth, 2003), el cual consiste en sumar las masas de varios cuerpos que se encuentran cercanos a una distancia razonable (mediante cuadrantes y centros de masas¹) para considerar que su interacción es similar a la de un cuerpo con dicha masa conjunta como se muestra a continuación (Figura 15):

¹ Centro de masa de un sistema es un punto que se mueve y se comporta como si fuera una partícula de masa igual a la suma de todas las masas del propio sistema (Martín Blas & Serrano Fernández).

Figura 15

Mecánica de "n" cuerpos del algoritmo Barnes-Hut



Tomado y Adaptado de (The Barnes-Hut Approximation), Jeffrey Heer, 2017, (<https://jheer.github.io/barnes-hut/>)

Precisamente esta lógica que utiliza el algoritmo de Barnes-Hut es la que tomamos para nuestra metodología con el fin de capturar la interactividad espacial de 16 unidades territoriales (cantidad de municipios que conforman a la Comarca Lagunera) de una manera fundamentadamente científica, solo que en vez de utilizar cuadrantes lo sustituimos con la sumatoria de todas las masas de las unidades territoriales a excepción del municipio de estudio en cuestión debido a tanto la cercanía de dichos municipios entre sí (pues conforman entre ellos una región perfectamente identificada como tal). Obsérvese que lo anterior está basado en la misma lógica práctica de sumar centros de masas (centroides) que aplica el algoritmo de Barnes-Hut, sin descuidar en ningún momento la distancia euclidiana que existe entre ellos así como sus diferentes

elementos como fuerzas, masas individuales y aceleraciones respectivas. De esta manera, obtenemos una representación de tres cuerpos mediante la lógica sumatoria de Barnes-Hut: el primer cuerpo (de masa mayor) representado por la suma de todas las masas (producción agregada) de todas las unidades territoriales de estudio a excepción del municipio de estudio, representada en nuestro modelo por las variables de los municipios “ j ”; el segundo cuerpo (de masa menor) representado por el municipio de estudio en cuestión; y el tercer cuerpo (de masa tan insignificante¹ en comparación con las masas de los anteriores cuerpos) está representado por la inducción económica espacial.

e) Por último, a continuación describimos la estructura del elemento que está representado como la inducción espacial en nuestra metodología: como se habrá observado, en nuestra metodología representamos la dependencia espacial mediante la interactividad gravitacional de tres cuerpos gravitacionales. Para hacer aún más representativa dicha realidad, nótese que nuestra metodología toma a la inducción espacial (generada por las externalidades económicas de la región) como si fuera una “partícula” que va viajando en todo el espacio que existe entre el cuerpo de masa mayor y entre el cuerpo de masa menor, por tanto tomamos el supuesto de que dicha “partícula” ya se encuentra dentro del área del cuerpo de masa menor logrando así que nuestro modelo capture cada uno de los elementos gravitacionales de la misma (fuerza, masa, aceleración) obteniendo así un resultado propio de la dependencia espacial regional que integra a cada una de las unidades territoriales y además de esta forma le damos significatividad al uso de la aceleración radial generada por tres cuerpos.

Al resumir la realidad económica mediante la mecánica de tres cuerpos estamos no solamente obteniendo más representatividad significativa de nuestro fenómeno gravitacional de estudio de “ n ” cuerpos sino que además nos ayuda a aplicar el análisis de puntos lagrangianos los cuales nos servirá para poder eficientizar el espacio mediante sus externalidades económicas y de esta manera comprobar así nuestra hipótesis.

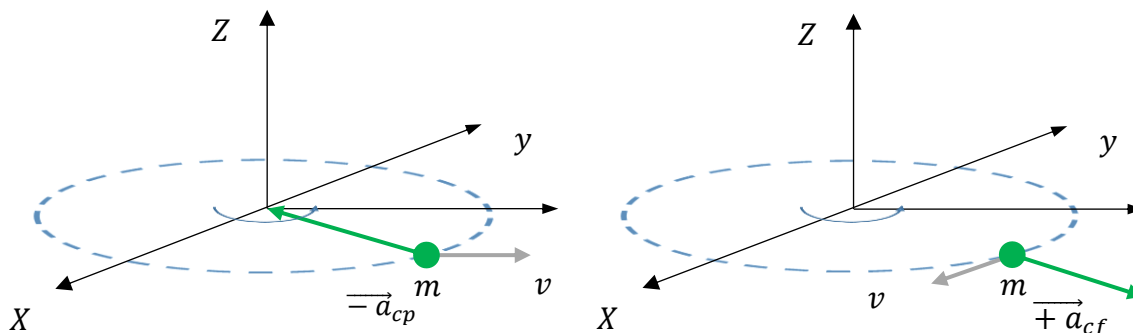
En resumen, la aceleración nos va a servir para dos puntos clave dentro de nuestra investigación: a) para capturar la representatividad gravitacional de las externalidades económicas dentro de un sistema de “ n ” cuerpos y b) para saber el tipo de comportamiento que tienen las externalidades económicas sobre el espacio económico de la región de estudio ya que con el mismo nos ayudará a la utilidad de los resultados

¹ En Física, este tipo de masa (o fuerza según sea el caso), también se le denomina “despreciable” con el fin de dar la connotación de que dicha masa es tan pequeña que su tratamiento en cualquier modelo siempre da como resultado que dicha masa está gobernada en todo sentido por las masas de los otros cuerpos, por tanto sólo es necesario que en dicho modelo estén representados los cuerpos de masa mayor y de masa menor.

obtenidos ya que basándonos nuevamente en la segunda ley de Newton podemos decir que si es positiva la aceleración el espacio tiende a lidiar predominantemente con externalidades negativas, y viceversa (véase Figura 16):

Figura 16

Aceleración de las fuerzas intrarregionales



Elaboración propia y adaptado de (Física), Kane & Sterheim, 2007, McGraw Hill

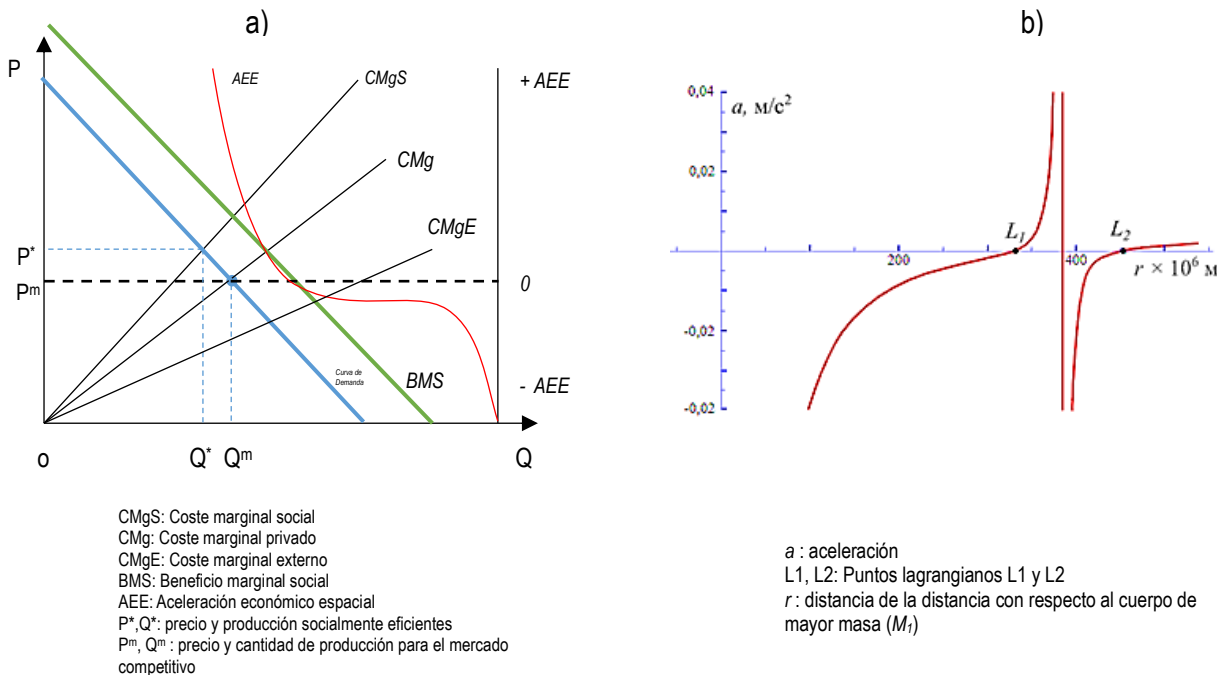
Con base en lo anterior, obsérvese entonces la clave de la utilidad de los puntos lagrangianos que representa para nuestra investigación: dichas zonas están perfectamente probadas que son las únicas áreas del marco gravitacional lagrangiano en donde cualquier cuerpo con masa insignificante que ingrese en dichas zonas su aceleración gradualmente estará inducida a casi igual a cero. Para el contexto económico, esto mismo representa una enorme ventaja para controlar el tipo de inducción de dichas zonas pues basta una pequeña fuerza (ya sea centrípeta o centrífuga) para desbalancear dicho equilibrio representando así una enorme oportunidad de control para el tomador de decisiones económicas que requiere cambiar el tipo de externalidad en una determinada área o región, mediante un mínimo esfuerzo y con bajo costo de recursos. Esta es la clave de la utilidad de las zonas lagrangianas para nuestra hipótesis.

Esta utilidad de nuestra hipótesis brinda un escenario de control en el espacio económico en donde si las fuerzas centrífugas predominan en una región, con la ayuda de los puntos lagrangianos se puede cambiar con un mínimo esfuerzo de inducción a la conversión en fuerza centrípeta. Obsérvese la gráfica 22 en donde representa un escenario donde el punto lagrangiano representa un contexto donde la cantidad de producción así como el precio se conjuntan en equilibrio del propio mercado (Q^m , P^m), escenario en donde se está padeciendo de toda una externalidad negativa. Obsérvese que un punto de equilibrio óptimo de dicho

escenario es (Q^*, P^*) pero sobre la recta BMS, el cual se encuentra dentro en la parte de la trayectoria de la aceleración económica espacial más pronunciada hacia arriba en comparación con el resto de los puntos que se encuentran dentro de una aceleración negativa.

Gráfica 22

Contrastación externalidad negativa vs. aceleración económico espacial



Elaboración propia y adaptado de (Manual de economía ambiental y de los recursos naturales), Riera, P. et al., 2016, Ediciones Paraninfo; (Radial acceleration Earth-Moon Lagrangian), creativecommons.org, 2017, (<https://search.creativecommons.org/photos/32b1e47e-4d9b-46d0-8310-575d85fe966d>)

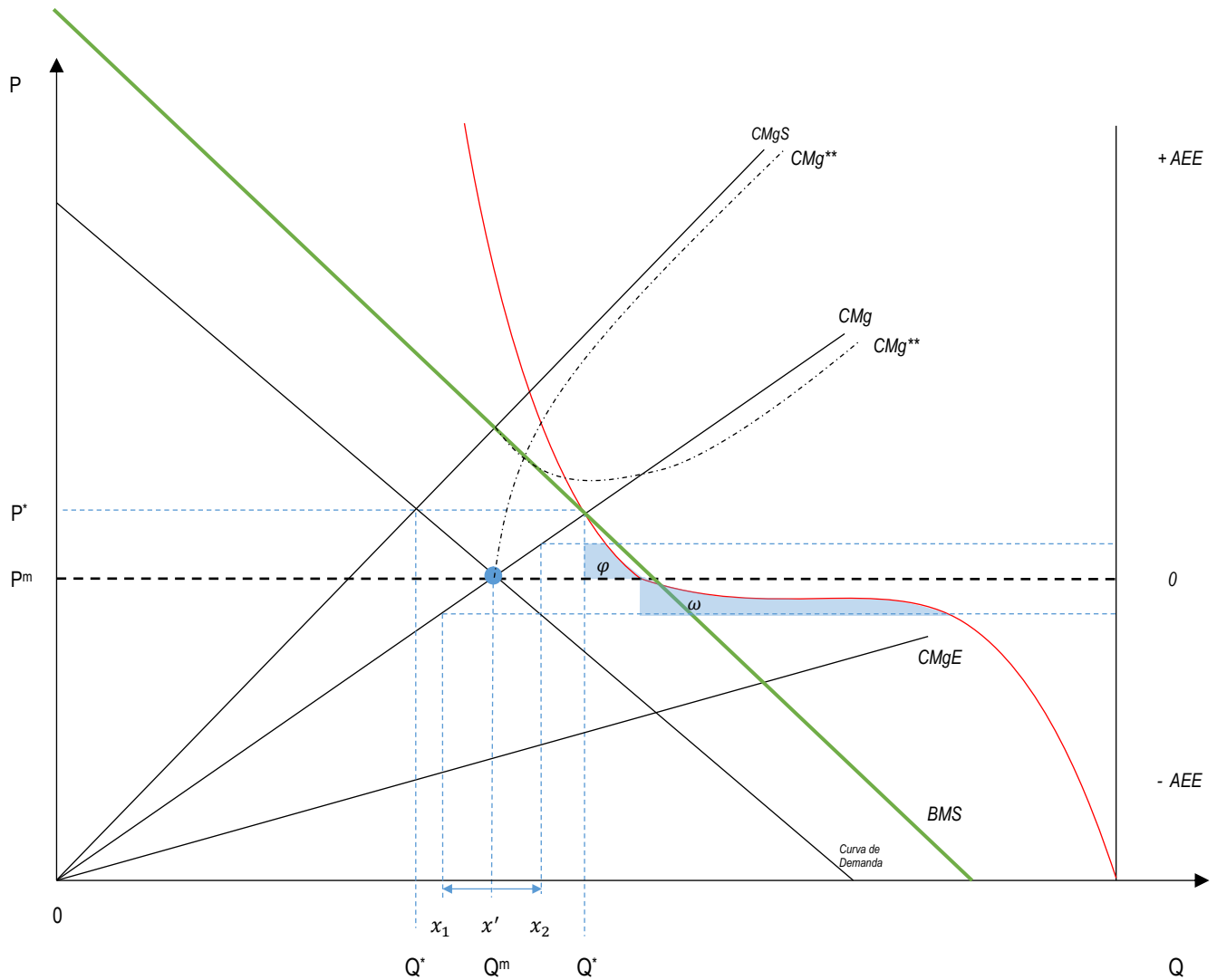
Obsérvese que en dicha Gráfica 22a, la forma exacta de la curva correspondiente a la aceleración económica espacial es la misma a la que corresponde la aceleración radial para el modelo gravitacional de “n” cuerpos donde se incluyen a los puntos lagrangianos (véase Gráfica 22b), respetando en el eje de las abscisas la naturaleza de desplazamiento de forma análoga con el desplazamiento de Q^* a Q^m . Posteriormente, para poder clarificar la lógica utilitaria de dichos puntos, recordemos que la cantidad de esfuerzo que se realiza para poder realizar un desplazamiento (lo que comúnmente llamamos “trabajo”) es igual al producto de la distancia por la fuerza aplicada (Kane & Sternheim, 2007); por lo que si a dos cuerpos se le aplica la misma fuerza pero uno de ellos tiene más recorrido que el otro, el de más recorrido habrá realizado más esfuerzo o trabajo. Con base en lo anterior y basándonos en la estructura de dicha curva de la aceleración radial, obsérvese que en la Gráfica 23 cómo una cantidad de desplazamiento hacia la

izquierda (x_1) representando un resultado negativo en contra de la dirección donde se encuentra un punto de equilibrio óptimo es exactamente el mismo desplazamiento que se realiza la derecha (x_2), en otras palabras, tanto para llegar a x_1 así como para llegar a x_2 se aplica la misma fuerza de inducción económica, pero obsérvese que si se parte dicha inducción a partir del punto x_1 con el fin de llegar al punto de equilibrio x' (una acción de mejora de inducción) se realiza un “trabajo” o esfuerzo mayor (ω) en comparación si partimos desde el punto lagrangiano x' hacia el punto óptimo x_2 obteniendo así un menor esfuerzo (φ) a causa de las fuerzas intrarregionales imperantes en dicha localización. Obsérvese que a pesar de realizar y aplicar la misma fuerza de inducción para ambos escenarios, el trabajo o esfuerzo realizado son sumamente diferentes. Esto representa la clave de la lógica utilitaria de los puntos lagrangianos que describe la presente investigación, que dicho en otras palabras y aterrizado en el contexto económico, es mucho más fácil acercarse al punto óptimo del beneficio marginal social partiendo del punto lagrangiano en comparación si se hiciera en un punto donde la aceleración es negativa, pues para partir de una zona de inducción negativa se requieren mucho más recursos que si lo hiciéramos partiendo de los puntos lagrangianos.

En la Gráfica 23 se incluye tanto la representación gráfica de dicha lógica utilitaria así como sus expresiones matemáticas: la primera expresión matemática (inciso a) nos indica que la fuerza inductora que se aplica tanto para ir al punto x_2 así como para ir al punto x_1 , partiendo del punto lagrangiano (donde la distancia recorrida en valor absoluto viene representada por r) es igual; en la segunda expresión (inciso b) nos referimos a que siempre que partimos desde un punto lagrangiano hacia el punto óptimo de beneficio marginal social se requiere siempre un menor esfuerzo a comparación de si partiéramos desde un punto diferente, aún aplicando la misma fuerza inductora, donde W representa el trabajo realizado. Y finalmente la tercera expresión (inciso c) nos indica exactamente lo mismo, solo que expresado de forma vectorial mediante integrales de línea, es decir, que nos indica que la sumatoria de cada cambio realizado por el producto de la fuerza inductora con respecto a la distancia recorrida es igual a la integral de línea del trabajo realizado durante todo el recorrido vectorial de dicho desplazamiento, que en este caso siempre resulta mayor dicho trabajo cuando no se parte del punto lagrangiano. Como se había indicado anteriormente, lo anterior representa la clave útil de nuestra investigación, a lo cual una vez mostrada la correlación significativa de nuestro modelo econométrico el cual inserta la mecánica lagrangiana para obtener la dependencia espacial entre las unidades territoriales, habremos comprobado nuestra hipótesis así como también contestado a nuestra pregunta de investigación.

Gráfica 23

Lógica de la utilidad del punto lagrangiano en el contexto de externalidades económico espaciales



donde:

a) $|x_1 - x'| = |x' - x_2| = r$

b) $|W_\omega = \sigma * aee_\omega * r| > |W_\phi = \sigma * aee_\phi * r|$

c) $|\int_{x_1}^{x'} F(\epsilon) \cdot d\epsilon| > |\int_{x'}^{x_2} F(\epsilon) \cdot d\epsilon|$

CMgS: Coste marginal social
 CMg: Coste marginal privado
 CMgE: Coste marginal externo
 BMS: Beneficio marginal social
 AEE: Aceleración económico espacial
 P*, Q*: precio y producción socialmente eficientes
 P^m, Q^m: precio y cantidad de producción para el mercado competitivo
 CMgS**, CMg**: conversión de costos a partir del punto lagrangiano

*Nota: elaboración propia

Con el fin de aterrizar todos los componentes que hemos descrito, a continuación se realiza un resumen (Tabla 9) de la conexión de los mismos con los conceptos económicos y que con los cuales se referirán en el resto de las siguientes secciones de la presente investigación:

Tabla 9

Conversión de términos de investigación al contexto económico

Término del campo de la Física	Término propuesto para ser representado en el campo de la Economía
Fuerzas centrípetas	(se usa el mismo término dentro de la Economía)
Fuerzas centrífugas	(se usa el mismo término dentro de la Economía)
Masa	PIB regional (se usa el mismo término para representar la producción agregada dentro del modelo gravitacional del comercio internacional)
Aceleración	Razón de cambio espacial de la inducción económica
Constante gravitacional	(se usa el mismo término dentro de la Economía)
Trabajo	Veces de fuerza de dependencia espacial por unidad de distancia
Inducción	(se usa el mismo término dentro de la Economía)
Punto lagrangiano	Zona espacial de neutral inducción económica
Distancia euclidiana	(se usa el mismo término dentro de la Economía)
Centro de masa	Centroide (el término "centroide" se usa también dentro del campo de la Economía, específicamente en el cálculo de las matrices de pesos espaciales para designar el centro geográfico de una unidad territorial)

* Nota: Elaboración propia

Finalmente, a continuación se muestra a manera de resumen dos diagramas: en la ecuación (3.1) se muestra la lógica deductiva de nuestra metodología traducida en lenguaje lógico-matemático mediante la regla de la unión y en el segundo diagrama (Figura 17) se muestra de forma completa toda la secuencia lógica de nuestra metodología desde la identificación del problema, pasando por la selección del modelo hasta la formulación de los resultados obtenidos.

$$P \wedge (P \rightarrow Q) \wedge (P \rightarrow R) \Rightarrow (Q \rightarrow R) \quad (3.1)$$

P : El modelo es un sistema gravitacional de "n" cuerpos

Q : La base gravitacional representa significativamente al espacio económico regional

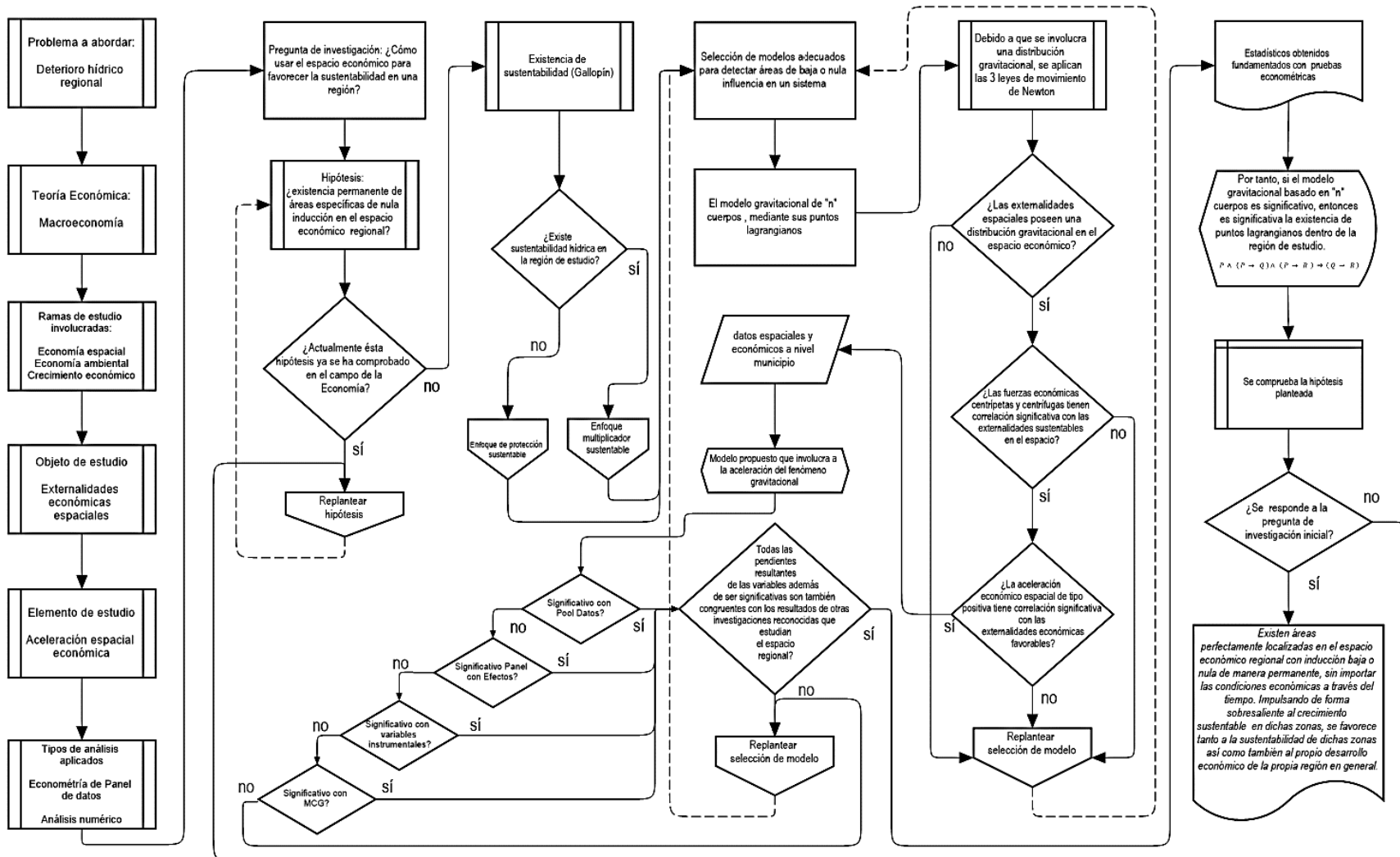
R : Existencia de zonas permanentes de baja o nula inducción perfectamente localizadas

Conclusión a comprobar:

Si el modelo a aplicar es un sistema de "n" cuerpos y dado que es de base gravitacional entonces se obtiene una representación significativa del espacio económico regional y dado que dicho sistema de "n" cuerpos siempre posee zonas permanentes de baja o nula inducción perfectamente localizadas, por tanto dicha representación significativa del espacio económico regional posee zonas permanentes de baja o nula inducción perfectamente localizadas.

Figura 17

Diagrama de flujo de la metodología propuesta



*Nota: elaboración propia

Modelo Econométrico

Analizar el crecimiento económico a un nivel regional es una tarea doblemente compleja en comparación a un país o región mundial, tal como Valdez (2018) lo afirma *"El nivel de dificultad para explicar la realidad es mayor cuando se trata de aterrizar alguno de los modelos, que, típicamente están pensados para explicar el crecimiento de un país, a un modelo de crecimiento regional o local"*. Para representar la realidad respecto a la relación de los elementos espaciales entre el crecimiento económico y los recursos hídricos naturales de una región, el presente proyecto de investigación eligió la lógica de interdependencia de producción agregada propuesta por Stiglitz (1974) y Lucas (1988) pues debido a que los resultados obtenidos a través de la curva de Kuznet y de la ecuación descrita por Gallopín llevada a cabo en esta investigación (véase en Capítulo I) sugieren que existe una mínima interdependencia sustentable en la Comarca Lagunera con respecto a su crecimiento económico, por lo que insertar la variable de recursos hídricos (como lo hace Stiglitz en su variable de recursos naturales) así como la variable de capital humano (como lo hace Lucas en su ecuación de producción agregada) es representativamente congruente, además de que recientes investigaciones han detectado que el comercio internacional así como el capital humano son altamente significativos con respecto a la difusión de diversas externalidades en el crecimiento económico (Kojo Edeme, Nkalu, & Okubor Ijeh, 2018 ; (Coe, Helpman, & Hoffmaister, 2008); (Romer P. M., 1990) así como numerosas investigaciones comprueban dicha interdependencia (véase en Capítulo II). Por tanto, nuestra ecuación propuesta la cual relaciona el crecimiento económico con la naturaleza de la inducción hídrica sustentable es (3.2):

$$Y = K^{\alpha_1} L^{\alpha_2} R^{\alpha_3} H^{\alpha_4} Z^{\alpha_5} M^{\alpha_6} e^{\lambda\mu} \quad (3.2)$$

con

$$0 < \sum_{\pi=1}^n \alpha_{\pi}$$

Donde Y representa la producción agregada; K es el capital físico; L es la fuerza laboral; R es el consumo hídrico en mts³ del sector doméstico, comercial e industrial; H el capital humano, Z y M son los índices de sustentabilidad agrícola y pecuario respectivamente (propuestos) y λ es la tasa del cambio tecnológico; para el caso del capital físico y el capital humano se tuvo el cuidado de manejarlas como variables de tipo stock.

Existen muchos modelos econométricos del spillover espacial para el crecimiento económico. Con base en una revisión exhaustiva de dichos modelos basados en nuestra sección de enfoques teóricos (véase Capítulo II), la mejor forma de englobar en su totalidad al efecto spillover generado por el crecimiento económico en una determinada región es a través de realizar una función de interdependencia entre un municipio “*i*” en relación con su vecino municipio “*j*” en su propia función de crecimiento, ya que de esta manera es más eficiente la representación total a diferencia de solamente aislar el efecto spillover mediante una sola variable. Esta estrategia eficiente ya fue realizada por Valdez (2018), misma estrategia que la presente investigación retoma aplicándole ciertos cambios mismos que a continuación se describen:

La función de producción de la localidad “*i*” en versión normalizada per cápita está representada por (3.3):

$$y_{it} = k_{it}^{\alpha_1} r_{it}^{\alpha_2} h_{it}^{\alpha_3} z_{it}^{\alpha_4} m_{it}^{\alpha_5} e_{it}^{\lambda\mu} \quad (3.3)$$

donde:

$$z_{it} = \frac{\text{Eficiencia agrícola}}{g_{it}} \quad m_{it} = \frac{\text{Eficiencia pecuaria}}{g_{it}}$$

Obsérvese que con nuestros índices de sustentabilidad hídrico agrícola y pecuaria propuestos, como hemos comentado anteriormente, podemos involucrar tanto la eficiencia de cada sector junto con el nivel de agua extraída ilegalmente en cada municipio, obteniendo así una representativa relación sustentable a través del tiempo. Además, obsérvese que colocando como divisor a la variable g_t (agua obtenida ilegalmente) podemos hacer que cuando la eficiencia del sector es mayor que el comportamiento del hurto hídrico se obtiene así un indicador de sustentabilidad mayor, lo cual corresponde a la naturaleza sustentable y de esta manera nos aseguramos que la eficiencia hídrica de cada sector sea en realidad una eficiencia integral sustentable no espuria. Posteriormente la función de producción de la localidad “*j*” en su misma versión normalizada es (3.4):

$$y_{jt} = k_{jt}^{\eta_1} e_{jt}^{\lambda\mu} \quad (3.4)$$

para nuestra investigación, la ecuación de producción de los municipios “*j*” están representados mediante sus capitales y su factor tecnológico, ya que las variables de r_j, h_j, z_j y m_j están implícitamente

representadas en $e_{jt}^{\lambda\mu}$ debido a que aquellos se derivan intrínsecamente del factor tecnológico, lo cual es propio del fenómeno sustentable. De esta forma, además de reducir el nivel de endogeneidad y multicolinealidad que provocaría el incluir de forma directa estas últimas cuatro variables en la ecuación de y_{jt} , hacemos también que en la base de la inducción a nivel regional se encuentre significativamente representado el fenómeno sustentable en función del stock de capital. Basándonos en el modelo de externalidades propuesto por Valdez (2018) mismo que está basado en la idea de difusión de Romer (1986) el cual proviene de la tecnología definida como (3.5):

$$A_{it} = \Delta k_{it}^{\alpha} A_{jt}^{\rho} \quad (3.5)$$

Donde Δ es la exogeneidad de la tecnología; α es el rendimiento del capital per cápita de una unidad territorial "i"; A_{jt} es el nivel de tecnología de la unidad territorial vecina al municipio en cuestión; y ρ es la intensidad de externalidades o de interdependencia espacial que existe entre las unidades territoriales. Posteriormente al elemento de intensidad espacial ρ lo desglosamos mediante la 2.ª ley de Newton (fuerza = masa x aceleración) (3.6):

$$\begin{aligned} \rho &= \sigma a \\ \sigma &= \text{valor percapita de la externalidad económica (masa)} \\ a &= \text{aceleración económica espacial (aceleración)} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Con esta representación podemos englobar de una forma práctica las fuerzas descritas por Krugman (centrípetas y centrífugas) aplicando la aceleración radial entre dichas unidades territoriales respetando íntegramente cada elemento espacial que existe entre las unidades territoriales. Para la determinación de la razón de cambio espacial de la inducción económica de cada municipio, aplicamos la ecuación de la aceleración radial gravitacional (3.7):

$$a = -\frac{GM_1}{v^2} \text{sgn}(v) + \frac{GM_2}{(V-v)^2} \text{sgn}(V-v) + \frac{G[(M_1+M_2)v-M_2V]}{v^3} \quad (3.7)$$

Dónde:

M_1 = Masa del cuerpo mayor (representado por el PIB de todos los municipios, excepto el municipio de estudio).

M_2 = Masa del cuerpo menor (representado por el PIB del municipio de estudio).

v = distancia del cateto del eje X con respecto al origen partiendo desde el baricentro del cuerpo mayor. Recuérdese que con la aplicación del baricentro, estamos forzando a que la masa de la externalidad (3.er cuerpo) se encuentre cercano al perímetro de la masa del cuerpo menor; con este supuesto

podemos estudiar el comportamiento de las externalidades una vez que llegan al cuerpo menor mediante la inducción espacial.

V = distancia entre los cuerpos con respecto a sus centroides.

G = constante gravitacional propuesta.

sgn = función signo

Nota: Ecuación desarrollada y comprobada a partir de *Problems and Solutions on Mechanics*, (Qiang, Gu, Cheng, Li, & Yang), 2002, (http://www.astrosen.unam.mx/~posgrado/libros/01_mechanics_lim.pdf); *Lagrangian Point*, byju's.com, 2020, (<https://byjus.com/physics/lagrangian-point/>)

Por tanto tenemos (3.8) y (3.9)

$$A_{it} = \Delta k_{it} \alpha_1 A_{jt} \sigma \left(-\frac{GM_1}{v^2} sgn(v) + \frac{GM_2}{(V-v)^2} sgn(V-v) + \frac{G[(M_1+M_2)v - M_2V]}{V^3} \right) \quad (3.8)$$

$$e_{jt}^{\lambda\mu} = \frac{y_{jt}}{k_{jt}^{\eta_1}} \quad (3.9)$$

Obsérvese que para el cálculo de K aplicamos una tasa de depreciación en la ecuación 3.10, siguiendo la propuesta de Gutiérrez (2017) (véase sección Metodología, Stock de capital):

$$SC_t = (1 - \delta) * SC_{t-1} + I_t \quad (3.10)$$

Para el caso del capital humano, aplicamos el mismo principio basándonos en la ecuación (3.11), pero sin ninguna tasa de depreciación ya que viene implícita en el peso negativo que incluye nuestro indicador de capital humano propuesto (véase sección Metodología, Capital Humano):

$$\int_{i=1}^t \text{índice de capital humano} = h_{it} \quad (3.11)$$

Y sustituyendo (3.8) y (3.9) en (3.3) tenemos por tanto (3.12). Obsérvese que con (3.12) la estructura del factor tecnológico de cada unidad territorial “ i ” está conformado tanto por un factor tecnológico propio de la unidad territorial en cuestión así como por un factor tecnológico inducido por la región “ j ” y de esta forma podremos analizar el fenómeno de externalidades de la región de estudio:

$\ln(y_{it}) =$

$\ln\Delta + \gamma_1 \ln k_{it} + \gamma_2 \ln r_{it} + \gamma_3 \ln h_{it} + \gamma_4 \ln z_{it} + \gamma_5 m_{it} +$

$$\sigma \left[-\frac{GM_1}{v^2} \operatorname{sgn}(v) + \frac{GM_2}{(V-v)^2} \operatorname{sgn}(V-v) + \frac{G[(M_1+M_2)v - M_2V]}{V^3} \right] (\ln y_{jt} - \eta_1 \ln k_{jt}) + \omega \text{dummy} + \varepsilon_t \quad (3.12)$$

Dónde:

$\ln\Delta$ = intercepto

M_1 = Masa del cuerpo mayor
(representado por el PIB de todos los municipios, excepto del municipio de estudio)

M_2 = Masa del cuerpo menor
(representado por el PIB del municipio de estudio)

v = distancia entre los cuerpos M_1 y

M_2 , partiendo desde el baricentro

V = distancia entre los centroides de los cuerpos M_1 y M_2

G = constante gravitacional

sgn = función signo

r = consumo hídrico en mts³ del sector doméstico, comercial e industrial

h = capital humano

z, m = índices de sustentabilidad agrícola y pecuaria, respectivamente

k = stock de capital

y = PIB regional de “j”

$\gamma = \alpha + \eta$

▪ α = parámetro municipio “i”

▪ η = parámetro municipio “j”

σ = valor per cápita de las externalidades económicas

$\rho = \sigma\alpha$ = interdependencia espacial
 dummy = variable dicotómica de

contracción económica y/o sequías

α = razón de cambio espacial de la inducción económica

ω = parámetro de variable

dicotómica

ε = error residual

Obsérvese que para la obtención de las distancias v y V de la ecuación de nuestro modelo, estas se basan en la aplicación del centro de gravedad de cada cuerpo (municipio). Para la obtención del centro de gravedad, existen varias opciones: la más tradicional es el “centroide de gravedad” donde se obtiene basándose totalmente en la simetría del cuerpo en cuestión. Sin embargo, para nuestro caso de estudio esta técnica posee el inconveniente de que es demasiado sensible a los puntos atípicos (*outliers*) generando así un sesgo importante. Para que el impacto de dichos puntos atípicos sea menor, hemos decidido aplicar la técnica del “centroide mediano”. El centroide mediano es un algoritmo iterativo desarrollado por Kuhn & Kuenne en 1962 (ESRI, 2019) que consiste en “cada paso (t) del algoritmo, se encuentra un Centro mediano candidato (X_t, Y_t) y se delimita hasta que represente la ubicación que minimiza la Distancia euclídiana a todas las entidades (o a todas las entidades ponderadas) en el dataset”.

Obsérvese que en (3.12) tenemos el inconveniente de no obtener ρ de forma directa ya que la variable α forma parte de esta. Para ello, multiplicamos de manera anticipada la variable de la razón de cambio espacial de la inducción económica por sobre las variables de nivel regional obteniendo así dos variables compuestas, y debido a que $\ln y_{jt}$ no tiene parámetro a obtener más que solo ρ nos apoyamos en el resultado paramétrico de dicha variable para poder despejar así finalmente el valor de α mediante la velocidad de convergencia. Por tanto, sustituyendo nuestra ecuación de producción en el teorema fundamental del crecimiento de Solow-Swan así como la igualdad de cambio tecnológico propuesto, y bajo el planteamiento de Valdez (2018) donde $\dot{A} = \dot{k}$, obtenemos (3.13):

$$\dot{\phi}_i = s\Delta k_{it}^{\gamma_1} r_{it}^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_{it}^{\gamma_4} m_{it}^{\gamma_5} k_{jt}^{\sigma\alpha} - (d+n)k_i \quad (3.13)$$

Donde s es el ahorro, d es la tasa de descuento del stock de capital, n tasa de crecimiento poblacional. Por tanto, la tasa de acumulación del capital de las externalidades de tal manera que afecten por igual a los municipios sería $(k_i)^* = k_j^* = (k)^*$ (3.14):

$$\frac{\dot{k}_i}{k_i} = s\Delta(k_i)^{\gamma_1-1+\sigma\alpha} r_{it}^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_{it}^{\gamma_4} m_{it}^{\gamma_5} - (d+n) \quad (3.14)$$

Por tanto, en el estado estacionario donde $\frac{\dot{k}_i}{k_i} = 0$, tenemos (3.15):

$$(k)^* = \left[\frac{s\Delta r_i^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_i^{\gamma_4} m_i^{\gamma_5}}{(d+n)} \right]^{\frac{1}{-(\sigma a + \gamma_1 - 1)}} \quad (3.15)$$

Y de esta manera, nuestra ecuación de producción bajo el estado estacionario es (3.16):

$$\begin{aligned} \ln y_i = & \ln \Delta + \gamma_2 \ln r_{it} + \gamma_3 \ln h_{it} + \gamma_4 \ln z_{it} + \gamma_5 \ln m_{it} + \rho \ln y_j - \rho \gamma_3 \ln h_{it} \\ & + (\gamma_1 - \eta_1 \rho) \left[\ln \left(\frac{1}{\left(\frac{\Delta s m^{\gamma_5} h^{\gamma_3} r^{\gamma_2} z^{\gamma_4}}{d+n} \right)^{\frac{1}{\gamma_1 + \sigma a - 1}}} \right) \right] + \omega dummy + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (3.16)$$

Posteriormente aplicamos log-linealización alrededor de $\ln k^*$ mediante la aplicación de la Serie de Taylor de primer grado. Para ello primero calculamos la primera derivada de la tasa acumulativa del capital (3.17):

$$D \cdot \frac{\dot{k}}{k} = (\gamma_1 - 1 + \sigma a) (s\Delta r_{it}^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_{it}^{\gamma_4} m_{it}^{\gamma_5}) k^{*\gamma_1 - 1 + \sigma a} (\ln k_{i0} - \ln k^*) \quad (3.17)$$

Y utilizando la simplificación exponencial de logaritmos, obtenemos finalmente (3.18):

$$\frac{\dot{k}}{k} = (\gamma_1 - 1 + \sigma a) (s\Delta r_{it}^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_{it}^{\gamma_4} m_{it}^{\gamma_5}) e^{(\gamma_1 - 1 + \sigma a) \ln k^*} (\ln k_{i0} - \ln k^*) \quad (3.18)$$

Y tomando en cuenta el estado estacionario tenemos que (3.19):

$$(d + n) = (s\Delta r_{it}^{\gamma_2} h_{it}^{\gamma_3} z_{it}^{\gamma_4} m_{it}^{\gamma_5}) e^{(\gamma_1 - 1 + \sigma a) \ln k_{i0}} \quad (3.19)$$

Por tanto la log-linealización reescrita es (3.20):

$$\frac{\dot{k}}{k} = (\gamma_1 - 1 + \sigma a)(d + n)(\ln k_{i0} - \ln k^*) \quad (3.20)$$

Donde la velocidad de convergencia es (3.21):

$$\beta = (\gamma_1 - 1 + \sigma a)(d + n) \quad (3.21)$$

Ahora, retomamos que el crecimiento endógeno se expresa (3.22):

$$1 - e^{-\beta T} = \frac{\ln y_{it} - e^{-\beta t} \ln y_{i0}}{\ln y^*} \quad (3.22)$$

Donde:

$$\psi = (1 - e^{-\beta T}) \left(\ln \Delta + \gamma_2 \ln r_{it} + \gamma_3 \ln h_{it} + \gamma_4 \ln z_{it} + \gamma_5 \ln m_{it} + \rho \ln y_j - \rho \gamma_3 \ln h_{it} \right. \\ \left. + (\gamma_1 - \eta_1 \rho) \left[\ln \left(\frac{1}{\left(\frac{\Delta s m^{\gamma_5} h^{\gamma_3} r^{\gamma_2} z^{\gamma_4}}{d + n} \right)^{\frac{1}{\gamma_1 + \sigma a - 1}}} \right) \right] \right)$$

Por tanto la ecuación de convergencia económica espacial en el estado estacionario siguiendo al modelo propuesto por Valdez (2018) obtenemos (3.23):

$$\ln y_{it} - \ln y_{i0} =$$

$$(1 - e^{-\beta T}) \left[\left(\ln \Delta + \gamma_2 \ln r_{it} + \gamma_3 \ln h_{it} + \gamma_4 \ln z_{it} + \gamma_5 m_{it} + \sigma a \ln y_j - \sigma a \gamma_3 \ln h_{it} \right. \right. \\ \left. \left. + (\gamma_1 - \eta_1 \sigma a) \left[\ln \left(\frac{1}{\left(\frac{\Delta s m^{\gamma_5} h^{\gamma_3} r^{\gamma_2} z^{\gamma_4}}{d+n} \right)^{\frac{1}{\gamma_1 + \sigma a - 1}}} \right) \right] \right) - \ln y_{j0} + \sigma a (\ln y_{jt} - \ln y_{j0}) + \left[\left(\frac{\ln y_{it} - \ln y_{i0}}{\ln y_{jt} - \ln y_{j0}} \right) \ln y_{j0} \right] \right] \\ + \omega dummy + \varepsilon_t \quad (3.23)$$

donde:

$$a = -\frac{GM_1}{v^2} \operatorname{sgn}(v) + \frac{GM_2}{(V-v)^2} \operatorname{sgn}(V-v) + \frac{G[(M_1 + M_2)v - M_2V]}{V^3}$$

$$\beta = (\gamma_1 - 1 + \sigma a)(d+n)$$

Obsérvese que la base principal de nuestra metodología es la base gravitacional representativa del fenómeno interactivo de más de dos cuerpos (municipios). Como ya hemos mencionado anteriormente, la gran mayoría de las investigaciones en donde aplican ya sea el clásico modelo gravitacional o las matrices espaciales en sus diferentes versiones representan a la realidad de una manera práctica y poco costosa en cuanto a recolección de datos y/o variables, sin embargo a cambio de estas ventajas, dichas técnicas sacrifican información valiosa resultante de la propia interactividad intrarregional además de que tales técnicas no están diseñadas predominantemente para la detección exacta de zonas de baja inducción (véase Figura 9).

En cuanto a la ecuación que describe la tasa de crecimiento económico en el espacio económico, se utiliza la misma técnica descrita por Valdez (2018) obteniéndose así la siguiente ecuación (3.24):

$$\ln y_{it} - \ln y_{i0} = \psi + (1 - e^{-\beta T}) \left[-\ln y_{j0} + \sigma a (\ln y_{jt} - \ln y_{j0}) + \left[\frac{\ln y_{it} - \ln y_{i0}}{\ln y_{jt} - \ln y_{j0}} \ln y_{j0} \right] \right] + \omega dummy + \varepsilon_t \quad (3.24)$$

El análisis de la tasa de crecimiento económico en el espacio al largo plazo representa un medio de comprobación adicional sobre la representatividad económica de nuestro modelo propuesto así como también un medio para la obtención del valor de la razón de cambio espacial de la inducción económica.

A continuación se muestra el procedimiento que utilizamos para la obtención de los datos necesarios en la determinación de la razón de cambio espacial de la inducción económica, misma que está dividida en 4 pasos: El primer paso consiste en obtener los centroides generados de cada municipio en cada uno de los años censales (2000, 2005, 2010 y 2015), esto con el fin de poder capturar el efecto dinámico de las distancias v y V a través del tiempo, variables importantes que representan a cualquier fenómeno de interactividad espacial gravitacional. Para lo anterior, nos fundamentamos en la relación de la dispersión urbana con respecto al crecimiento económico resultante de un municipio. A continuación se muestra el siguiente mapa geoestadístico urbano de la ciudad de Torreón, Coah. correspondiente al año censal 2000. Una vez descargado de la base de datos de INEGI, se observa de la siguiente forma (Figura 18):

Figura 18

Mapa geo-urbano de la ciudad de Torreón, COAH. (2000), realizado por INEGI

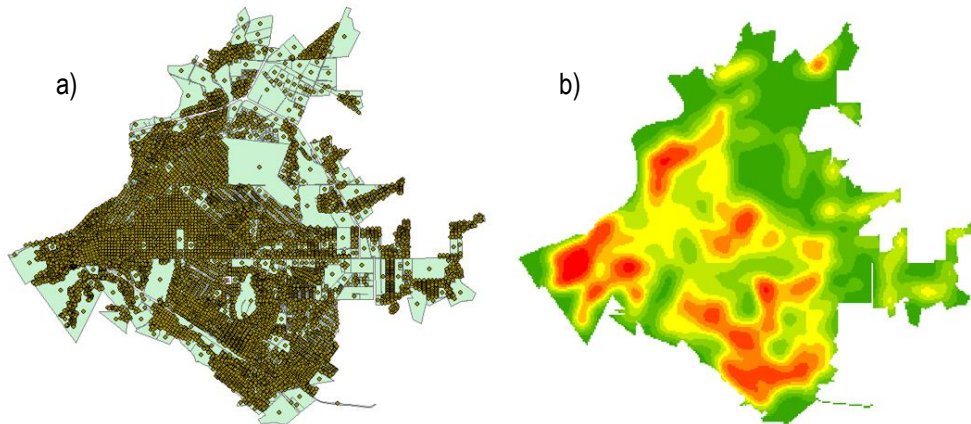


Tomado de (Mapas urbanos), INEGI, 2019, (<https://inegi.org.mx/app/mapas/>)

En el mapa anterior, vemos que la conglomeración urbana está capturada y representada por polígonos plenamente acontecidos en ese año en específico. Cuando nosotros nos referimos a “polígono”, nos referimos a cada cuadro perfectamente cerrado mismo que nos indica que se trata de un inmueble ya sea de construcción o terreno. Aplicando los centroides (es decir el centro geométrico de dichos polígonos) obtenemos el siguiente mapa resultante (Figura 19) el cual significa que cuantos más centroides obtenidos a través del tiempo mayor dispersión urbana es generada por el propio crecimiento económico de dicho año:

Figura 19

Centroides poligonales y Análisis de dispersión sobre centroides poligonales



Tomado y adaptado de *Mapas Urbanos*, INEGI, 2019, (<https://inegi.org.mx/app/mapas/>), mediante el software ArcGIS 13.0

La cantidad y dispersión de centroides varía según el comportamiento de la dispersión urbana a través del tiempo; dicha variación se puede corroborar visualmente mediante el análisis de dispersión geográfica aplicada sobre los centroides poligonales (véase Figura 19, inciso b). Aplicando el centro mediano obtenemos así un solo punto representativo mismo que nos facilitará la comparación de dicha dispersión urbana a través del tiempo (Figura 20):

Figura 20

Ubicación del centroide mediano en la ciudad de Torreón, COAH. 2000



Tomado y adaptado de *Mapas Urbanos*, INEGI, 2019, (<https://inegi.org.mx/app/mapas/>), mediante software ArcGIS 13.0

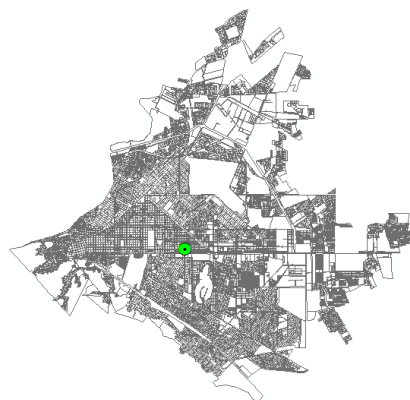
Dicho centroide mediano resultante representa en nuestro modelo el real centro gravitacional de dicho municipio, y a partir del mismo se tomarán las distancias euclidianas con el resto de los municipios laguneros a través del tiempo de forma anual. Una vez obtenido dicho centroide mediano, obtenemos su ubicación geográfica (en grados decimales). Este mismo procedimiento lo aplicamos con el resto de cada uno de los municipios de estudio, en cada uno de los años censales realizados por INEGI a partir del año 2000. Como ejemplo, a continuación se muestran los centros medianos del mapa geourbano de la ciudad de Torreón para cada año censal (Figura 21); obsérvese que los centroides medianos resultantes poseen una variación misma que se corrobora tanto con un análisis de dispersión geográfica así como la obtención de las coordenadas geográficas del centroide resultante respectivo para cada municipio:

Figura 21

Comportamiento dinámico del Centroide mediano de la Ciudad de Torreón, COAH.



Centroide mediano:
Latitud 25.540662
Longitud - 103.406001



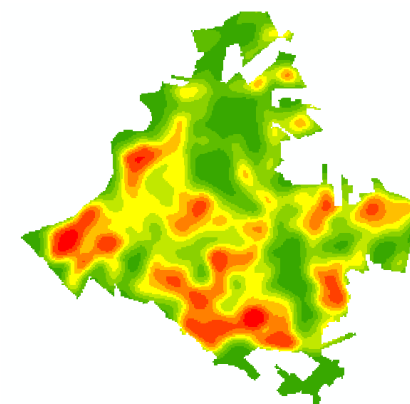
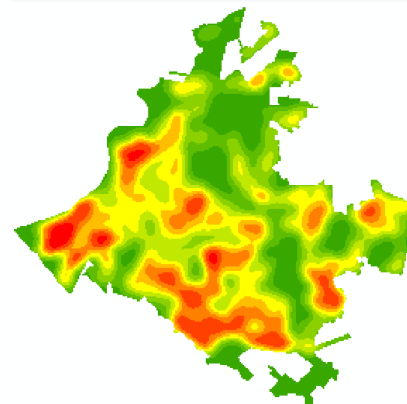
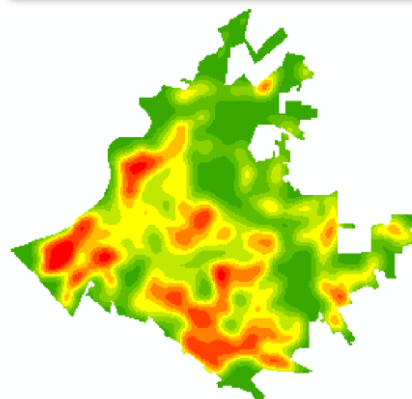
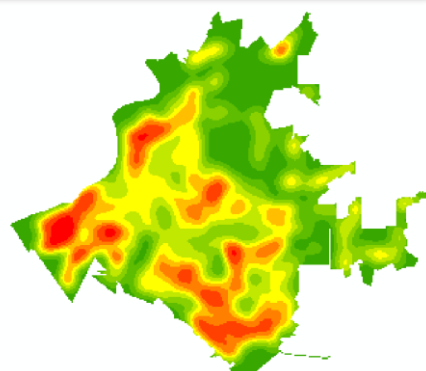
Centroide mediano:
Latitud 25.535782
Longitud - 103.415963



Centroide mediano:
Latitud 25.537176
Longitud - 103.406175



Centroide mediano:
Latitud 25.539035
Longitud - 103.401538



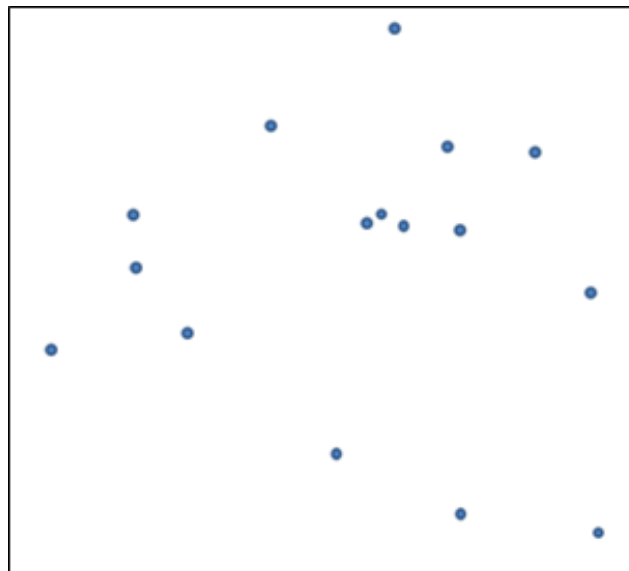
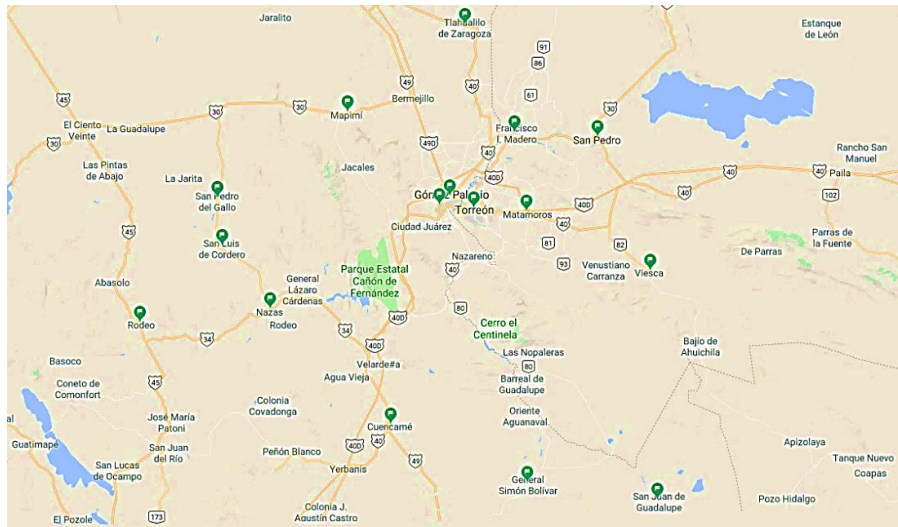
Nota: Este mismo procedimiento se realiza en cada año para cada uno de los municipios de estudio.

Tomado y adaptado de *Mapas Urbanos*, INEGI, 2019, (<https://inegi.org.mx/app/mapas/>), mediante software ArcGIS 13.0

El segundo paso consiste en obtener la representación gravitacional de masas con adecuación a tres cuerpos. Recuérdese que el fin que busca este paso es simplificar nuestro mapa geográfico de unidades territoriales a una significativa representatividad gravitacional de tres cuerpos mediante sus centros de masa respectivos para así facilitar la inclusión representativa de zonas lagrangianas. Para lo anterior, se realiza la representación cartesiana de la ubicación geográfica de cada uno de los municipios de estudio (Figura 22):

Figura 22

Locaciones geográficas de los 16 municipios que comprenden a la Comarca Lagunera

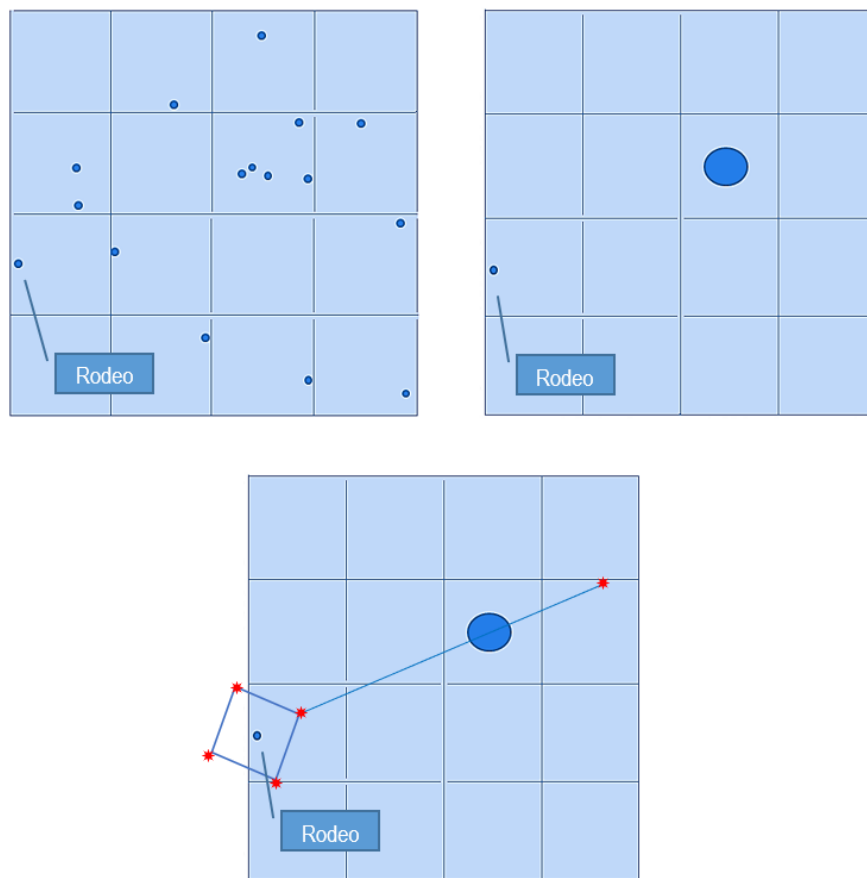


Tomado y adaptado de (EarthMaps), GoogleEarth, 2019, (<https://www.google.com/earth/>)

Posteriormente tomamos cada municipio de estudio el cual está representado por M_2 en un primer momento. El primer cuerpo M_1 (representado por la unión del resto de los municipios de estudio con base en su centro de masa) junto con el tercer cuerpo de masa muy pequeña (una masa tan pequeña que es casi insignificante en comparación con las masas de dos cuerpos dados) representada por la externalidad económica, se logra representar la estructura del modelo de 3 cuerpos gravitacionales obteniéndose además las zonas espaciales de neutral inducción económica generados entre estos tres cuerpos (Figura 23):

Figura 23

Metodología propuesta para la representación de tres cuerpos gravitacionales, para el caso del municipio de Rodeo, DGO.



*Nota: elaboración propia

★ : puntos lagrangianos

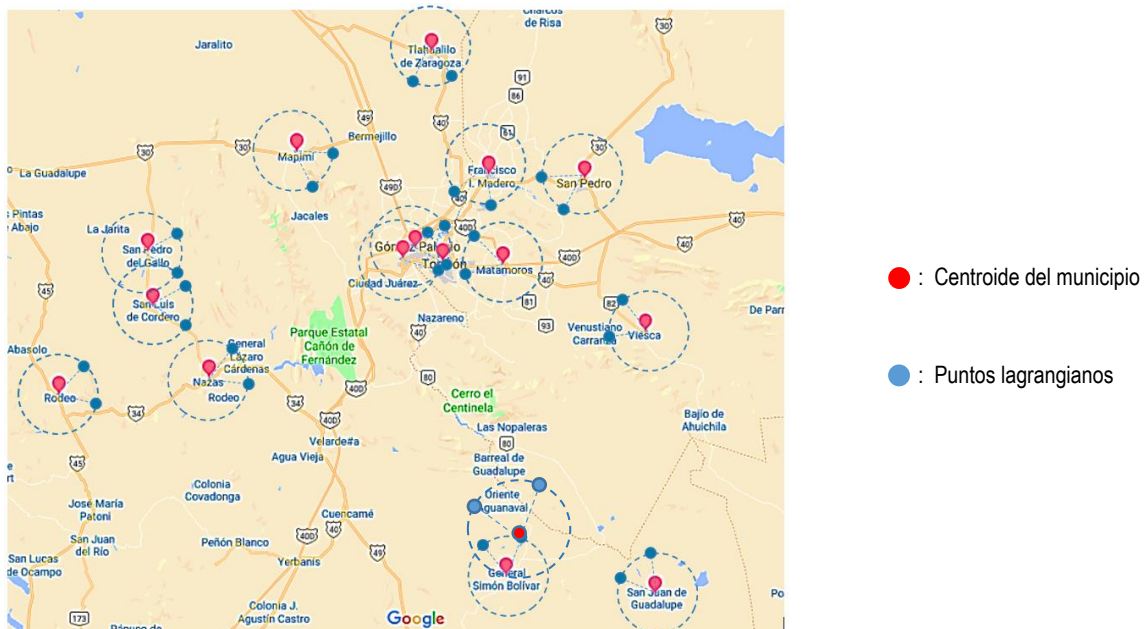
Debido a que INEGI solo realiza censos cada lustro (2000, 2005, 2010 y 2015), la presente investigación aplicó la tasa de crecimiento compuesto anual para la obtención de los centroides medianos para los años faltantes, ya que es el tipo de crecimiento que tiene más correlación con respecto al crecimiento urbano.

Como tercer paso, se procede a la obtención de la razón de cambio espacial de la inducción económica: una vez realizado de forma completa nuestro bosquejo de tres cuerpos gravitacionales para cada municipio en cada año del periodo de estudio, aplicamos la ecuación de la aceleración radial gravitacional. Con esta aceleración radial podemos saber la fuerza centrípeta y centrífuga emanada por el factor espacio de dicho municipio, en donde si esta aceleración es positiva significa que existe una tendencia predominante de fuerzas centrífugas en el municipio respectivo; en caso contrario, negativa significa la existencia de una predominancia de las fuerzas centrípetas (véase Figura 16).

Y como cuarto y último paso, se procede a la ubicación de las zonas espaciales de neutral inducción económica (Figura 24) para cada municipio. Recordemos que dichas zonas poseen una tendencia significativa a cero respecto a su razón de cambio espacial de la inducción económica lo que se esperaría que en dichas zonas el comportamiento del crecimiento económico sería significativamente estancado durante todo el periodo de estudio e inclusive más allá del mismo.

Figura 24

Localización aproximada de las zonas espaciales de neutral inducción económica (L4, L5) de cada uno de los municipios que comprenden a la Comarca Lagunera



Elaboración propia y adaptado mediante Earth maps, GoogleEarth, 2019, (<https://www.google.com/earth/>)

Los datos

1. PIB municipal : Y_t

Metodología: Es unánime la aceptación de que para la obtención del PIB a nivel regional o municipal se requiere de un análisis complejo para su obtención. Sin embargo, existen varias alternativas para su determinación:

- a) El IMCO (Instituto mexicano para la competitividad A.C.), en su análisis de competitividad municipal para el cálculo del PIB municipal utiliza el crecimiento anual del PIB nacional y posteriormente lo aplican “hacia atrás y hacia adelante” a partir de un punto en el tiempo de dicho crecimiento con respecto al Ingreso total municipal, lo que comúnmente se conoce en el argot económico como “deflactar” (IMCO, 2014). Sin embargo, consideramos que si aplicáramos dicha técnica en nuestro estudio, todos los PIB municipales presentarían exactamente la misma tendencia y comportamiento en todos los años excepto en el año pivote, lo que le restaría representatividad a nuestro estudio además de que la tendencia del PIB nacional incluye toda la contrastante heterogeneidad de todo el país.
- b) Otras técnicas presentadas por INEGI (2003) son el “método del gasto”, el “método de la producción” y el “método del pago a los factores de la producción”. Por fines prácticos, para la presente investigación se optó por el método de la producción para la obtención del PIB regional durante los años censales 2004, 2009 y 2014.

Para el tratamiento de los datos faltantes de nuestro periodo de estudio, al respecto existen múltiples técnicas numéricas alternas que se utilizan en campos heterogéneos a la Economía, principalmente en la computación, meteorología y sistemas de información; inclusive existe un término para dicho tratamiento de datos faltantes en el argot de estos campos de estudio: “*missing data*” (Calafati, 2017). Una de estas técnicas numéricas que más aplicación han tenido en el campo de la Economía debido a su significativa representatividad en sus resultados es el “Método de Correlación Ortogonal” (Cueva Castillo & Oñate Valdivieso, 2010), el cual consiste en representar la variabilidad de datos de manera

perpendicular (lo que es diferente a la regresión clásica que se obtiene basándose en la distancia paralela al eje de las ordenadas) por lo cual se utilizan la varianza y covarianza para obtener los parámetros correspondientes a la ecuación cuadrática general y de esta manera se obtiene una ecuación que nos permite obtener los datos basándose en una inicial fuente de datos y significativamente relacionada a la base de datos faltante (Cueva & Oñate, 2010). Las ecuaciones (3.25), (3.26) y (3.27) que representan a dicho método son las siguientes:

$$\text{Ecuación base: } \lambda^2 - (\sigma_x^2 + \sigma_y^2)\lambda + (\sigma_x^2\sigma_y^2 - [\sigma_{xy}]^2) = 0 \quad (3.25)$$

$$\lambda_1 > \lambda_2 > 0$$

$$\text{Pendiente de la recta de regresión: } m = \frac{\sigma_{xy}}{\lambda_1 - \sigma_y^2} \quad (3.26)$$

$$\text{Ecuación para llenado de datos faltantes: } y = a + bX \quad (3.27)$$

donde:

$$a = \bar{Y} - m\bar{X}$$

$$b = m$$

Por los anteriores beneficios descritos, la presente investigación decidió aplicar dicho procedimiento anterior para completar la variable del PIB de cada municipio. Por tanto el procedimiento fue el siguiente: para obtener el vector \bar{Y} se obtuvieron los datos de los 3 años censales de la economía nacional provistos por INEGI (los cuales son el 2004, 2009 y 2014)¹; posteriormente se obtienen una matriz perfecta de datos (con los renglones del vector \bar{Y} equiparables a los renglones del vector \bar{X}) y de esta manera se obtienen todos los datos resultantes del modelo de correlación ortogonal. Los datos que se obtuvieron de dichos años censales para obtener el PIB regional se basaron en la aplicación del “método de la producción” aplicado por INEGI (2003)², es por ello por lo que se sumó todas las partidas municipales correspondientes al valor

¹ Con el fin de dar mayor representatividad a nuestros datos obtenidos, se deflactaron al año base 2008 todos los datos provenientes en la construcción del PIB regional de cada municipio lagunero.

² Para el caso del municipio del municipio de San Pedro del Gallo, con la técnica del método de producción se obtuvo un PIB de valor negativo solamente con los datos del censo del 2009; para remediar lo anterior sólo se aplicó el año 2004 y 2014 como vector \bar{Y} , obteniéndose así un coeficiente de correlación con valor de 0.9512 con respecto a sus ingresos municipales.

bruto de la producción, luego se restaron a todas las partidas correspondientes al consumo intermedio¹ para obtener así finalmente nuestro PIB municipal. Posteriormente, la base de datos que sirve de guía para obtener nuestros datos faltantes, es decir el vector X , se decidió utilizar los ingresos municipales gubernamentales con el fin de representar la heterogénea individualidad de cada municipio (este procedimiento ya ha sido aplicado en otras investigaciones, como en INEGI (2000)). A continuación, se muestran las bases de datos respectivas:

- Para los datos la obtención de las variables municipales aplicadas en el método de producción (Valor bruto de la producción y Consumo Intermedio). La base de datos utilizada fue de INEGI, específicamente del SAIC (Sistema automatizado de información censal).
- Ruta para las variables municipales en cuestión: Después de escoger año censal y área geográfica, se selecciona en “Producción Total Bruta” (Total) y “Gastos” (consumo intermedio) de los respectivos municipios.
- Para los ingresos brutos municipales se tomó la base de datos de INEGI-Estadística de Finanzas Públicas y Estatales.
- Ruta para los ingresos brutos municipales en cuestión: Se selecciona la variable geográfica y de tiempo, y posteriormente se selecciona el capítulo de ingreso. Posteriormente se descarga dicha base de datos y se filtra el concepto de “Total de ingresos” de cada municipio.

Con la técnica antes mencionada (modelo de correlación ortogonal) se obtuvieron muy pocos datos negativos en algunos municipios y en ciertos años. Para solucionar lo anterior, en vez de aplicarse un aumento a cada variable para poder realizar la transformación logarítmica (que es lo común que se procede en investigaciones económicas) se decidió seguir la instrucción del método de correlación ortogonal para datos negativos que consiste en elevar la razón del vector X con respecto al vector X promedio al producto de la pendiente por la razón de los vectores promedio para finalmente ser multiplicado por el vector Y , tal como se muestra en la siguiente ecuación (3.28):

$$Y = \bar{Y} \left(\frac{X}{\bar{X}} \right)^{\left(\frac{m\bar{X}}{\bar{Y}} \right)} \quad (3.28)$$

¹ Respetando la definición del concepto de “Consumo Intermedio” por parte de INEGI, se excluyó para su cálculo el apartado de “mercancías compradas para reventa” (INEGI, 2015).

2. Capital material: K (también llamado Stock de capital ajustado)

Metodología

- Para los ingresos brutos municipales se tomó la base de datos de INEGI-Estadística de Finanzas Públicas y Estatales.
- Ruta para los ingresos brutos municipales en cuestión: Se selecciona la variable geográfica y de tiempo, y posteriormente se selecciona el capítulo de ingreso. Luego se descarga dicha base de datos y se filtra el concepto de “Inversión Pública” de cada municipio¹.
- Para la obtención del capital material se aplicó la metodología del stock de capital ajustado (Gutiérrez, 2017) basada en inventarios perpetuos. La ecuación aplicada para el stock de capital fue (3.29):

$$SC_t = (1 - \delta) * SC_{t-1} + I_t \quad (3.29)$$

Para el factor de ajuste se aplicó (3.30):

$$Faj_t = (1 - \delta) * Faj_{t-1} + 1 \quad (3.30)$$

Y para el stock de capital ajustado (3.31):

$$SCA_t = \frac{\left(\frac{SC_t}{Faj_t}\right)}{\delta} \quad (3.31)$$

Tasa de depreciación= 9.7 %, I_t : Inversión Pública

Notas: Siguiendo la misma metodología de Gutiérrez (2017), para el valor inicial de SC_{t-1} se tomó el año 2000 para iniciarlo en cada panel de datos; para los pocos valores inexistentes o no disponibles por parte de INEGI dentro de la serie de Inversión pública, por fines prácticos se obtuvieron mediante la aplicación del método de correlación ortogonal.

¹ Con el fin de dar mayor representatividad a nuestros datos obtenidos, se deflactaron al año base 2008 todos los datos provenientes en la construcción del Stock de capital ajustado regional de cada municipio lagunero

3. Capital humano: H

Debido a la inexistencia estandarizada de datos a nivel municipal para esta variable, se diseñó una propuesta de índice para esta investigación además de obtener de forma más integral a dicho capital a diferencia de los tradicionales índices de desarrollo humano actuales. Antes de pasar a mostrar nuestra propuesta de índice de capital humano, a continuación se muestran los elementos que conforman a algunos de los múltiples índices que ya existen para la medición del campo del capital humano (Tabla 10):

Tabla 10

Índices de capital humano analizados por la presente investigación

Indicador	Giménez (2005)	INE (2011)	Di Domenico & De Bona (2005)	AVSI (2006)	Schutz (1961)	Weziak-Bialowiska (2007)	OCDE (2001)	Merino (2004)	Mokline (2018)	CEPAL (1994)	Chakraborty & Das (2005)	Castano et al. (2013)	Banco mundial (2019)	Conglio et al. (2010)	Cagliari et al. (2016)
Años medios de estudio	•	•	•	•	•	•	•	•							
Índice de utilización de medios	•							•							
Salud	•					•	•	•							
Experiencia laboral	•	•	•	•	•	•	•	•							
Fecundidad	•							•							
Educación continua	•	•	•	•	•	•	•	•							
Características escolares		•				•	•	•							
Índice de liderazgo			•												
Índice de motivación			•	•		•		•							
Profesionales con posgrado			•				•	•							
Áreas de investigación			•			•	•	•							
Equidad de género	•		•	•											
Capacidad de uso de TICS		•				•	•	•							
Homicidio / Crimen									•					•	•
Defunciones infantiles										•	•	•	•		

Adaptado y ampliado de (Indicadores para medir el capital humano en micro, pequeñas y medianas empresas en México), García & Chávez, 2017, Cimexus, (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6317395.pdf>)

Con base en los diferentes elementos que conforman a los índices de capital humano estudiados en la anterior Tabla 10 así como también comparando la disponibilidad suficiente de las bases de datos municipales y estatales con relación a los municipios de estudio, decidimos tomar los siguientes elementos para construir nuestra propuesta de índice de capital humano ya que son los que más se adecuan a la existencia de datos a nivel municipio de nuestra región de estudio:

a) Población:

Se utilizaron los datos de los censos de población y vivienda correspondientes a los años 2000, 2005, 2010 en la base de datos del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD); y para el año 2015 se utilizó la base de datos de la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI. Para los datos de los años faltantes, se aplicó la técnica de la tasa del crecimiento compuesto anual ya que es el tipo de crecimiento que más se asemeja al poblacional.

b) Educación:

Para esta parte, se tomaron los egresados en educación básica y media superior de la modalidad escolarizada de cada municipio. La base de datos utilizada fue la del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD), específicamente los datos respecto a egresados en educación básica y media superior de la modalidad escolarizada.

c) Salud¹:

Para el caso de la salud, tomamos el número de población derechohabiente y usuaria de servicios de salud a nivel municipal. La base de datos utilizada fue la del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD), específicamente los datos respecto a población derechohabiente y usuaria

d) Defunciones infantiles: Para esta sección, la base de datos utilizada fue la del Sistema Estatal y Municipal de Bases de Datos (SIMBAD), específicamente los datos respecto a las defunciones Infantiles.²

¹ Debido a que no existen datos en algunos años y en algunos municipios de Coahuila para la población usuaria en la base de datos de INEGI respecto al apartado de salud municipal (existiendo solamente el dato a nivel estatal), se decidió aplicar el método de correlación ortogonal para resolver dicha situación.

² Con el fin de evitar valores negativos en los resultados de nuestro índice de capital humano, sólo se agregó solo un elemento de naturaleza negativa (defunciones infantiles). Dentro de los elementos de naturaleza negativa, se optó por Defunciones infantiles ya que su uso en índices de capital humano es mayor que otros elementos negativos como el de Defunciones por homicidio.

Metodología aplicada:

Siguiendo el mismo razonamiento de los índices de desarrollo humano tradicionales, se pondera los resultados de cada uno de los cuatro incisos anteriores. Para nuestro caso, y basándonos en los signos de las elasticidades de diferentes variables correlacionadas al capital humano detectadas por Giménez & Simón (2004), se decidió que el elemento de “educación” y “salud” tengan naturaleza sumatoria (debido a que son factores que entre mayor valor indican mayor bienestar); en su contraparte se decidió aplicar como tasa de depreciación de dicho capital las defunciones infantiles (indicando que entre mayor valor, mayor malestar) representados cada uno como una razón con respecto al indicador mundial de defunciones infantiles. Para fines prácticos de la presente investigación (debido a las cifras en miles de los factores de bienestar en comparación con cifras de decenas de los factores de malestar) se aplicó un peso del 50 % a cada uno de los factores de educación y salud siguiendo la estructura del capital humano propuesta por Todaro & Smith (2015) donde mencionan que dicha dupla son “*los vitales componentes del crecimiento y desarrollo*” que expanden toda inicial capacidad humana; y por otra parte agregamos un peso de 6.25 % al elemento de defunciones infantiles (por criterio conveniente) con el único fin de penalizar lo mínimo posible a la dupla vital descrita por Todaro & Smith.

Obsérvese que nuestra propuesta del índice de capital humano no intenta representar con rigor extenso a toda la literatura sobre el campo de estudio del Capital Humano, debido a la inexistencia que existe de dicho índice para el nivel municipal de nuestra región de estudio además de que no es nuestro objeto de estudio en la presente investigación; no obstante, con la metodología anterior y basada en los fundamentos propuestos por Todaro & Smith (2015) así como en los elementos usados por los índices de capital humano analizados en la Tabla 10 podemos afirmar que nuestro índice tiene congruente representatividad con respecto al capital humano.

4. Recursos hídricos: R

La variable de recursos hídricos urbanos representa el consumo de agua municipal en metros cúbicos por parte del sector doméstico, comercial e industrial. La base de datos utilizada fue de INEGI, específicamente del SAIC (Sistema automatizado de información censal) con respecto al Consumo de agua (millones de pesos, pesos corrientes).

Metodología:

Debido a que solo se tienen los datos censales de 3 años por parte de INEGI (2014, 2009, 2004), se aplicó el método de correlación ortogonal para poder completar las series de datos correspondientes al consumo de agua en millones de pesos. Al respecto, para obtener nuestro vector "Y" (es decir, la serie base de consumo de agua a nivel municipal) se utilizaron las cifras de consumo de agua provenientes de los censos¹ del 2009 y 2014 (en millones de pesos) y posteriormente se contrasta con el vector "X" en la nación, obtenidas de cada uno de los Anuarios Estadísticos de Agua de México realizados por CONAGUA². Posteriormente, debido a que los datos del 2000 al 2007 y del 2008 al 2017 se recabaron con precios constantes del 2007 y 2017 respectivamente, se procedió a deflactar dichos datos a precios constantes del 2008 (con el fin de igualar la base 2008 que previamente se aplicó a las variables de PIB y stock de capital). Una vez obtenido nuestro vector "Y" del consumo de agua municipal en millones de pesos, se divide entre el precio regional promedio correspondiente a 100 mts³ de agua (para fines prácticos se tomaron solamente los precios del sector doméstico) aplicado en la región de Cuencas Centrales del Norte (región hidrológica que corresponde a la Comarca Lagunera) y de esta forma se obtiene la cantidad de metros cúbicos consumidos por año.

Una vez obtenido nuestro vector "Y" del consumo de agua municipal en millones de pesos, se divide entre los precios promedios de 100 mts³ de cada tipo de sector en la región de Cuencas Centrales del Norte (región hidrológica que corresponde a la Comarca Lagunera) y de esta forma se obtienen la cantidad de metros cúbicos consumidos por año. Obsérvese que en nuestra variable R, no se encuentra aplicada la cantidad de agua consumida por parte del sector agrícola y pecuario; con el fin de evitar inconvenientes de multicolinealidad en dicha variable, el agua consumida en estos últimos sectores se representa implícitamente en los indicadores de sustentabilidad propuestos los cuales se describen en párrafos siguientes.

¹ Los datos del consumo de agua municipal del Censo del año 2004 no se tomaron en cuenta para la presente investigación debido a que arrojan montos demasiado reducidos al promedio de consumo municipal, dando pie a que dicha base de datos censal para dicho año no fue construida correctamente.

² Debido a que las cifras de CONAGUA respecto a la recaudación por consumo hídrico a nivel nacional incluyen el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se redujo en un 41.3 % promedio dicho monto ya que tal porcentaje es el correspondiente al uso agropecuario con respecto a aguas nacionales, basándonos en los datos REPDA (Registro público de derechos de agua).

5. Mano de obra : *L*

Para la presente investigación, se decidió mantener la misma lógica que tienen los modelos de crecimiento económico con respecto a la mano de obra para sus unidades dimensionales, es decir, con base en personas y no mediante cifras monetarias. Se calculó la mano de obra empleada en vez de usar el número de habitantes del municipio además de involucrar tanto el número de altas del IMSS e ISSSTE, así como el porcentaje de personas que laboran en la informalidad debido a que esta última representa un porcentaje relevante. A continuación se muestran las fuentes de obtención para dichos datos:

a) Fuentes de datos del IMSS e ISSSTE:

- Para asegurados del IMSS se utilizó la base de datos pública que se encuentra en el portal web de dicha institución.
- Para asegurados del ISSSTE: se aplicó una proporcionalidad porcentual del total de asegurados del ISSSTE a nivel estatal (INEGI) con respecto al total de asegurados del IMSS, debido a la no disponibilidad de dichos datos en ciertos años del periodo de estudio. Los datos anuales faltantes se completaron mediante el método de correlación ortogonal.

b) Fuerza laboral en la informalidad:

Los datos fueron obtenidos de la base de datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) específicamente para la obtención de las Tasas trimestrales de informalidad.

Para la población económicamente activa a nivel municipal se utilizaron los datos de los censos de población y vivienda correspondientes a los años 2000 y 2010 por parte del Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) así como para el año 2015 se utilizó la base de datos del Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal; y para los datos de la Población Económicamente Activa durante el periodo de estudio a nivel estatal (2000 – 2004) se utilizó la base de datos del banco de información del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de México, así como para los años 2005 - 2016 se aplicó la base de datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) de INEGI. Para los datos de los años faltantes, se aplicó la técnica de la tasa del crecimiento compuesto anual ya que es el crecimiento que más se asemeja al de tipo poblacional.

Metodología:

A la sumatoria del número de altas anuales registrados en el IMSS así como los correspondientes en el ISSSTE por municipio, se le agrega el número aproximado de trabajadores informales: para su cálculo primero realizamos un promedio de las tasas trimestrales de informalidad en la nación por año, posteriormente se aplica dicha tasa a la población económicamente activa de cada municipio. Debido a que para los años 2000 al 2004 no existen datos respecto a la tasa de informalidad nacional, se aplicó el método de correlación ortogonal para su obtención con base en los años existentes así como también para los datos faltantes municipales correspondientes a los derechohabientes del ISSSTE; la misma técnica fue aplicada para completar la serie de la Población Económicamente Activa de cada municipio con relación a la misma serie pero de datos nacionales. Para el caso del municipio de San Luis del Cordero se detectó que durante todo el periodo de estudio no hubo altas por parte del IMSS, por lo cual se basó la obtención de sus datos faltantes únicamente de sus datos correspondientes a las altas del ISSSTE mediante regresión simple.¹

Salario mínimo y veces salario mínimo: para la obtención del monto del salario mínimo se obtuvieron los datos del portal de CONASAMI, basados en el tipo de área geográfica que corresponde a la Comarca Lagunera (Tipo B).

6. Índices municipales sustentables de eficiencia productiva sustentable agrícola y pecuaria:

Para estos indicadores, se utilizaron los datos de la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural), mediante el SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), a través de la aplicación SIACON (Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta).

¹ Las nulas altas de dicho municipio detectadas en la base de datos del IMSS en comparación con sus altas en el ISSSTE son congruentes con el reporte de la CONEVAL 2010: dicho municipio contaba con 2,181 habitantes en el 2010, de los cuales el 65 % se encontraban en pobreza; 83.9 % presentaban carencia por acceso a la seguridad social; 30.6 % no tenían acceso a servicios de salud; 26.3 % de los hogares no disponían de agua entubada; 63.3% de la población tenía estudios de primaria incompleta (SEDESOL - CONEVAL, 2010). Dicho municipio junto con el municipio de San Pedro del Gallo, son los municipios más vulnerables y rezagados en materia económica y social en la Comarca Lagunera durante el periodo de estudio.

Metodología:

Se obtienen los datos de cada uno de los municipios respecto a la superficie sembrada y su producción con respecto a los cultivos intensivos hídricos como los forrajes (Trigo forrajero, sorgo forrajero, alfalfa, cebada forrajera, triticale forrajero, sorgo grano, maíz forrajero y avena forrajera) así como el cultivo de la nuez; lo mismo se realiza para las actividades pecuarias (productos de bovino, porcino, caprino, ovino y ave). Una vez obtenida la razón de eficiencia productiva de cada tipo de actividad, se divide entre la cantidad de agua robada identificada en cada municipio en su respectivo año. Cabe mencionar que SADER solo posee datos a partir del año 2006, por lo que los años 2003 al 2005 se obtuvieron mediante el método de correlación ortogonal.

7. Distancia intramunicipal

Debido a que nuestra investigación aplica la base del modelo gravitacional, es necesario medir la distancia que existe de un municipio con respecto a otro. La mayoría de las investigaciones económicas que usan el clásico modelo gravitacional aplican una distancia perfectamente horizontal de un punto inicio “*i*” hacia otro punto final “*j*” lo cual no es representativo en un modelo gravitacional; otros autores aplican la llamada “*distancia económica*” la cual consiste en la diferencia del ingreso per cápita intrarregional en valores absolutos (Valenzuela & Espinoza, 2015) con la cual eliminan bastante información importante que contiene las propias distancias geográficas que existen entre las unidades territoriales. Dentro de las técnicas para evaluar la distancia geográfica entre regiones, sobresalen dos tipos: la distancia euclidiana, la cual relaciona dos puntos hemisféricos mediante una línea perfectamente recta entre las unidades territoriales; y la distancia geodésica, también conocida como “*G – Distance*”, la cual relaciona dos puntos hemisféricos mediante una línea solo que la forma de esta está totalmente integrada en el espacio de la forma cerrada que existen entre las unidades territoriales (Garrido, Blanco, & Moreno, 2011). Debido a que nuestra metodología sigue una lógica gravitacional (ya que se está aprovechando las áreas de oportunidad del modelo gravitacional del comercio) la cual requiere que las distancias intraterritoriales sean las mínimas óptimas, es por ello por lo que hemos decidido aplicar la técnica de la distancia euclidiana. El procedimiento para obtener dicha distancia es el siguiente (Schrader, 2017):

- Se convierten las coordenadas geográficas decimales de los centros de masa de cada municipio, en radianes. La razón principal es porque se está teniendo en cuenta la curvatura de la superficie terrestre entre dos puntos dados con respecto a la forma esférica del planeta. La ecuación utilizada (3.32) es:

$$radianes = (latitud, longitud) * \left(\frac{\pi}{180}\right) \quad (3.32)$$

donde $\pi = 3.14159$

Lo anterior se aplica en cada punto de los centros de masas resultantes, de cada uno de los municipios.

- Posteriormente se realiza una matriz de diferencias entre cada una de las coordenadas en radianes de los centros de masa de cada uno de los municipios. Dichos valores representan tanto Δlat así como $\Delta long$.
- Posteriormente se calcula el factor conversor con la siguiente ecuación (3.33) en cada uno de los resultados anteriores (trabajando los municipios por pares):

$$a = \left[\sin^2 \left(\frac{\Delta lat}{2} \right) + \cos(lat1) * \cos(lat2) * \sin^2 \left(\frac{\Delta long}{2} \right) \right] \quad (3.33)$$

- Luego, utilizamos dicho valor anterior para obtener el factor de distancia mediante la siguiente ecuación (3.34):

$$c = 2 * \arctan \left(\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{1-a}} \right) \quad (3.34)$$

- Finalmente, multiplicamos el valor anterior por el radio del planeta en kilómetros (6,371). De esta manera, tenemos nuestra matriz resultante de distancias intramunicipales para nuestro estudio.
- Todo el procedimiento anterior se repite para cada uno de los años censales 2000, 2005, 2010 y 2015. Bajo el supuesto de que la dispersión urbana tiene un comportamiento basado en la tasa de crecimiento compuesto, se aplica dicha tasa para obtener los años faltantes con base en las

coordenadas iniciales de los centros de masas para posteriormente realizar todo el procedimiento anterior en la obtención de las distancias intramunicipales restantes.

8. Constante “G” de la aceleración radial

Como habíamos descrito anteriormente, aplicamos la ecuación de la aceleración radial para representar el componente de la razón de cambio espacial de la inducción económica la cual forma parte de la estructura de la fuerza de dependencia económica espacial de nuestra investigación. No obstante, hemos detectado que en la mayoría de las investigaciones económicas en las cuales se aplica el modelo gravitacional del comercio aplican la constante “G” gravitacional también con un criterio arbitrario, es decir, aplican ya sea la constante gravitacional que originalmente se aplica en dicho modelo (es decir, 6.67×10^{-11}) o en su defecto la sustituyen simplemente colocando cualquier constante u otro criterio sin relación suficiente. Como parte de nuestra investigación, hacemos una propuesta respecto al criterio de la constante gravitacional: la realidad que impera en nuestro objeto de estudio es de orden económico, espacial y sustentable, por lo cual son estas tres características las que debieran de contextualizar a dicha constante. Recuérdese que dicha constante representa la intensidad de atracción entre dos cuerpos de forma universal (es decir que en dos unidades territoriales, sin importar el lugar donde se encuentre, siempre resulte dicha constante), por lo que dichos cuerpos para nuestro contexto son tanto el individuo económico así como el espacio económico, calibrado por la eficiencia sustentable que estos dos agentes han obtenido mutuamente. Por tanto, nuestra propuesta es una analogía siguiendo al pie la propia ecuación derivada de la 2.^a Ley de Newton con la que fue obtenida la clásica constante universal (3.35):

$$a_u = \frac{GM_T}{R_T^2} \quad (3.35)$$

Obsérvese que a_u es la aceleración con la que es atraída cualquier cuerpo hacia el centro de la Tierra, que traducido en el contexto económico sería la aceleración con la que un agente económico es atraído hacia la economía global independientemente de la región donde se encuentre, por lo que al encontrar

el valor de dicha aceleración obtendremos fácilmente el valor G que requerimos para nuestro modelo. Para obtener dicha a_u , la estrategia que aplicamos es obtener primero la Velocidad Monetaria a nivel mundial del periodo de estudio para posteriormente obtener la aceleración de la misma, ya que tanto la velocidad como la aceleración están ligadas en la 2.^a ley de Newton. Para el tipo de velocidad monetaria que aplicamos, utilizamos el del tipo de MZM (money with zero maturity) ya que es el tipo más amplio y completo con respecto al de los tipos $M1$ y $M2$ (Federal Reserve Bank of St. Louis, 2020). Basándonos en la base de datos del Federal Reserve Bank of St. Louis, obtenemos una velocidad monetaria MZM (promedio) que tiene un valor de 1.623 para nuestro periodo de estudio, lo que significa que son 1.623 veces en que un dólar es utilizado para comprar bienes y servicios en un año en todo el mundo; ésta misma velocidad monetaria representa la aceleración monetaria (recordando que la aceleración es directamente proporcional a la velocidad e inversamente proporcional al periodo de tiempo) ya que al obtener dicha velocidad como promedio del periodo de estudio se obtiene así la razón de cambio de dicha velocidad con respecto al tiempo.

Ahora que hemos obtenido el valor de a_u , necesitamos contextualizar el entorno económico del elemento M_T (masa económica del planeta, que en éste caso representa el stock monetario MZM promedio durante el periodo de estudio que obtiene un valor de 9.67 billones de dólares anuales, basándonos en la Federal Reserve Bank of St. Louis) y R_T el cual representa el radio del espacio total donde se llevan a cabo las interacciones gravitacionales. Obsérvese que R_T es una constante bipartita que relaciona la capacidad máxima del espacio con respecto al tiempo; contextualizando lo anterior en el plano económico dicha razón está representada por la cantidad total del espacio económico mundial regional (150 millones de kms² que representan los continentes, sólo el 0.06 % es zona urbana, (FAO, 2014)) en relación inversa con la capacidad máxima en número de habitantes que puede soportar dicho espacio que son 32 mil millones de habitantes según Klinghardt (Roselló, 2020). De esta forma, tenemos una relación inmutable ante el uso económico que pueda darse a dicho espacio, el cual es el mismo comportamiento que posee R_T . Finalmente, aplicando lo anterior obtenemos que la constante gravitacional económica para el modelo gravitacional tiene un valor de 2.44×10^{-11} , la cual es aproximadamente 2.7312 veces menor que la clásica magnitud de dicha constante.

9. Fuerza de dependencia espacial y variables de interacción de unidades vecinas “j”

Para capturar esta “dinámica espacial” dentro del modelo gravitacional, desfragmentamos la fuerza de dependencia espacial económica en elementos que componen una fuerza en el contexto gravitacional: en su componente de aceleración y en su componente de masa respectiva. Estos componentes constituyen a toda fuerza dentro de la base gravitacional. Por tanto, como ya habíamos planteado en nuestro modelo teórico, la fuerza de dependencia espacial económica propuesta por Valdez (2018) la transformamos de la siguiente manera (3.7):

$$\rho = \sigma a \quad (3.7)$$

$\sigma =$ valor percapita de la externalidad económica (masa)

$a =$ razón de cambio espacial de la inducción económica (aceleración)

Donde

$$a = -\frac{GM_1}{v^2} \operatorname{sgn}(v) + \frac{GM_2}{(V-v)^2} \operatorname{sgn}(V-v) + \frac{G[(M_1 + M_2)v - M_2V]}{V^3}$$

Como ya habíamos indicado, la anterior ecuación representa la aceleración radial. La lógica de la aplicación de este tipo de aceleración estriba en que es esta la aceleración que captura las fuerzas centrípetas y centrífugas que existen en el entorno de todo sistema en “n” cuerpos en el modelo gravitacional universal, además de que le damos mayor representatividad a nuestra metodología con respecto a la realidad gravitacional. Obsérvese que nuestra metodología, al no utilizar metodologías como los índices de Moran o de Geary (donde en estas se aplican distancias y contigüidades fijas y estáticas a través del tiempo debido a que no tienen una base gravitacional), las sustituimos a través de la interactividad dinámica de cada unidad territorial con respecto a su entorno mismas que están representadas en cada uno de los elementos que conforman a la aceleración radial (distancia dinámica, constante gravitacional, distancias intrarregionales, cuerpo de masa mayor, cuerpo de masa menor). Si en nuestra metodología utilizáramos los clásicos índices de Moran o de Geary, estaríamos contradiciéndonos simplemente con solo usarlos pues como habíamos mencionado dichos índices no fueron diseñados para una lógica gravitacional.

Los elementos que conforman la estructura de la aceleración radial se obtienen de la siguiente forma:

- a) Constante gravitacional: como ya la hemos descrito, tanto su significado así como su forma de obtención, representa una aportación de propuesta de la presente investigación (véase página 130). Nuestra propuesta de constante gravitacional tiene una magnitud de 2.44×10^{-11} uns.
- b) Masa del cuerpo mayor (M_1): Como la interactividad espacial entre cada una de las unidades territoriales que conforman a la región está capturada dentro de la mecánica de tres cuerpos, el cuerpo mayor (M_1) representa la sumatoria de toda la masa conformada por todas las unidades territoriales (producción agregada) exceptuando la masa del municipio de estudio (M_2).
- c) Distancia entre cuerpos (V): Se refiere a la distancia que existe desde el centro del cuerpo mayor (M_1) hacia el centro del cuerpo menor (M_2). Obsérvese que dicha distancia está representada por la distancia euclidiana.
- d) Distancia entre el baricentro del cuerpo mayor y entre la inducción económica (v): esta variable representa, en el contexto económico, la distancia horizontal que existe entre el baricentro de la masa conformada por la producción agregada de todos los municipios de la región (excepto el municipio de estudio) y entre un punto interno del municipio de estudio. Con esta estructura, podemos evaluar la inducción espacial resultante que existe entre los municipios de estudio.

Por tanto, con el procedimiento anterior, obsérvese que el valor que obtenemos de M_1 es el valor que toma nuestra variable lny_{jt} . Con esta misma lógica, es decir, la interactividad espacial entre cada una de las unidades territoriales con respecto al capital (stock de capital) a nivel región, obtenemos el valor para nuestra variable lnk_{jt} .

10. Centros dinámicos de masa municipales

El fundamento teórico de la misma se encuentra explicado y desarrollado en secciones anteriores (véase Figura 15). La fuente de datos que se utilizó para la obtención de dichos centros dinámicos fue el banco de mapas geográficos de INEGI, mismos que están clasificados tanto en urbanos como rurales.

Metodología:

El propósito de aplicar los centros de masa de cada municipio es obtener de forma representativa la dinámica de la dispersión urbana que es producida por el propio crecimiento económico a lo largo del tiempo, logrando así obtener características fielmente emanadas por el propio fenómeno del crecimiento y desarrollo económico. Prácticamente todas las investigaciones en economía espacial que estudian una región con base en los municipios que la integra, a los mismos los manejan como entes fijos y totalmente estáticos a través del tiempo debido principalmente por meros fines prácticos de estudio; no obstante, lo anterior menoscaba la representación de la realidad ya que los municipios son entidades dinámicas y cambiantes a través del tiempo. Para ello resumimos dicha dispersión urbana mediante el Centro Mediano de todos los centroides obtenidos de cada polígono urbano representado en los mapas urbanos realizados por INEGI. El Centro Mediano es un algoritmo iterativo propuesto por Kuhn & Kuenne en 1962 en el cual consiste en que *“en cada paso (t) del algoritmo, se encuentra un Centro mediano candidato (Xt, Yt) y se delimita hasta que represente la ubicación que minimiza la Distancia euclidiana dd a todas las entidades (o a todas las entidades ponderadas) (i) en el dataset.”* (ESRI, 2019). Para obtener tanto los centroides poligonales así como el centro mediano hemos utilizado el software ARCGIS 10.3.

11. Agua extraída ilegalmente

Sin duda alguna y de manera unánime en la literatura hidrológica, medir el agua subterránea extraída ilegalmente de una región y de forma exacta es una tarea casi imposible de llevar a cabo ya que para lograrla no basta con dispositivos de alta tecnología o técnicas avanzadas (como por ejemplo detección satelital) sino que además se requiere de un monitoreo en tiempo real, permanente e instalado en toda el área geográfica en cuestión para la ubicación de la extracción clandestina lo que lo convierte no solamente en una tarea poco práctica sino también en una altamente costosa. No obstante, lo anterior no demerita la necesidad de una tecnología práctica y que esta misma se requiere para la gestión controlada del recurso hídrico. En nuestro modelo agregamos la externalidad negativa de la cantidad de agua extraída ilegalmente por parte de cada municipio (como divisor de la eficiencia hídrica municipal) con el fin de representar tanto la realidad imperante en la Laguna así como capturar fielmente el comportamiento sustentable en nuestros índices propuestos por las siguientes razones:

- Porque este fenómeno existe independientemente de si se cuente o no se cuente con capital o con aumento en el cambio tecnológico. La acción del hurto es una parte lamentablemente intrínseca e inalienable del ser humano. Existe la acción del hurto aún en las regiones más civilizadas del planeta como Noruega o Suecia, por decir algunas (Bergalli, Bustos, & Miralles, 1983). Aunque es una acción inevitable e indiscartable, sí es minimizable.
- El fenómeno del robo de agua tiende más a comportarse como un efecto negativo en el crecimiento y desarrollo económico resultante más que como un input productivo de la misma. Por lo anterior se decidió agregarla como un input no deseado en nuestro modelo que nos permite minimizar la eficiencia espuria por parte de las actividades agrícolas y pecuarias dentro de nuestros indicadores de sustentabilidad que hemos propuesto.
- Debemos tener en cuenta que un aumento de capital no necesariamente representa un escenario positivo y benéfico para una región, pues inclusive dicho aumento de capital implica a más responsabilidades que en ciertos casos se traducen en un aumento de externalidades negativas que no se pueden controlar por parte de la gestión municipal. Dentro de estas externalidades que no se pueden controlar del todo, se encuentra el robo del agua.

Como habíamos indicado anteriormente, en previa gestión realizada por la presente investigación se concluyó que no existen datos oficiales y sobre todo confiables sobre la cantidad de agua extraída ilegalmente en la Comarca Lagunera, previa revisión de bases de datos de CONAGUA y del propio Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte¹. Y en el supuesto de que dichos datos existieran estos serían poco confiables por las razones anteriormente descritas en los párrafos anteriores. En definitiva, la única forma menos costosa (tanto en tiempo y recursos) y más eficiente para la obtención de dichos datos son mediante aproximaciones hidrológicas, es decir, mediante información indirecta basada en el ciclo hidrológico del agua. Es por eso por lo que la presente investigación diseñó una ecuación de propia autoría (3.6) con el fin de obtener dichas aproximaciones lo más apegadas a la dinámica del ciclo hidrológico universal (véase Anexo 15):

¹ La presente investigación realizó la gestión para la obtención de datos oficiales del volumen de agua extraída ilegalmente en la región de estudio solicitándose a CONAGUA así como a Cuencas Centrales del Norte (solicitud 1610100309119, con número de expediente RRA 9363/19, con fecha del 10 de Junio del 2019), obteniéndose respuestas que dejan mucho que desear, por lo cual hemos aplicado una metodología significativamente aproximada a la realidad para la obtención de datos referentes al agua ilegalmente extraída y robada de la región de estudio.

$$\varphi = \sum_{i=1}^t \Phi_a + \sum_{i=1}^t \Gamma_a + \sum_{i=1}^t \Lambda_a + \sum_{i=1}^t \delta_a + \left[(\omega * \Pi_t) \left(\frac{\exists}{\gamma} \right) \right] + \sum_{i=1}^t \Phi_p + \sum_{i=1}^t \Gamma_p + \sum_{i=1}^t \Lambda_p + \sum_{i=1}^t \delta_p + [(\nabla)(H)(mm)] - [\tau_t + \varepsilon_t] \quad (3.36)$$

Donde:

Subíndice a: relacionada a la actividad agrícola

Subíndice p: relacionada a la actividad pecuaria

φ : Cantidad de agua subterránea y de presa extraída ilegalmente del municipio

Φ : Volumen de agua subterránea concesionada en el municipio en el año "t".

Γ : Volumen de agua superficial de particulares, concesionada en el municipio en el año "t".

Λ : Volumen de agua superficial de zonas federales, concesionada en el municipio en el año "t".

Π : Volumen de agua extraída en el año "t" de las principales presas de la Comarca Lagunera

i : Año inicial del registro acumulado de metros cúbicos concesionados (en este caso fue el año 1998).

\exists : Volumen de agua superficial por derechos al municipio basándose en su Distrito de Riego

γ : Volumen de agua superficial por derechos a toda la región lagunera basándose en sus Distritos de Riego.

δ : Volumen de agua subterránea de zonas federales, concesionada en el municipio en el año "t".

H: total de hectáreas agrícolas del municipio

mm: Precipitación promedio anual del municipio

τ : Volumen de agua utilizada para la agricultura el municipio en el año "t", derivada de cada uno de los cultivos de mayor intensidad hídrica

ε : Volumen de agua utilizada para la actividad pecuaria el municipio en el año "t", derivada de los sectores pecuarios de mayor intensidad hídrica.

ω : % de pérdida hídrica en el volumen derivada de la deficiencia en la conducción mediante canales.

∇ : % de pérdida hídrica en el volumen proveniente de la precipitación pluvial.

Nota: elaboración propia basada en el ciclo hidrológico universal (véase Anexo 15)

Con el fin de representar la realidad de manera práctica, los supuestos que aplicamos para nuestra ecuación anterior son los siguientes: todos los derechos de agua subterránea se consumen al 100 %; la eficiencia de conducción del agua arrojada por las presas es del 60 %: es decir, 40 % del agua dispersada por las presas a través de los múltiples canales es perdida (Morales Puentes, 2009); el porcentaje aplicado a la pérdida

hídrica del volumen proveniente de la precipitación pluvial es del 50 %; para fines prácticos, el análisis de robo de agua está enfocado hacia las actividades agrícolas y pecuarias de mayor demanda hídrica.

Obsérvese que nuestra propuesta de aproximación para la variable φ es muy práctica en el sentido de que no requiere involucrar todas y cada una de las variables en las que está comprendida el ciclo hidrológico; sin embargo lo anterior no significa que exista un sesgo notable ya que para la región de estudio las variables como evaporación, sublimación, condensación, precipitación, infiltración, escorrentía, entre otras, son relativamente no significativas pues el comportamiento de las mismas está implícitamente representado en los indicadores que conforman nuestra ecuación. Para llevar a cabo la ecuación anterior, la presente investigación realizó tanto el cálculo de agua requerida para cada uno de los cultivos llevados a cabo en la región de estudio con base en la producción obtenida de SIACON-SADER además de fuentes científicas externas (véase Anexo 13) así como los volúmenes concesionados utilizando las bases de datos tanto de ANUR (Asociación Nacional de Usuarios de Riego A.C.) además de REPDA-CONAGUA (Registro Público de Derechos de Agua).

12. Variables dicotómicas de contracción económica

Basándonos en el proceso del llamado “motivo precautorio” desarrollado robustamente por Keynes (1936) dentro de la optimización de demanda del dinero que incide en el consumidor racional y además con el fin de obtener una fiel representación del fenómeno económico regional, añadimos una variable dicotómica representada por las contracciones económicas más importantes acontecidas en el periodo de estudio de nuestra investigación. Acorde a Venegas et al. (2016) el motivo precautorio (incertidumbre de la generación en el ingreso per cápita genera ansiedad en el propio consumidor) impacta de forma significativa en todas las decisiones que puede tener el consumidor; el cual es un agente económico importante dentro del contexto del crecimiento económico durante un periodo de estudio. Dicho motivo precautorio impacta también significativamente en las reservas internacionales, y que para el caso de México, ya se ha comprobado que el exceso de dichas reservas contribuye altamente al crecimiento económico nacional (Cruz, 2006). Por tal motivo, para la presente investigación consideramos un vector compuesto por tres variables dicotómicas las cuales representan las tres contracciones económicas más importantes que han

acontecido en México dentro del periodo de estudio de la presente investigación, y que por tanto han afectado a nuestra región de estudio. Basándonos en Sánchez-Juárez (2019), las contracciones económicas al respecto son las siguientes (Tabla 11):

Tabla 11

Contracciones económicas de México 2000 – 2016

Periodo de contracción económica en México	Duración
2000 - 2003	3 años
2008 - 2009	1 año, 6 meses
2012 - 2016	4 años, 6 meses

Adaptado de *Ciclos económicos en México: identificación, profundidad y duración*, Sánchez-Juárez, 2019, ResearchGate, (<https://www.researchgate.net/publication/335611108>)

Para finalizar la presente sección, a manera de resumen a continuación se presentan las variables, indicadores y constantes que se describieron anteriormente y que se aplicaron para la presente investigación (Tabla 12):

Tabla 12

Variables, constantes e indicadores de Estudio

No.	Nombre	Tipo	Símbolo / Abrev.	U. de medida	Fuente	Adicionales para su obtención final
1	Producto Interno Bruto municipal	Variable	Y_{it} , M_2	Millones de pesos (base 2008)	INEGI www.inegi.org.mx/sistemas/bie http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic	Aplicación de 18 indicadores para obtener el valor agregado del producto (Ver en sección PIB municipal).
indicadores			<p>Materiales e insumos consumidos para la prestación de servicios Materias primas y materiales que se integran a la producción Gastos por consumo de papelería y artículos de oficina Consumo de combustibles, lubricantes y energéticos Consumo de energía eléctrica Renta y alquiler de bienes muebles e inmuebles Pagos a otra razón social que contrató y proporcionó personal Gastos por honorarios o comisiones sin sueldo base Contratación de servicios profesionales, científicos y técnicos</p>		<p>Maquila y servicios de producción de bienes por contrato Maquila y servicios de producción de bienes por contrato Gastos por publicidad Gastos por consumo de envases y empaques Reparaciones y refacciones para mantenimiento corriente Fletes de productos vendidos Consumo de agua Consumo de otros bienes y servicios Gastos por servicios de comunicación</p>	
	2	Stock de capital ajustado	Variable	K_{it}	Millones de Pesos (base 2008)	EFIPEM https://datos.gob.mx/busca/dataset/finanzas-publicas-estatales-y-municipales
3	Capital humano	Variable	H_{it}	uns.	INEGI http://sc.inegi.org.mx/cobdem/	Aplicación de 4 tipos de índices de rendimiento (Ver sección capital humano)
Indicadores			<p>Salud municipal Nivel de educación municipal Defunciones infantiles por municipio</p>			
	4	Recursos hídricos de uso urbano	Variable	R_{it}	Millones de mts ³ (base 2008)	INEGI http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic

5	Mano de obra	Variable	L_{it}	Personas empleadas	IMSS & ISSSTE http://sc.inegi.org.mx/cobdem/ INEGI (empleo Informal) https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/	La tasa de empleo informal fue calculada por el promedio trimestral.
6	Sustentabilidad hídrico agrícola	Variable	Z_{it}	Producción/ha/Agua robada	SIAP https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430	Promedio tasas rendimiento productivo de 10 cultivos de intensidad hídrica
Indicadores	Mts ³ de agua robada, No. de hectáreas cosechadas toneladas de producción de: Alfalfa verde, Algodón hueso, Avena forrajera en verde, Avena forrajera seca, Avena forrajera achicalada, Cebada forrajera en verde, Girasol forrajero, Maíz forrajero en verde, Remolacha forrajera, Sorgo forrajero en verde, Trigo forrajero verde, Triticale forrajero en verde.					
7	Sustentabilidad hídrico pecuaria	Variable	M_{it}	Producción/cabezas/Agua robada	SIAP https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430	Promedio tasas rendimiento productivo de 10 actividades pecuarias de intensidad hídrica
Indicadores	Mts ³ de agua robada, No. de cabezas o toneladas de producción de: Bovino carne, Bovino Leche, Porcino Carne, Ovino Carne, Caprino Carne, Caprino Leche, Ave Carne, Ave Huevo plato					
8	Masa del cuerpo mayor	Variable	M_1 , Y_{jt}	Millones de pesos (base 2008)	INEGI www.inegi.org.mx/sistemas/bie http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic	Indicadores: PIB regional y PIB municipal
9	Distancia entre municipio "j" con respecto a M_1	Variable	V	km	(na)	Indicadores: Latitud y longitud dinámicas municipales
10	Distancia lagrangiana	Variable	v	km	(na)	Indicadores: PIB regional, PIB municipal, distancia entre dos cuerpos
11	Latitud dinámica-geográfica Municipio "i"	Variable unidimensional	(na)	grados decimales	Google Earth https://earth.google.com/	Expresado en coordenadas geográficas
12	Longitud dinámica-geográfica Municipio "i"	Variable unidimensional	(na)	grados decimales	Google Earth https://earth.google.com/	Expresado en coordenadas geográficas

13	Latitud del Centro de masa gravitacional M_1	Variable unidimensional	(na)	grados decimales	(na)	Expresado en coordenadas geográficas
14	Longitud del Centro de masa gravitacional M_1	Variable unidimensional	(na)	grados decimales	(na)	Expresado en coordenadas geográficas
15	Razón de cambio espacial de la inducción económica	Variable	a	uns.	(na)	Indicadores: PIB regional y municipal, distancia intrarregional, distancia lagrangiana, constante gravitacional
16	Constante gravitacional	constante	G	uns.	(construcción propia)	(na)
17	Radio de la Tierra	constante	(na)	km	IAR https://www.iar.unlp.edu.ar/actividades-propuestas/calculo-del-radio-terrestre/	(na)
18	Volumen de agua robada del municipio "i"	variable	φ	mts ³	REPDA https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx	(na)
Indicadores	<p>volumen de agua subterránea concesionada en el municipio en el año "t".</p> <p>volumen de agua superficial de particulares</p> <p>volumen de agua superficial de zonas federales</p> <p>volumen de agua extraída en el año "t" de las principales presas laguneras</p> <p>año inicial del registro acumulado de metros cúbicos concesionados</p> <p>Volumen de agua superficial por derechos al municipio</p> <p>Volumen de agua superficial por derechos a toda la región lagunera</p> <p>volumen de agua subterránea de zonas federales</p> <p>Total de hectáreas agrícolas del municipio</p> <p>Precipitación promedio anual del municipio</p> <p>volumen de agua utilizada para la agricultura el municipio en el año "t"</p> <p>volumen de agua utilizada para la actividad pecuaria el municipio en el año "t"</p> <p>porcentaje de pérdida hídrica en el volumen</p> <p>porcentaje de pérdida hídrica en el volumen proveniente de la precipitación pluvial.</p>					
19	volumen de agua requerido por cultivo anual	variable	(na)	mts ³	REPDA https://app.conagua.gob.mx/Repda.aspx	Indicadores: Producción cosechada (tons.); hectáreas cosechadas (ha' s.); agua requerida por cultivo x mt ³ o ha.

	No. de hectáreas cosechadas toneladas de producción de: Acelga, Ajo, Alfalfa verde, Algodón hueso, Alpiste, Amaranto, Avena forrajera en verde, Berenjena, Betabel, Cacahuete, Calabacita, Calabacita criolla, Calabacita invernadero, Camote, Canola, Cártamo, Cebada forrajera en verde, Cebolla, Cebolla cambray, Cebollín, Chicharo, Chile jalapeño, Chile jalapeño invernadero, Chile jalapeño puya, Chile seco, Chile seco ancho, Chile seco s/clasificar, Chile serrano, Cilantro, Col (repollo), Coliflor, Comino, Coquia, Dátil, Durazno, Durazno diamante, Ejote, Espárrago, Espinaca, Flores, Frijol, Garbanzo grano, Garbanzo grano blanco, Girasol forrajero, Granada, Granada roja, Higo, Lechuga, Lechuga romana, Maíz forrajero en verde, Maíz grano, Mano de león, Mano de león (manejo), Mano de león (manejo) s/clasificar, Manzana, Margarita, Margarita (manejo), Melón, Membrillo, Mijo, Nopal forrajero, Nopalitos, Nuez, Orégano, Papa, Pastos y praderas, Pastos y praderas bermuda, Pastos y praderas buffel, Pastos y praderas rye grass, Pepino, Pepino americano chino, Pepino americano chino invernadero, Pepino pickle invernadero, Perejil, Perejil orgánico, Rábano, Remolacha forrajera, Sábila, Sandía, Semilla de papa, Semilla de papa fianna (blanca), Semilla de trigo corto y tenaz, Semilla de trigo grano, Sorgo escobero, Sorgo forrajero en verde, Sorgo grano, Tomate rojo (jitomate), Tomate rojo (jitomate) cherry invernadero, Tomate rojo (jitomate) uva invernadero orgánico, Tomate rojo (jitomate), uva orgánica, Tomate verde, Trigo forrajero verde, Trigo grano, Trigo grano suave, Triticale forrajero en verde, Uva, Uva industrial, Zanahoria, Zanahoria nantes, Zempoalxochitl.					
20	Stock de capital regional con respecto al municipio "i"	variable	K_{jt}	Millones de pesos (base 2013)	EFIPEM https://datos.gob.mx/busca/dataset/finanzas-publicas-estatales-y-municipales	Indicadores: Stock de capital regional, Stock de capital municipal
21	Interdependencia espacial	Variable	ρ	uns.	(na)	Indicadores: PIB per cápita; la razón de cambio espacial de la inducción económica

*Nota: Elaboración propia

(na): no aplica; uns: unidades

Resultados y análisis

A continuación se muestran los descriptivos básicos de las variables de estudio que conforman nuestro modelo (Tabla 13):

Tabla 13

Estadísticos descriptivos de las variables de estudio

	pib	k	r	h	z	m	apibJ	akJ
Mean	59744.57	37081.80	29.96055	0.004565	0.019519	2.77E-05	1902902.	195221.0
Median	30648.81	23950.62	16.57666	0.000833	0.001019	9.00E-07	45999.82	5561.920
Maximum	487554.6	186139.8	189.9498	0.055760	0.898580	0.003149	38787029	4661470.
Minimum	223.7808	8055.977	0.197987	3.39E-06	1.43E-06	8.55E-09	0.000526	0.000105
Std. Dev.	73880.08	34942.85	36.03530	0.009297	0.071041	0.000212	5744715.	602287.7
Skewness	2.714024	1.706370	2.099424	3.238544	9.451584	14.41295	4.367648	4.815866
Kurtosis	13.15392	5.443607	8.032404	14.60263	109.8365	212.8848	23.66165	29.63973
Jarque-Bera	1237.280	164.4348	400.9172	1648.021	109866.1	418904.0	4696.617	7489.491
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	13382784	8306322	6711.164	1.022525	4.372293	0.006206	4.26E+08	43729505
Sum Sq. Dev.	1.22E+12	2.72E+11	289575.0	0.019273	1.125437	9.99E-06	7.36E+15	8.09E+13
Observations	224	224	224	224	224	224	224	224

Nota: resultados obtenidos mediante EViews 11 SV

La aportación principal que nos brinda la tabla anterior es que podemos observar qué tanto se desvían los valores con respecto a la distribución normal: obsérvese que el nivel del sesgo (skewness) en varias variables están alejadas del valor cero predominantemente cargado hacia la derecha de la curva de valores. Por otra parte, la curtosis de las variables (kurtosis) en todas es mayor a cero, lo que significa que presentan problemas de distribución de tipo leptocúrtica, en otras palabras, presentan un grado de concentración alrededor de los valores centrales de cada una de las variables. En conclusión, nuestras variables de estudio no están del todo distribuidas normalmente (Fernandez Macías & Bernardi, 2012); lo anterior se confirma también con la probabilidad arrojada por el estadístico de Jarque-Bera en la que se rechaza la hipótesis nula de normalidad. La teoría estadística dice que una adecuada estrategia para trabajar con series distribuidas no-normalizadas es ampliar el número de muestras (mayor o igual a 30) (Levine, Krehbiel, & Berenson, 2006) o aplicar una transformación a los datos. En nuestro caso, a pesar de que contamos con 224 muestras aún se cuenta con una distribución no del todo del tipo normal. Al transformar nuestras variables a logaritmos (excepto la variable de la razón de cambio espacial de la inducción económica) los resultados fueron los siguientes (Tabla 14):

Tabla 14

Estadísticos descriptivos para las variables de estudio log-transformadas

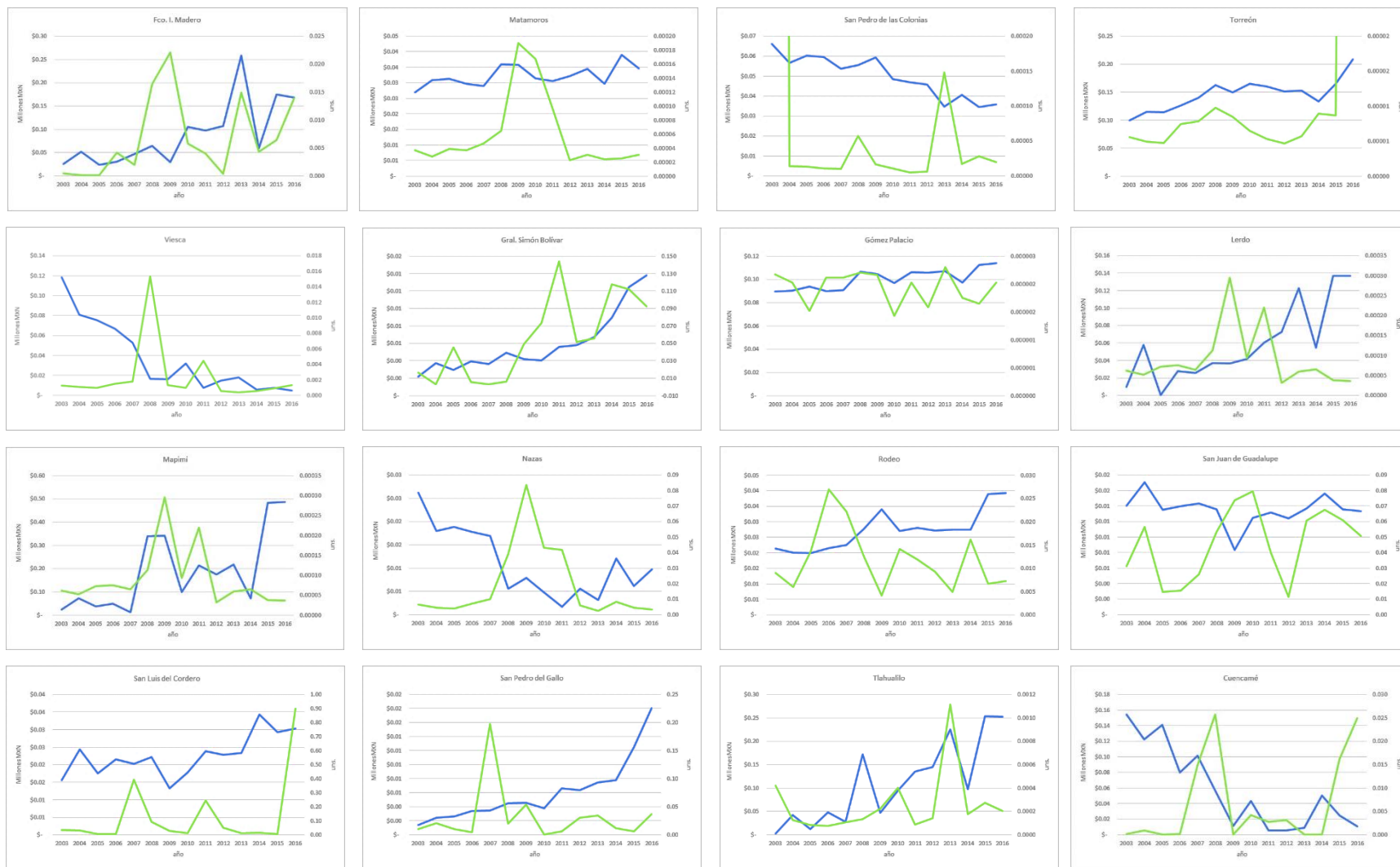
	lnpib	lnk	lnr	lnh	lnz	lnm	alnpibJ	alnkJ
Mean	10.31865	10.17510	2.650383	-7.160819	-7.112729	-13.78902	141.8682	175.7877
Median	10.33034	10.08375	2.807947	-7.091651	-6.889349	-13.92078	3.895614	4.746884
Maximum	13.09716	12.13425	5.246760	-2.886703	-0.106939	-5.760681	3374.834	4102.310
Minimum	5.410667	8.994170	-1.619552	-12.59518	-13.45974	-18.57756	7.60E-08	8.89E-08
Std. Dev.	1.272948	0.792657	1.376617	2.109730	3.307688	2.835290	431.7856	533.0127
Skewness	-0.388212	0.647037	-0.436074	-0.032230	-0.230849	0.114284	4.691085	4.623298
Kurtosis	3.117960	2.228240	2.779231	2.277283	1.943372	1.961538	28.34443	27.42530
Jarque-Bera	5.756321	21.18889	7.554232	4.913763	12.40986	10.55271	6816.741	6366.217
Probability	0.056238	0.000025	0.022889	0.085702	0.002019	0.005111	0.000000	0.000000
Sum	2311.377	2279.223	593.6858	-1604.023	-1593.251	-3088.740	31778.48	39376.44
Sum Sq. Dev.	361.3483	140.1120	422.6018	992.5641	2439.799	1792.668	41575859	63354856
Observations	224	224	224	224	224	224	224	224

Nota: resultados obtenidos mediante EViews 11 SV

En la tabla anterior, podemos observar que mejoraron la mayor parte de nuestras variables con respecto a su distribución normal comparado con sus valores originales, por lo cual se sustenta el uso de la transformación logarítmica. Para el caso de las variables que implican la razón de cambio espacial de la inducción económica propuesta, la transformación logarítmica no fue suficiente para su normalidad; no obstante, con el fin de no perder información valiosa de la misma se utilizaron variables dicotómicas (*dummies*) para poder capturar información no observada mismas que representan tanto las tres contracciones económicas más importantes que acontecieron en el periodo de estudio (2000-2003, 2008-2009, 2012-2016) (véase fundamentación en sección Metodología) así como el periodo de cambios climáticos graves acontecido en la región de estudio (2009, 2010, 2011). Siguiendo las sugerencias y procedimientos de Alviar et al. (2006) se realizó un test de raíces unitarias con el fin de comprobar que nuestras series de datos panel son congruentes con su nivel de Integración de estacionariedad de tipo I(0), I(1) y I(2) evitando así que nuestras estimaciones sean espurias. Posteriormente se comprobó que nuestras variables de tipo stock de capital se comportan con un nivel de integración de tipo I(2) en al menos un test (ADF) (véase anexo 5) lo cual es congruente con la teoría económica tal como varias investigaciones en economía lo fundamentan, entre ellas las de Geda & Zerfu (2005), Tutulmaz & Victor (2013) y Pereira (2001). A continuación se muestran la relación entre la variable dependiente (lnPIB) con respecto al índice de sustentabilidad agrícola (Gráfica 24) y con respecto a la razón de cambio espacial de la inducción económica (Gráfica 25), así como la tabla de correlación de variables (Tabla 15):

Gráfica 24

Correlación gráfica de variable dependiente Inpib vs. Inz

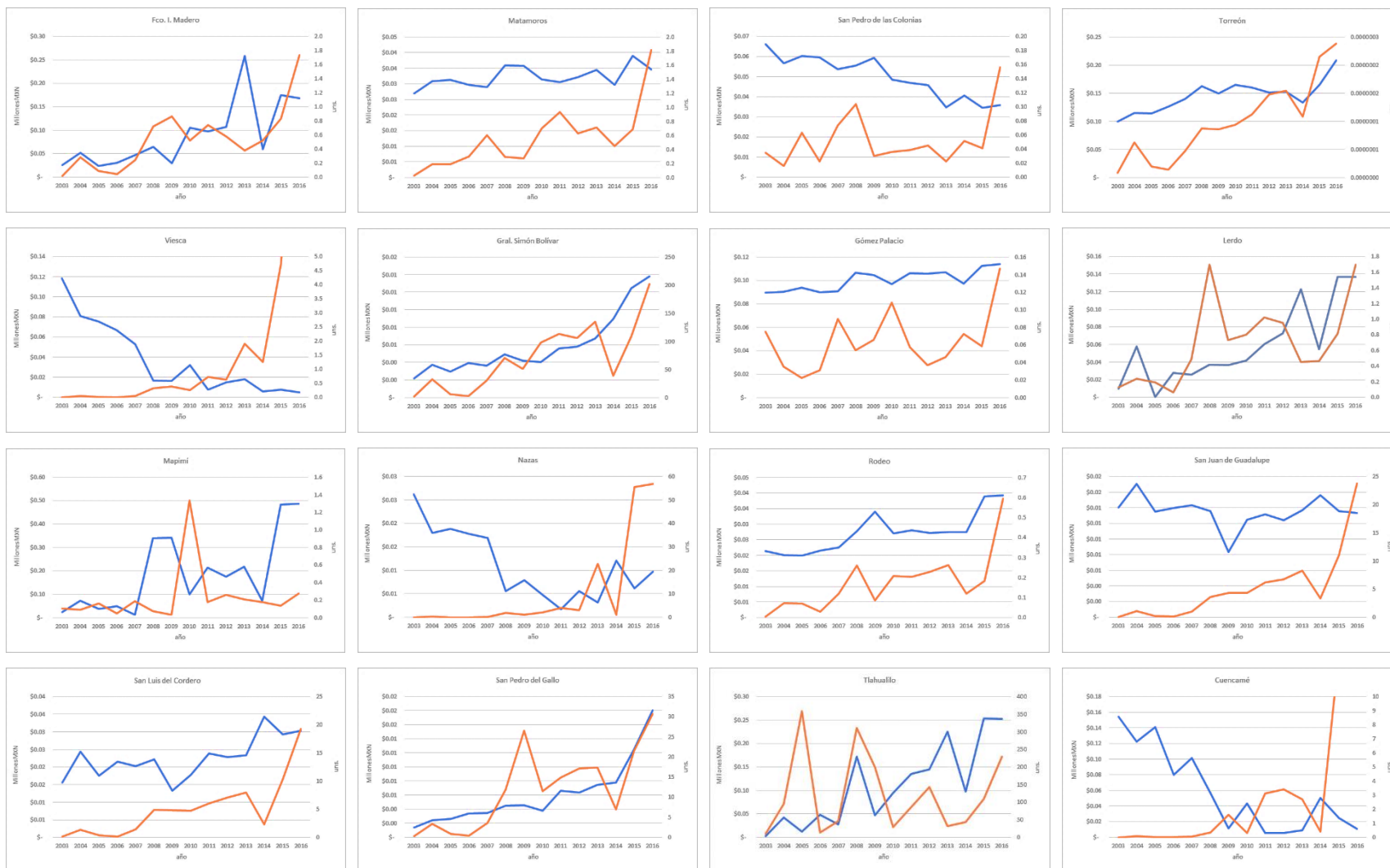


Nota: Elaboración propia

— Inpib — Inz

Gráfica 25

Correlación gráfica de variable dependiente Inpb vs. razón de cambio de la inducción económica espacial



Nota: Elaboración propia

— Inpb

— razón de cambio de la inducción económico espacial

Tabla 15

Matriz de correlación entre variables de estudio

	lnpib	lnk	lnr	lnh	lnz	lnm	alnpibj	alnkj	contracl	contrac2	contrac3	sequias	ue
lnpib	1.0000												
lnk	-0.5187	1.0000											
lnr	0.6317	-0.5902	1.0000										
lnh	-0.5679	0.8201	-0.5999	1.0000									
lnz	-0.5403	0.7452	-0.6403	0.8065	1.0000								
lnm	-0.5196	0.6794	-0.5126	0.7126	0.9122	1.0000							
alnpibj	-0.0481	0.1165	-0.1634	0.1535	0.0939	0.0385	1.0000						
alnkj	-0.0483	0.1135	-0.1630	0.1525	0.0915	0.0351	0.9998	1.0000					
contracl	-0.0802	-0.0441	0.0303	0.0148	0.0010	-0.0284	-0.0871	-0.0867	1.0000				
contrac2	0.0012	0.0107	0.0359	-0.0116	0.0564	0.0203	0.0609	0.0641	-0.1132	1.0000			
contrac3	0.1143	0.1087	0.0667	0.0071	0.0107	0.0524	0.0968	0.0915	-0.2067	-0.3043	1.0000		
sequias	-0.0305	0.0008	0.0021	-0.0564	0.0400	0.0294	-0.0096	-0.0078	-0.1448	0.2843	-0.3892	1.0000	
ue	0.7102	-0.7304	0.8896	-0.7997	-0.7609	-0.7317	-0.0678	-0.0680	-0.1130	0.0017	0.1610	-0.0430	1.0000

**Nota: Resultados obtenidos mediante STATA 15.0*

**ue: residuales derivados al aplicar la técnica de Pool de datos para panel.*

La principal aportación que nos ofrece tanto las gráficas 22 y 23 así como la tabla de correlación de variables (Tabla 15) es que predominantemente en todas y cada una de nuestras variables existe una relación suficiente, ya sea positiva o negativa. Una de las desventajas que ofrece el análisis basado únicamente en la correlación de variables es que no es del todo preciso si dicha relación es negativa o positiva por lo que es necesario tomar en cuenta características adicionales como endogeneidad, autocorrelación, entre otras, por lo tanto es necesario aplicar técnicas econométricas adicionales mismas que se llevaron a cabo en la presente investigación y que se describen a continuación. No obstante, existe prueba de una relación entre variables a lo cual nos da una antesala sobre la significatividad entre la correlación de las mismas.

Análisis de regresión de Panel de datos

Nuestro estudio implica un contexto en donde las variables se comportan de manera dinámica, es decir, más de una unidad territorial de estudio relacionados en un periodo regresivo de tiempo (endogeneidad) lo cual es propio de un efecto spillover, por lo cual se optó por aplicar el análisis de Panel de Datos de tipo dinámico. Pero antes de realizar este tipo de análisis de manera efectiva decidimos aplicar las sugerencias de Ulla, Akhtar & Zaefarian (2018) donde mencionan que el primer paso para realizar correctamente un análisis de Panel de Datos es necesario aplicar un análisis de endogeneidad independientemente si el panel sea de tipo estático o dinámico. Al respecto indican los mismos autores que muy pocas investigaciones económicas subestiman u olvidan realizar un análisis de endogeneidad antes de llevar a cabo un estudio de Panel de datos, razón por lo cual se generan resultados sesgados e imprecisos.

Siguiendo las recomendaciones de Ulla, Akhtar & Zaefarian (2018), una regresión OLS falla en controlar la heterogeneidad inobservable; en tanto una regresión de efectos fijos o aleatorios, aunque bien puede superar problemas de endogeneidad aun así no es consistente en escenarios dinámicos (el pasado de las variables dependientes puede afectar el presente de las mismas). Nuestro modelo implica nociones dinámicas por la naturaleza del efecto spillover, por lo cual era de esperarse que al aplicar efectos fijos o aleatorios a nuestro modelo de crecimiento económico regional obtendríamos inconsistencias las cuales fueron comprobadas (véase Anexo 9). Cabe mencionar que el efecto seleccionado fue de tipo aleatorio debido a los resultados significativos arrojados por el Test del multiplicado Breusch – Pagan Lagrange.

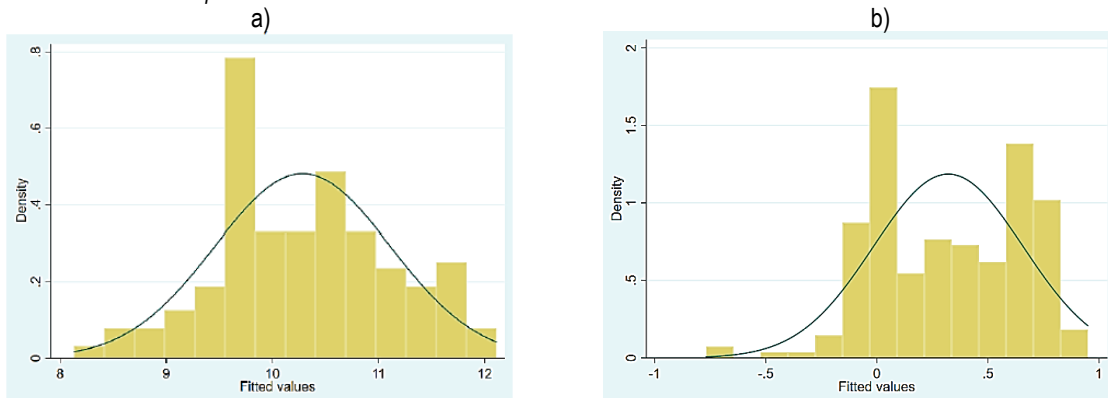
Por lo tanto, continuando con la recomendación de Ulla, Akhtar & Zaefarian (2018), descartamos aplicar los resultados obtenidos tanto de pool de datos (Véase Anexo 7) así como los derivados de panel de efectos fijos o aleatorios. Posteriormente aplicamos también a nuestro modelo de crecimiento económico regional un panel dinámico de tipo Arellano – Bover/Blundell-Bond, mejor conocido como Generalized Method of Moments (GMM) debido a que según la teoría del crecimiento endógeno, la innovación y la tecnología (características de la naturaleza de la sustentabilidad) son procesos acumulativos de conocimiento y por tanto un panel dinámico que aplica rezagos en el tiempo sobre la variable dependiente es una mejor representación del nivel regional (Malacara Hernández, 2014). Lo anterior también está respaldado por Romer (1986) en el que considera que las externalidades positivas son consecuencia de este proceso de

acumulación, mediante el mecanismo de los spillovers (Velázquez Villalpando, 2010); sin embargo, aún con los procedimientos apropiados para una correcta estimación detectamos que solo algunas de nuestras variables son significativas en lo individual aplicando variables instrumentales que implica la técnica de Arellano - Bond (véase Anexo 8). Lo anterior se debe principalmente a que el problema de endogeneidad en nuestras variables no es tan pronunciado además de que existe presencia de heterocedasticidad y autocorrelación, por lo que el GMM deja de ser eficiente para nuestro caso de estudio.

En vista de lo anterior, optamos por aplicar de manera adicional a nuestro modelo de crecimiento económico regional la técnica de Generalized Least Square (GLS) con enfoque a corrección de heterocedasticidad, errores correlacionados y dinámicos (véase Anexo 10). Para garantizar la selección correcta del tipo de autocorrelación en nuestro panel de datos, verificamos que la autocorrelación es igual o diferente en cada uno de los paneles que la integran, es por eso por lo que para determinar lo anterior aplicamos el test de Levin – Lin - Chu (véase Anexo 11) el cual confirma que nuestro panel de datos rechaza la Hipótesis alternativa de estacionariedad, aceptando así la existencia de diferentes raíces unitarias en nuestro panel de datos y por tanto no se comparte un mismo orden de autocorrelación. Por lo cual, se descarta que la forma de autocorrelación sea del tipo AR (1) y se acepta que es del tipo Panel específico AR (1). A continuación, se muestra el histograma correspondiente a los residuales generados del modelo propuesto (Gráfica 26) mediante la técnica de GLS debido a que es con esta técnica con los que se obtuvieron los mejores resultados significativos para nuestras variables:

Gráfica 26

Análisis de Normalidad para los residuales obtenidos



- a) Residuales resultantes del modelo de crecimiento económico espacial
- b) Residuales resultantes del modelo de la tasa de crecimiento económico espacial

Nota: Elaboración con STATA 15.0

Como puede observarse, los residuales generados tentativamente poseen una distribución normal; no obstante, debido a que una inspección visual es insuficiente para determinar la normalidad de los residuales obtenidos a continuación se realizó una batería de test estadísticos para la detección de distribución normal obteniendo los siguientes resultados favorables (Tabla 16):

Tabla 16

Test de Normalidad de los modelos propuestos

Modelo de crecimiento económico espacial

Test normalidad	Estadístico	Prob
Jarque-Bera	2.452	Chi(2) = 0.2935
Doornik-Hansen	chi2(2) = 2.224	Prob>chi2 = 0.3290
Skewness / Kurtosis	Skewness = 0.7380 Kurtosis = 0.0625	Prob>chi2 = 0.1640

Modelo de la tasa de crecimiento económico espacial

Test normalidad	Estadístico	Prob
Jarque-Bera	chi2(2) = 5.576	Prob>chi2 = 0.0615

Nota: Elaboración con STATA 15.0

La hipótesis nula de los estadísticos anteriores indica que los residuales poseen una distribución normal, por lo que la probabilidad obtenida permite no rechazar esta hipótesis. Debido a que en un modelo de regresión lineal para su existencia como tal no debe de ser heterocedástico, es decir, las varianzas de sus residuales resultantes deben de ser constantes, verificamos la existencia de heterocedasticidad mediante un modelo GLS con ajuste homocedástico el cual al realizarlo, nuestras variables (la mayoría) se tornan no significativas. Es por ello por lo que la técnica de GLS, al caracterizarse por ser una técnica que aumenta su significatividad y eficiencia cuando trata con variables con heterocedasticidad, se aplicó a nuestro modelo y que al correrlo con ajuste de heterocedasticidad hacen que todas nuestras variables resulten significativas. Con dicho ejercicio comprobamos que existe heterocedasticidad en nuestro modelo, pero ahora corregida mediante el uso de GLS. Con el mismo criterio aplicamos para lo relacionado a la autocorrelación. La bondad que brinda la técnica de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS) a diferencia del uso del Pool de datos o de Efectos fijos o aleatorios, es que no solamente incluye la suma del cuadrado de las desviaciones resultantes sino que además incluye tanto la dispersión así como la correlación de las desviaciones, que a

la vez es una variante del teorema de Gauss-Markov el cual también es conocido como estimador de Aitken (Greene, 2018) dando como resultado un estimador más eficiente (3.37):

$$\hat{\beta} = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X'\Omega^{-1}y \quad (3.37)$$

donde se aplica una matriz de pesos en vez de Ω^{-1} , la cual esta última es una matriz positiva definida (Fernández, 2009). No obstante, para este tipo de panel los resultados obtenidos están basados sobre una inversa generalizada de una matriz singular debido a que el número de paneles que manejamos es mayor que el número de periodos ($16 > 14$); lo anterior no significa una desventaja, todo lo contrario, pues acorde a Rivas (2013) la inversa generalizada de una matriz singular entre sus ventajas están: reduce al mínimo la suma de cuadrados del error, las longitudes de los intervalos de confianza de los parámetros estimados son más cortas y por consecuencia más precisas, y brinda una varianza insesgada frente a otros modelos que no la garantizan como lo es el de máxima verosimilitud entre otros. En resumen, el análisis de bondad de ajuste indica que nuestro modelo es estadísticamente significativo al 1 % para cada una de nuestras variables y por tanto representativo ante el escenario espacial regional de nuestro estudio.

A continuación se muestra en forma de resumen los resultados obtenidos a través de las técnicas anteriormente descritas (Tabla 17):

Tabla 17

Resultados paramétricos de cuatro modelos para panel

$$\ln(y_{it}) =$$

$$\ln\Delta + \gamma_1 \ln k_{it} + \gamma_2 \ln r_{it} + \gamma_3 \ln h_{it} + \gamma_4 \ln z_{it} + \gamma_5 m_{it} + \sigma \ln y_{jt} - \sigma \alpha \eta_1 \ln k_{jt} + \omega \text{dummy} + \varepsilon_t$$

Variable	Modelo 1 Pool OLS	Modelo 2 Random Effects	Modelo 3 Arellano - Bond	Modelo 4 GLS
Constante	7.2256*** (2.06464)	5.05013 (3.33512)	-3.0591 (4.34906)	---
lnk	-0.08150 (0.15813)	0.11421 (0.25048)	0.55379 (0.37071)	0.51313*** (0.00568)
lnr	0.46695*** (0.06417)	0.33388*** (0.08422)	0.10064 (0.10188)	0.40241*** (0.00729)
lnh	-0.14751** (0.07340)	-0.25389** (0.11233)	-0.27033** (0.13119)	-0.31535*** (0.00502)
lnz	0.14851** (0.05921)	0.11502 (0.07923)	0.13625 (0.09979)	0.12688*** (0.00655)
lnm	-0.18814*** (0.05606)	-0.15124* (0.07735)	-0.20268** (0.10082)	-0.19608*** (0.00640)
alnpij	0.00637 (0.006866)	0.011355* (0.00609)	0.01141** (0.00566)	0.0096976*** (0.001075)
alnkj	-0.00773 (0.008478)	-0.013945* (0.00751)	-0.014247** (0.00698)	-0.01186*** (0.00131)
contrac1	-0.67108** (0.27630)	-0.75453*** (0.26828)	---	-0.89362*** (0.01828)
contrac2	-0.00673 (0.19602)	-0.07137 (0.17355)	0.01301 (0.16294)	---
contrac3	0.30991* (0.16927)	0.40141** (0.16862)	0.017610 (0.14213)	---
sequias	0.02909 (0.17364)	0.08737 (0.15724)	-0.19445 (0.141026)	-0.09913*** (0.00990)

Observations	224	224	192	224
R-squared	0.4971	Wald chi2(11) = 58.34 Prob > chi2 = 0.0000	Wald chi2(10) = 51.19 Prob > chi2 = 0.0000	Wald chi2(9) = 8734973 Prob > chi2 = 0.0000
AR(1) variable dependiente	0.32016*** (0.07035)			
Test Sargan	chi2(166) = 147.21 Prob > chi2 = 0.8498			
Test Breusch - Pagan Lagrange	chibar2(01) = 75.22 Prob > chibar2 = (0.0000)			

Errores estándar en paréntesis. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Elaboración con STATA 15.0

Como ya habíamos mencionado anteriormente, nuestro modelo para la tasa de crecimiento económico espacial de nuestra región de estudio está representado en la siguiente ecuación (3.38):

$$\ln y_{it} - \ln y_{i0} = \psi + (1 - e^{-\beta T}) \left[-\ln y_{j0} + \sigma \alpha (\ln y_{jt} - \ln y_{j0}) + \left[\left(\frac{\ln y_{it} - \ln y_{i0}}{\ln y_{jt} - \ln y_{j0}} \right) \ln y_{j0} \right] \right] + \omega dummy + \varepsilon_t \quad (3.38)$$

donde:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \psi \\ \beta_2 &= (1 - e^{-\beta T}) \\ \beta_3 &= \omega \end{aligned}$$

El propósito del uso del modelo anterior (3.38) es poder obtener de una manera representativa el valor de la razón de cambio espacial de la inducción económica para así finalmente obtener el valor paramétrico de la fuerza de dependencia espacial, esto último debido a dos razones principalmente:

a) Obsérvese que la razón clave por la que no aplicamos las herramientas clásicas de econometría espacial es precisamente porque lo anterior representa nuestra innovación metodológica en la cual no está basada en el uso de distancias fijas o contigüidades entre municipios (como se usan tradicionalmente en los estadísticos de Moran o Geary) sino más bien utilizamos la naturaleza dinámica que representa el centro geográfico (centroide de masas) de cada municipio mismo que va cambiando en el periodo de estudio debido a los fenómenos económicos previamente descritos como las fuerzas centrípetas y centrífugas, las externalidades espaciales sustentables, la aglomeración urbana resultante, e inclusive las distancias entre los municipios y sus contigüidades las capturamos de manera indirecta mediante la razón de cambio espacial de la inducción económica. Con base en lo anterior, nuestra metodología ofrece una alternativa integral y representativamente robusta frente a los tradicionales estadísticos de la econometría espacial.

b) Obsérvese también que nuestra metodología está basada totalmente en el modelo gravitacional del comercio internacional, por tanto nuestra lógica toma a la producción agregada de cada municipio (es decir, la “masa”) como una auténtica masa tal y como fue pensado para dicho modelo por el mismo Newton. Como ya se ha indicado con anterioridad, el modelo gravitacional del comercio internacional dentro del campo de

la Economía no se le ha dado fielmente su tratamiento como tal: se le ha dado un uso arbitrario cuando se trata de un estudio con más de dos unidades territoriales; la constante gravitacional también se le ha dado un uso arbitrario; y no ha sido la excepción con el tratamiento que se le da a la “masa” al descuidar que la misma va cambiando su posición a través del tiempo por la propia interactividad de su entorno. Con base en lo anterior, nuestra metodología ofrece un tipo de acercamiento hacia la autenticidad del modelo gravitacional dentro del contexto económico.

A continuación, mostramos el procedimiento que realizamos para la obtención de la fuerza de dependencia espacial: para ello aplicamos la técnica de GLS durante el periodo de estudio (véase Anexo 12) con el fin de obtener el valor de la pendiente representada por $(1 - e^{-\beta T})$; posteriormente se despeja β de dicho valor con el número de años T , y finalmente sustituimos las pendientes obtenidas del modelo de crecimiento económico (3.12) en la velocidad de convergencia (3.21) junto con las siguientes indicaciones: para la tasa de descuento d se utilizó la tasa de depreciación aplicada al stock de capital referenciada por Gutiérrez (2017), es decir, 9.7 % anual, y la tasa de crecimiento poblacional aplicada (n) fue calculada con base en los datos de INEGI acorde a la población de cada municipio lagunero (1.4589 % anual) obteniendo finalmente así los siguientes resultados (Tabla 18):

Tabla 18

Resultados del modelo econométrico para la tasa de crecimiento económico espacial

Variable	Modelo GLS
constante	---
$-lny_{j0} + \sigma a(lny_{jt} - lny_{j0}) + \left[\left(\frac{lny_{it} - lny_{i0}}{lny_{jt} - lny_{j0}} \right) lny_{j0} \right]$	0.0012328*** (0.0000815)
contrac3	0.68138*** (0.02974)
sequias	0.32562*** (0.03484)
Observations	224
R-squared	Wald chi2(3) = 839.17 Prob > chi2 = 0.0000

*Errores estándar en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Elaboración con STATA 15.0*

Por tanto:

$$\begin{aligned}\beta_2 &= (1 - e^{-\beta T}) = 0.0012328 \\ \beta &= (\gamma_1 - 1 + \sigma a)(d + n) \\ 0.0000881115^1 &= (0.51313 - 1 + 0.0096976a) (11.1589) \\ a &= 50.206 \\ \rho = \sigma a &= 0.48687\end{aligned}$$

Obsérvese que una vez que se obtiene el resultado final de nuestra regresión para nuestro modelo de tasa de crecimiento económico espacial, es cuando se puede obtener el valor de dependencia espacial de nuestro primer modelo econométrico de producción agregada espacial acorde a la lógica de nuestra metodología. Por lo cual, se procede a la interpretación de los estadísticos de ambos modelos.

Interpretación de los estadísticos de los modelos econométricos y sus implicaciones

Los estadísticos de los modelos econométricos correspondientes a la representación espacial de la producción agregada y de la tasa de crecimiento espacial de la Comarca Lagunera durante el periodo de estudio 2003 – 2016 previamente simplificados y estadísticamente significativos al 1 % obtenidos mediante la técnica GLS (ecuaciones 3.39 y 3.40), fueron los siguientes² :

$$\begin{aligned}lny_{it} = & \hspace{20em} (3.39)^* \\ & \mathbf{0.51313lnki} + \mathbf{0.40241lnri} - \mathbf{0.31535lnhi} + \mathbf{0.12688lnzi} - \mathbf{0.19608lnmi} + \mathbf{0.4868lny_{jt}} \\ & + \mathbf{0.59544lnk_{jt}} - \mathbf{0.89362contract1} - \mathbf{0.09913sequias} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lny_{it} - lny_{i0} = & \hspace{20em} (3.40)^{**} \\ & \mathbf{0.0012328} \left(-lny_{j0} + \sigma a (lny_{jt} - lny_{j0}) + \left[\left(\frac{lny_{it} - lny_{i0}}{lny_{jt} - lny_{j0}} \right) lny_{j0} \right] \right) + \mathbf{0.68138contract3} \\ & \hspace{15em} + \mathbf{0.32562sequias} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

¹ Para la obtención de éste valor, se despeja β del elemento $(1 - e^{-\beta T})$, donde T es el número de años de estudio.

² Obsérvese que el coeficiente de lnk_{jt} arrojado por el regresor del modelo propuesto representa el producto entre σ y η_1 , por lo que para obtener el coeficiente final de dicha variable es necesario obtener su producto con respecto al valor de α .

* (3.39) : modelo de crecimiento económico espacial aplicando la técnica de GLS, todos los regresores estadísticamente significativos al 1 % (Véase tabla 17).

** (3.40): modelo de la tasa de crecimiento económico espacial aplicando la técnica de GLS, todos los regresores estadísticamente significativos al 1 % (Véase tabla 18).

La constante o intercepto de nuestros modelos econométricos representan el nivel exógeno resultante de la dinámica económica, el cual es también llamado el “accidente histórico” tal como Krugman señala (Valdez, 2018), resultándonos con un valor igual a cero lo que significa que el efecto productivo generado por la propia región por lo menos no es desfavorable (valor con signo negativo) aun cuando no exista algún input de producción (Ikram, Su, & Sadiq, 2016). Según Medina (2013) dicho intercepto es el valor que toma la variable dependiente cuando el resto de las variables explicativas toman el valor de cero, que interpretado a nuestro estudio podemos decir que cuando todos los factores de producción fueran inexistentes en la Comarca Lagunera su producción agregada resultante sería derivada de la “autoproducción” la cual es un resultado que la región lagunera logra a través de su población y de sus recursos inherentes para poder sobrevivir en dicho escenario. Dicho resultado muestra de forma intrínseca el valor de la homeóstasis que posee la Comarca Lagunera, que como habíamos indicado anteriormente la homeóstasis se refiere a la estructura interna de una región que actúa indirectamente para enfrentar una determinada problemática (Gallopín, 2003). Con el propio resultado del intercepto de nuestros modelos econométricos, podemos afirmar que la Comarca Lagunera tiene una débil homeostasis para el desempeño de la inducción sustentable (débil en el sentido de que por lo menos logra no tener un efecto negativo pues el intercepto no resultó en un valor con signo negativo). A pesar de la existencia de la homeóstasis en la Comarca Lagunera (véase Capítulo I), este resultado prueba que los impactos de la misma no han sido suficientes; no obstante también prueba que sin los esfuerzos realizados por la homeóstasis construida actualmente en la región lagunera, dicho intercepto hubiera resultado con un valor negativo). Este resultado también se puede comprobar su significado mediante el resultado obtenido en la aplicación de la ecuación de sustentabilidad propuesta por Gallopín, en donde a nivel región la Comarca Lagunera solamente se detectó en el año 2016 la existencia de una sustentabilidad económica (véase en Capítulo I). De hecho, un resultado nulo o casi nulo en el intercepto, es más representativo y congruente que si se obtuviera un resultado relevantemente negativo o positivo con respecto a la realidad económica que impera en la Comarca Lagunera.

La recomendación que hacemos en la presente investigación, con base en el resultado del intercepto de nuestro modelo propuesto, es iniciar lo más pronto posible el cambio en la región a lo que nosotros llamamos la “3.^a Transformación de la Laguna”¹: cambiar a un diferente esquema económico regional en donde la leche ya no sea el principal producto de la región. Lo anterior es una recomendación sustentada en los casi

¹ Obsérvese que nos referimos como 1ra. transformación al sistema económico basado en la producción de Algodón; a la 2^a. transformación como el cambio del Algodón a la Leche como sistema económico regional (véase Capítulo I).

90 años en los que todavía la región ha estado lidiando con el problema hídrico regional y además de que hemos detectado la existencia de débil sustentabilidad misma que es insuficiente para los sistemas agropecuarios de intensivo uso hídrico.

El resultado paramétrico de nuestra investigación con respecto a la variable del stock de capital (0.51313) indica que por cada participación del 1 % en el stock de capital, la producción agregada municipal aumenta en un 0.51313 %. Lo interesante de este resultado es que nos dice que la Comarca Lagunera mantiene productivos sus activos municipales y regionales de manera bastante aceptable. Este valor del regresor obtenido también es congruente para las regiones de México: Rodríguez et al. (2018) realizaron un análisis de datos panel para la acumulación del stock de capital en las diferentes entidades federativas del país en el cual para el periodo 1960 - 2012 obtuvieron pendientes de 0.6574, 0.5752, 0.4472 y 0.2110; Zepeda - Ortega et al. (2019) analizan la relación entre la infraestructura carretera y el crecimiento económico sobre la producción regional de los municipios de México, específicamente para una muestra de 2456 municipios, representando al stock de capital como una suma de la inversión y de los activos fijos, obteniendo en este último una pendiente de 0.6676 estadísticamente significativo al 1 %.

En lo que respecta a la pendiente obtenida para nuestra variable del consumo de recursos hídricos urbanos (0.40241) revela la importancia y relevancia del agua urbana dentro del crecimiento económico de la Comarca Lagunera (un aumento del 1 % del consumo de los recursos hídricos de un municipio lagunero tiene un impacto general en su PIB respectivo en 0.40241 %, con enfoque de *ceteris paribus*). Recuérdese que con esta variable representamos el consumo de agua de uso doméstico, uso comercial y uso industrial (sin incluir el uso agrícola y el uso pecuario), esto con el fin de evitar multicolinealidad al momento de analizar el comportamiento sustentable hídrico de agua para uso agrícola y pecuario. La pendiente de recursos hídricos urbanos, nos indica también que dicho capital hídrico tiene un peso muy importante para el desarrollo económico y social de la región, pues es importante su magnitud de dicho parámetro si lo comparamos con la magnitud del parámetro del stock de capital físico.

Con respecto al resultado de elasticidad para nuestra variable del capital humano, su parámetro de -0.31535 no es favorable para la Comarca Lagunera: por cada 1 % de aumento en el capital humano, se impacta negativamente en su producción agregada en 0.31535 %. El signo negativo resultante indica que el capital humano lagunero predominantemente ha dejado de ser productivo, mismo resultado que forma parte

de una divergencia económica así como también en el nivel de sustentabilidad débil. Por otra parte, en cuanto a la magnitud de dicha elasticidad es muy alto si lo comparamos con otras investigaciones del capital humano: Barro (1991) obtuvo pendientes de 0.0233 y 0.0268 para las variables independientes de la escolarización en niveles de primaria y secundaria en su regresión sobre 118 países con variable dependiente de su producto interno bruto; y Romer (1990) encuentra una pendiente de la alfabetización del capital humano con valores de 0.015, 0.006 y 0.038 para la variable dependiente del producto interno bruto de 118 países; no obstante, dichas pendientes obtenidas por Barro y Romer representan a países (es decir, zonas conformadas por múltiples regiones) lo cual también influye en la diferencia con nuestros resultados. Sin embargo, Ocegueda, Varela & Castillo (2014) realizaron un análisis de la acumulación del capital humano para los estados de la frontera norte de México obteniendo regresores al respecto con valores de -0.93, -1.20, -0.67 y -0.91 (todos negativos y no significativos) explicando además que la razón por el cual les resultaron negativos es debido a la baja calidad educativa fomentada por una ausencia de oportunidades productivas de mano de obra calificada, en el entendido de que sus datos fuesen correctos (Ocegueda, Varela, & Castillo, 2014). Con base en los resultados obtenidos, se sugiere de manera urgente renovar y mejorar la especialización educativa y laboral en la Comarca Lagunera pues no basta con tener varios centros educativos de renombre en la región, sino que estos se encuadren a una oferta educativa congruente con los tiempos actuales, debido a que precisamente este cambio de paradigma educativo influye sobre la inducción sustentable en una región.

A pesar del regresor obtenido para la variable de capital humano a nivel municipal, la pendiente obtenida para el stock de capital físico a nivel regional (0.59544) es positiva y mayor que la del nivel municipal lo que representa que a nivel región el efecto de dicho capital es de tipo sinérgico, significando también un medio relativamente favorable para equilibrar las externalidades negativas generadas por parte del capital humano municipal y de esta forma la posibilidad de poder robustecer en el corto y largo plazo la inducción sustentable que se detectó en la Comarca Lagunera.

La pendiente obtenida para nuestro índice de sustentabilidad hídrico agrícola fue de 0.12688. Tanto el signo como el coeficiente de esta variable confirman los resultados previamente obtenidos sobre el comparativo regresivo de los índices de sustentabilidad propuestos y aplicados a los municipios laguneros. Su coeficiente indica que por cada 1 % que aumenta la sustentabilidad hídrico agrícola en un municipio lagunero, se impacta en su crecimiento económico de manera positiva en un 0.12688 %. Este resultado comprueba lo

que ya habíamos presentado como evidencia empírica: la existencia del fenómeno de la sustentabilidad hídrica en la Laguna durante el periodo 2003 - 2016 lo que también se traduce en que ya se está gestando el activo de la tecnología y del conocimiento sustentable por lo menos en lo que respecta al sector agrícola independientemente de que este nivel de sustentabilidad sea débil y escaso con relación a la producción agregada (Tabla 19):

Tabla 19

Mt³ cúbicos de agua robada/agua ahorrada de los municipios laguneros durante el periodo 2003 – 2016 aplicando la metodología propuesta en la presente investigación

Municipio	Metros cúbicos de agua
Gómez Palacio	-3,349,423,921.88
San Pedro	-1,427,129,560.55
Matamoros	-980,799,916.69
Tlahualilo	-668,498,740.85
Torreón	-438,243,143.08
Lerdo	-399,345,745.84
Mapimí	-284,371,902.93
Viesca	-242,771,331.89
San Pedro del Gallo	-79,086,538.70
San Luis del Cordero	-58,493,522.17
Nazas	-8,720,593.34
Rodeo	31,922,242.60
General Simón Bolívar	56,185,968.93
San Juan de Guadalupe	106,345,306.14
Cuencamé	140,916,664.00
Francisco I. Madero	166,765,977.21

**Nota: Elaboración propia. Las cantidades en color rojo indican la cantidad de volumen extraído ilegalmente; Las cantidades en color negro indican un sobrante de volumen producto del uso racional.*

En resumen, el sector agrícola lagunero ha tomado la sustentabilidad con responsabilidad logrando resultados mínimos aceptables; no obstante dicha sustentabilidad es débil y escasa. Este resultado más que una debilidad, debe de ser un aliciente para dicha región con el fin de incentivar y consolidar su crecimiento económico sustentable en el corto y largo plazo.

Por otra parte, es alarmante la pendiente obtenida para la sustentabilidad hídrico pecuaria (- 0.19608) y por lo mismo es imprescindible que dicho resultado se tome en cuenta para las futuras políticas públicas en materia pecuaria para la Comarca Lagunera: existe una notable degradación y devoración hídrica por parte del sector pecuario lagunero en donde por cada 1 % que aumenta esta degradación se impacta negativamente en su crecimiento económico en un 0.19608 %. Esta pendiente, al momento de tener un comportamiento negativo, significa que en el periodo de estudio dicha variable pasó de ser de un índice de

sustentabilidad a prácticamente ser un índice de significado opuesto, es decir, de degradación hídrica. Este resultado se traduce también en que el sector pecuario lagunero, predominantemente representado por el cuasimonopolio lácteo que existe en esta región, para su expansión requiere cada vez más recursos naturales e hídricos (sean extraídos ilegalmente o no) llegando a un punto en donde al final es más perjudicable para la propia Comarca Lagunera que los beneficios económicos que brinda dicho sector, sin mencionar que dicha pendiente infiere que es en este sector donde más se suscitan las externalidades negativas relacionadas al agua. Este resultado no indica que necesariamente tenga que desaparecer dicho sector, sino más bien este resultado confirma que ya es tiempo de aplicar nuevas políticas pecuarias y sobre todo nuevas tecnologías para su eficiencia productiva (no solamente aplicadas a unos cuantos productores lecheros) y por su puesto tomar en cuenta las alternativas de iniciar cuencas lecheras en otras partes del país que puedan ser más sustentables y con mayores beneficios para las regiones.

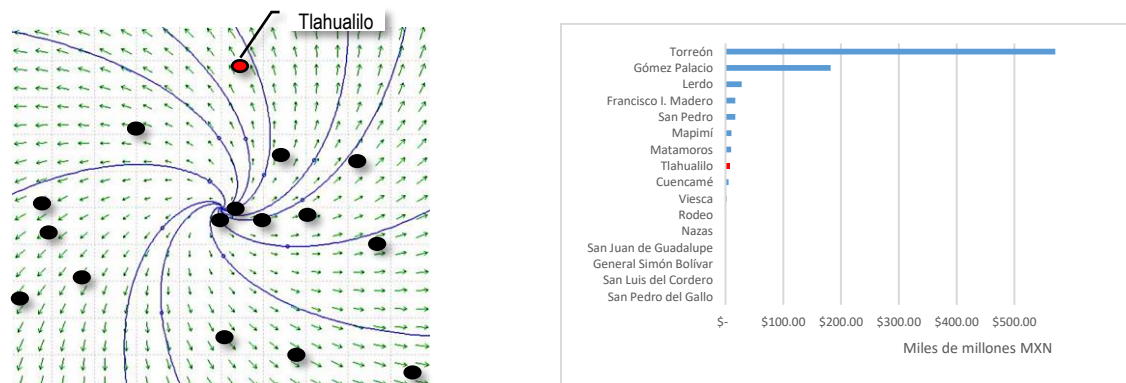
Obsérvese que la pendiente obtenida para nuestra variable de la fuerza de dependencia económica en la región es de 0.48687. Esta elasticidad también indica que por cada un 1 % que aumenta el crecimiento económico en los municipios se logra mediante la inducción de externalidades económicas a nivel región haciendo que aumente su Producto Interno Bruto en un 0.48687 % gracias a la dependencia económica espacial que se posee dentro de la región. Basándonos en la escala del Índice Global Moran en la cual considera que un regresor de dependencia espacial es significativo cuando es mayor a 0.5 (Celemin, 2009), podemos decir que la fuerza de dependencia espacial obtenida en la Comarca Lagunera es semi-aceptable. Además, obsérvese que en nuestro estudio logramos determinar que dicha fuerza de dependencia espacial su razón de cambio espacial de la inducción económica tiene un valor de 50.206: basándonos en la 2.^a ley de Newton, su signo positivo nos indica que afecta negativamente dicha razón de cambio hacia el crecimiento económico resultante, lo que equivale a que la fuerza de dependencia espacial obtenida a nivel regional hace que los municipios avancen hacia afuera de la región lo cual concuerda con la naturaleza divergente de una región.

Obsérvese también que la elasticidad obtenida respecto a la fuerza de dependencia espacial pudiera ser alta a comparación con otras investigaciones; no obstante existen investigaciones con las que se obtienen valores similares (teniendo en cuenta que las mismas aplicaron diferentes técnicas): Colima (2016) realizó una investigación de economía espacial sobre el acceso y calidad del agua en los municipios de México (características indirectas de la sustentabilidad hídrica), específicamente tanto en la región frontera así como

en la región sur del país, obteniendo para los primeros dependencias espaciales de rangos entre 0.4852 y 0.6551, y para los segundos obteniendo un rango de 0.3999 a 0.4182; García (2014) realiza un enfoque espacial para la productividad de la captación, tratamiento y suministro de agua potable (características indirectas de la sustentabilidad hídrica) en los municipios del Estado de México, obteniendo valores de dependencia espacial de 0.34, 0.175 y 0.231 para los años 1998, 2003 y 2008 respectivamente. En nuestra investigación, el municipio con la más alta razón de cambio espacial de inducción económica (de naturaleza centrífuga) en el periodo de estudio fue Tlahualilo, como se muestra en la Figura 25:

Figura 25

Razón de cambio espacial de la inducción económica vs. PIBpc de Tlahualilo



Elaboración propia y adaptado de (Modelos Dinámicos en Biología y Economía), Juárez A., 2016, Universidad de Murcia, (https://www.um.es/documents/118351/4750327/TFM_JUAREZ+MARTINEZ_Modelos+Din%C3%A1micos+en+Biolog%C3%ADa+y+Econom%C3%A1.pdf/103d24bb-38f0-4a0c-a3f7-7a0637505f0b)

Una conclusión interesante que podemos obtener de nuestro estudio es que para el caso de Tlahualilo (Figura 25), el cual posee el 8.º mejor PIB per cápita en el periodo de estudio con respecto al resto de los municipios laguneros, es también el municipio con la mayor razón de cambio espacial de la inducción económica de naturaleza centrífuga. De lo anterior podemos comprobar que no necesariamente los municipios con el menor nivel de crecimiento económico son los que poseen las mayores externalidades económicas negativas, pues también existen unidades territoriales con un comportamiento contrario como resultó ser Tlahualilo. Lo anterior también significa que es Tlahualilo quien avanza económicamente más lento sobre el resto de los municipios con respecto a la inducción espacial, tomando en cuenta que dicho municipio posee una importante infraestructura productiva que le permite sobrellevar dicha limitación.

Obsérvese que un tomador de decisiones públicas bien pudiera dejar pasar desapercibida esta característica que hemos detectado mediante la razón de cambio espacial de la inducción económica, pues para dicho tomador bastaría basarse con el ranking de los municipios con mejor crecimiento económico per cápita y con base en dicha lógica partir para su toma de decisiones; lo anterior implicaría a que se desatendiera apropiadamente a dicho municipio pues se estaría considerando como uno de los mejores municipios cuando en realidad es un municipio que está cada vez más disminuyendo su velocidad para recibir la inducción de externalidades favorables por parte del resto de la región. Esta es otra adicional aportación relevante de nuestra investigación.

Respecto a la variable dicotómica *contract1* (contracción económica acontecida en México en el periodo 2000-2003) se obtuvo una pendiente de -0.89362 el cual nos indica que cada municipio lagunero tuvo un impacto predominantemente negativo en su crecimiento económico directo en mínimo un 0.89362 % con respecto al 1 % del PIB municipal, durante el 2003. Recordemos que esta variable dummy se aplicó con el fin de capturar y ajustar los efectos y variables omitidas para poder dar significatividad a nuestro modelo, además de que contribuye a la mejora de la estimación de nuestros parámetros esta variable de control, por lo que podemos inferir que el spillover sustentable demostrado en esta investigación es visiblemente robusto ya que hemos observado que la existencia de inducción sustentable lagunera sucedió incluso durante los periodos de tres tipos de contracciones económicas.

Con respecto a la variable *contract3* (contracción económica acontecida en México en el periodo 2012-2016) presentó un regresor de 0.6813 en el modelo de la tasa de crecimiento económico espacial, lo que indica que durante esta contracción el efecto no fue negativo sino positivo para el crecimiento económico espacial en la Comarca Lagunera; lo anterior se traduce también en que dicha región supo aprovechar las áreas de oportunidad que se originaron en tal contracción además de que su razón de cambio respecto al crecimiento económico en los años de dicha contracción fue mayor que todo el avance económico hasta antes de dichos años de contracción.

Respecto a la variable dicotómica *sequias*, se obtuvo un regresor de -0.09913 para nuestro modelo de producción agregada espacial. Dicho regresor es bastante congruente pues significa que durante cada año en que sucedieron los eventos climáticos más adversos en el país así como en la propia región de estudio (2009, 2010 y 2011) la misma región tuvo un impacto negativo del 0.09913 % con respecto al 1 % del PIB

regional derivado de las pérdidas agrícolas y pecuarias. Por otra parte, dicha variable dicotómica obtuvo un impacto positivo en el modelo de la tasa de crecimiento económico espacial (0.3256), lo que se traduce que en dichos años de sequía y cambios climáticos relevantes (2009, 2010 y 2011) su razón de cambio respecto al crecimiento económico fue mayor que el avance acumulado del crecimiento económico hasta antes de estos años, aún teniendo en cuenta que tales años tuvieron un impacto negativo en la producción agregada de dicha región.

Como puede observarse, nuestro modelo brinda resultados estadísticamente significativos y además es altamente congruente con los obtenidos de otras investigaciones que han analizado el crecimiento económico de una región, y lo anterior lo hemos logrado con nuestro modelo el cual está construido con la base de la mecánica gravitacional lagrangiana para más de dos unidades territoriales. Por consecuencia, probamos la factibilidad utilitaria de zonas con características muy similares a las de los puntos lagrangianos con las cuales se pueden efectivamente usar como pivotes para aumentar la inducción sustentable a través del crecimiento económico dirigido directamente a dichas zonas, con las ventajas de que se puede lograr con mínimos recursos y bajo costo además de saber perfectamente su ubicación geográfica. Lo anterior representa una herramienta multiventaja para la inducción sustentable de la Comarca Lagunera.

Por tanto, y con base en los resultados obtenidos mediante el cumplimiento de nuestros objetivos específicos¹, podemos ahora responder la pregunta de investigación mediante nuestras hipótesis que hemos comprobado: Para impulsar la recuperación hídrica de una región, se puede utilizar su espacio regional y crecimiento económico para desarrollar la inducción sustentable de forma eficiente mediante la geodirección económica, es decir, aprovechando el mínimo esfuerzo que se requiere en acelerar y distribuir en toda la región y a menor costo la inducción sustentable generada a través de sus zonas espaciales de neutral inducción económica (puntos lagrangianos).

¹ Con respecto a nuestro tercer objetivo específico "Crear un software de propia autoría con el fin de aplicar de forma práctica los resultados obtenidos de la presente investigación", tanto las líneas de código resultante así como el software en funcionamiento óptimo fueron entregados en tiempo y forma en mayo del 2020 quedando a disposición del Departamento de Economía Urbana y Regional de la UABC – FEyRI (véase Anexo 14).

CAPÍTULO IV CONCLUSIONES

La presente investigación parte de arbitradas investigaciones en Economía (véase Capítulo I) en donde se aprovecha al crecimiento económico como herramienta para mejorar la sustentabilidad de una región y por tanto subsanar al propio desarrollo económico a través del spillover espacial (externalidades económicas espaciales). Ese es el objetivo final y trascendental de cualquier herramienta económica así como de cualquier economista: optimizar los recursos escasos a través de la teoría económica para llevarlas a la práctica y así mejorar a la sociedad en general. Lamentablemente a través de la historia muchos líderes de diferentes ámbitos y sectores han enajenado y desvirtuado a la herramienta del crecimiento económico para consolidar intereses particulares; pero ese contexto no demerita al crecimiento económico como herramienta para apoyar a la mejora de la calidad de vida de las personas y de las regiones del mundo.

Como se ha indicado en secciones anteriores, dentro de las varias herramientas que forman parte del crecimiento económico dirigidas al análisis regional se encuentra el spillover o efecto derrame. El spillover tiene la enorme ventaja que sus beneficios se absorben en el espacio regional de manera indirecta y con un bajo o nulo costo. Esta ventaja debe de maximizarse a través de mecanismos derivados del propio espacio económico, fundamental para su análisis y distribución integral homogénea.

Dentro de este contexto, la presente investigación estudia y analiza el comportamiento del spillover (externalidades económicas) a través del espacio económico regional para favorecer a la resiliencia de la sustentabilidad hídrica en una región, debido a que el agua es el recurso natural más valioso y primordial de este tipo de recursos y que actualmente su uso deficiente y su subestimación dentro del mercado la ha estado haciendo cada vez más escasa traduciéndose así negativamente en el bienestar de las personas y regiones del mundo así como en sus diferentes sectores productivos. Por esta razón, la presente investigación toma lo anterior como un tema de lo más relevante para su estudio.

La Comarca Lagunera, región de estudio de la presente investigación, posee la particularidad de que es una región ubicada en un semidesierto árido y que además posee una actividad económica ágil misma que está basada predominantemente en el consumo intensivo de sus recursos hídricos. No obstante, esta región ha sabido salir adelante ante tales condiciones adversas gracias a su consolidada organización y cultura de

respuesta al cambio, mismas características que emanan de su propia historia. Sin estas características, la Comarca Lagunera ya hubiera sido declarada como zona de desastre ambiental desde hace varias décadas.

Precisamente estas características de gestión organizacional representan la antesala para proponer la posibilidad de eficientizar sus recursos hídricos a través de su rendimiento económico, posibilidad que fue confirmada y comprobada a través de herramientas econométricas aplicadas en esta investigación y de manera adicional se corroboró la existencia sustentable en el sector agrícola de dicha región. Al confirmar nuestra hipótesis, se confirma que al desarrollar directamente y de forma estratégica las zonas espaciales de neutral inducción económica de más rendimiento sustentable y de menos costo respecto a su inducción regional, implica a mejorar las externalidades económicas sustentables de toda la propia región. Lo anterior representa la aportación de innovación teórica metodológica de la presente investigación.

A manera de resumen, los resultados específicos de la presente investigación fueron los siguientes:

Aplicando la ecuación de sustentabilidad descrita por Gallopín (Gallopín, 2003) se confirmó la existencia de sustentabilidad económica de tipo débil y de manera intermitente en seis de los dieciséis municipios que conforman a la Comarca Lagunera durante el periodo 2003 – 2016, los cuales son: Fco. I. Madero, Torreón, Viesca, Nazas, San Juan de Guadalupe y San Pedro del Gallo. Los años en donde más se registró la existencia de sustentabilidad municipal fue en el 2006 y en el 2015. La existencia de la sustentabilidad en la Comarca Lagunera nos brinda el tipo de enfoque con el cual se deben de manejar los resultados obtenidos de la presente investigación que en este caso fue un enfoque de protección más que un enfoque multiplicador, es decir, debido a que son pocos los momentos en que fueron detectados la sustentabilidad en dicha región estos debieran de tratarse como si fueran “santuarios” con el fin de poder desarrollarlos consistentemente.

Se aplicó cuatro tipos de análisis de panel de datos para analizar el modelo econométrico propuesto (pool de datos, panel de datos con efectos aleatorios, panel dinámico Arellano – Bond con variables instrumentales, Panel de datos mediante Mínimos Cuadrados Generalizados) resultando ser el más significativo este último (GLS) debido a los niveles de distribución normal, heterocedasticidad, autocorrelación y endogeneidad obteniendo además una bondad de ajuste significativa. Los resultados paramétricos fueron significativos al 1 % para todas las variables de estudio. Además, se llevaron a cabo

dos modelos econométricos con el fin de poder obtener datos representativos del contexto económico espacial (un modelo para representar la producción agregada con relación al spillover sustentable, y otro modelo que mide la tasa de crecimiento económico espacial).

Las pendientes obtenidas del modelo econométrico propuesto son congruentes y adecuadas conforme a la teoría económica, siendo además confirmada su congruencia con los resultados de terceras investigaciones científicas. Los parámetros obtenidos fueron los siguientes: cero (intercepto); 0.5131 (stock de capital); 0.4024 (consumo de recursos hídricos); -0.31535 (capital humano); 0.1268 (índice de sustentabilidad hídrico agrícola); -0.1960 (índice de sustentabilidad hídrico pecuaria); 0.4868 (fuerza de dependencia espacial); 0.5954 (stock de capital a nivel regional); -0.8936 (contracción económica 2000-2003); -0.0991 (sequías 2009, 2010, 2011).

De los dos tipos de índices para sustentabilidad propuesto en la presente investigación (agrícola y pecuaria), solamente mostró de forma positiva una sustentabilidad regional en su modalidad débil en lo que respecta al sector agrícola (parámetro positivo de 0.12688); de forma contraria, se detectó una pendiente negativa en lo que respecta al sector pecuario (-0.1960) mostrando que dicho sector aporta más desventajas que beneficios hacia el crecimiento económico de dicha región. También se comprobó que nuestro modelo de medición del agua robada así como del agua consumida en la Comarca Lagunera es significativamente robusto los cuales arrojan un consumo de agua anual promedio de 2,650 millones de mts³ aproximadamente durante el periodo de estudio 2003 – 2016 sumando todos los sectores que constituyen a la Comarca Lagunera; y con respecto al robo del agua detectamos un robo promedio anual de aproximadamente 608 millones de mts³ en el mismo periodo de estudio. Así mismo, se detectó que los municipios con más alta incidencia en robo de agua durante dicho periodo de estudio son (en orden de mayor volumen): Gómez Palacio, San Pedro de las Colonias, Matamoros y Tlahualilo.

Con base en la metodología propuesta y tomando en cuenta tanto el volumen de agua subterráneo así como el distribuido por presas, se detectó que los municipios laguneros que más agua han extraído de forma ilegal durante el periodo de estudio 2003 – 2016 son Gómez Palacio, San Pedro de las Colonias, Matamoros y Tlahualilo. Con base en estos resultados, se sugiere de manera urgente robustecer los mecanismos de anticorrupción empezando por el Organismo de Cuenca Cuencas Centrales del Norte hasta con cada uno de los Distritos de Riego.

Nuestra propuesta metodológica también representa una técnica muy práctica para medir el comportamiento de las fuerzas económicas intrarregionales que ocurren en el espacio económico, es decir, las fuerzas económicas centrípetas así como las centrífugas. Además, otra conclusión adicional a nuestros planteamientos descritos, es que se comprobó que el fenómeno de la sustentabilidad se puede dar en condiciones económicas no favorables aun teniendo limitaciones en recursos hídricos dentro de una unidad territorial, aportando así su contribución de impacto en el spillover económico regional. Lo anterior representa un punto de partida para fomentar e impulsar la sustentabilidad necesitada en las regiones más críticas en lo que se refiere a la degradación de los recursos naturales.

Los resultados de esta investigación también demuestran que es tiempo de que la Comarca Lagunera inicie a lo que nosotros llamamos como su 3.^a transformación económica y social, es decir, que es necesario cambiar su actual giro principal económico pues ya tanto la industria lechera así como lo fue el algodón son etapas económicas que ya no son congruentes para los tiempos modernos de dicha región. Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, la Comarca Lagunera tiene las condiciones mínimas suficientes para poder inducir una mayor sustentabilidad en su espacio económico regional.

Una conclusión muy importante por parte de la presente investigación es que se demuestra que sí es posible geodirigir el crecimiento económico a favor de la sustentabilidad. Lo anterior se demostró al obtener una significativa representatividad del crecimiento económico de la Laguna mediante nuestro modelo gravitacional lagrangiano. Además, con nuestro modelo propuesto logramos también capturar la expansión urbana de cada unidad territorial misma que es producto del crecimiento económico.

Otra característica que forma parte de nuestro modelo propuesto (de valor descriptivo) es que no se utilizó el sentido bilateralista con el que se ha aplicado tanto el tradicional modelo gravitacional del comercio así como las clásicas matrices espaciales dentro de la investigación económica: obsérvese que al momento de obtener los centroides de cada unidad territorial a través del tiempo, se rescata el dinamismo cambiante de dichos territorios; además, con el elemento de la razón de cambio espacial de la inducción económica representamos elementos más significativos dentro del espacio regional (como el comportamiento de la fuerza económico centrípeta y centrífuga dentro de una región), elementos de alta relevancia frente a la distancia y la contigüidad.

Como puede observarse, hemos logrado en nuestra investigación descomponer la fuerza de dependencia espacial económica en los componentes que toda fuerza contiene: su masa (valor productivo per cápita de la externalidad) y su aceleración (razón de cambio de la velocidad de dicha externalidad generada por las propias fuerzas intrarregionales). Con estos dos elementos, se brinda una herramienta para poder analizar de una forma práctica el comportamiento de inducción de una región, que para nuestro caso de investigación es del tipo de inducción sustentable.

Con base en los resultados significativos obtenidos, nuestra investigación representa un aporte a la investigación no solamente del campo de la Economía espacial sino también a dos campos intrínsecamente relacionados: la Econofísica (debido a que correlacionamos significativamente los elementos de la fuerza de dependencia espacial con los principales componentes que integran la estructura de la fuerza dentro de campo de la Física) y la Economía experimental (una reciente rama de la economía que intenta recrear en condiciones de control las diferentes teorías económicas, debido a que en nuestro caso proponemos como línea de investigación futura la evaluación de los resultados obtenidos una vez que se haya implementado programas de crecimiento sustentable directamente en las zonas lagrangianas de la región de estudio previamente identificadas).

En la actualidad, el mecanismo de mejorar la sustentabilidad ambiental de una región mediante el crecimiento económico solo se ha llevado a la práctica mediante acciones generales e indirectamente proporcionales entre estos dos elementos (la sustentabilidad y el crecimiento económico) basados en los diferentes modelos de investigación que se han propuesto hasta la fecha; a pesar de lo anterior, hoy en día en el campo de la Economía aún existe una considerable brecha para afianzar esta relación pero de forma específica y directa. Nuestra investigación representa una herramienta precisa y directa que contribuye a brindar esa acción de control de inducción espacial que se necesita entre la sustentabilidad y el crecimiento económico a favor de las regiones, misma que ponemos a disposición en la presente investigación y por tanto hacemos la recomendación de implementar lo más pronto posible programas de impulso económico sustentable directamente en las zonas lagrangianas de cada municipio lagunero.

Limitaciones de estudio

La presente investigación está basada en el método de investigación de tipo deductiva, es decir, que parte de lo general mediante hechos previamente comprobados para generar así premisas específicas que posteriormente se comprueban; por lo anterior, no es necesario comprobar nuevamente cada una de las premisas mayores en los que descansa nuestra investigación.

El área de estudio es exclusivamente la región de la Comarca Lagunera, región comprendida por 5 municipios de Coahuila (Francisco I. Madero, Matamoros, Torreón, San Pedro de las Colonias, Viesca) y 11 municipios de Durango (Gómez Palacio, Lerdo, Mapimí, Tlahualilo, San Juan de Guadalupe, San Luis del Cordero, San Pedro del Gallo, Rodeo, Nazas, General Simón Bolívar y Cuencamé). El periodo de estudio comprendió del año 2003 al 2016, ya que es en este periodo donde predominantemente coinciden las diferentes bases de datos utilizadas para la presente investigación. No se incluyeron los datos correspondientes a los años del 2017 al 2019 debido a que INEGI tendrá listo el acceso público de dichos datos hasta inicios del segundo semestre del año 2020.

La presente investigación se apoya predominantemente en la macroeconomía del crecimiento económico, economía ambiental y economía espacial. Por esta misma razón, las principales herramientas de recopilación de datos son mediante bases de datos censales, por lo que no se requirió de la aplicación de encuestas. Todos los datos que se aplican en la presente investigación fueron obtenidos de las bases de datos, tanto brindadas físicamente así como consultadas por vía remota, por parte de las dependencias como CONAGUA, SEMARNAT, SAGARPA, INEGI, EFIPEM, IMSS, BANXICO, BANCO MUNDIAL e INAFED.

Debido a que el modelo propuesto en la presente investigación está basado en el modelo gravitacional de “n” cuerpos, el municipio de mayor masa económica representado por el municipio de Torreón, Coah., funge como pivote principal de la inducción económica generada en toda la región lagunera. Lo anterior se señala para los fines que convengan.

Aunque se usó como parte de la metodología propuesta, la presente investigación no estudia a profundidad la sustentabilidad ya que ese no es su objeto de estudio. Su objeto de estudio son las externalidades económicas espaciales (spillover) pues nuestra hipótesis está enfocada a comprobar la significatividad gravitacional lagrangiana para así poder probar la existencia de fracturas de inducción espacial y usar estas para impulsar la inducción sustentable.

En la presente investigación se evitó utilizar los llamados indicadores de “huella ecológica” en cualquier etapa de la misma (solo se utilizaron para describir el impacto hídrico descritas en las secciones de enfoques teóricos) debido a que contiene sesgos anticomerciales mencionados por Kratena & Streicher (2008) además de que según el capítulo 40 de la Agenda 21, señala que *“los comúnmente indicadores como el PIN¹ así como medidas de fuentes de contaminación per cápita no proveen una adecuada indicación de sustentabilidad”* (Dahl, Moldan, & Hák, 2007).

Para fines prácticos y por motivos de nivel de importancia, solo se tomaron los sectores agrícola y pecuario para analizar el crecimiento económico sustentable de la región de estudio ya que entre ambos sectores representan más del 90 % del consumo hídrico regional. El sector industrial así como otros relacionados no se tomaron en cuenta para la construcción del modelo econométrico, más sin embargo se propone como línea futura de investigación.

Los índices de sustentabilidad propuestos en esta investigación solo se enfocan exclusivamente a la sustentabilidad hídrica de la región ya que este es el específico problema detectado además de que esta engloba predominantemente a la sustentabilidad regional en general. La sustentabilidad relacionada a la contaminación atmosférica, forestal y de suelos no se contempla; más sin embargo se proponen como líneas de investigación.

¹ PIN: Siglas del Producto Interno Neto o también conocido como “PIB verde”. Su cálculo se define como el PIB menos la depreciación de los stocks de capital económico (incluyendo al stock de capital natural). El PIN involucra valorar a precios de mercado el stock de capital natural, lo que teórica y empíricamente es dudoso (Falconí, 1999).

Líneas futuras de investigación

Estamos convencidos que tanto la problemática así como los temas que hemos estudiado en la presente investigación tienen un amplio potencial para aprovecharse en un diverso ejercicio de investigación en el campo de la Economía. Basándonos en la definición de línea de investigación de Ríos (2017) y siguiendo su sugerencia de agrupar dichas líneas en Investigación básica (relacionadas a la generación de teoría y metodologías) e Investigación aplicada (relacionadas a la generación de tecnologías y soluciones concretas), a continuación se presentan las siguientes sugerencias al respecto:

a) Línea de investigación básica:

Analizar el comportamiento de la razón de cambio espacial de la inducción económica con respecto a la Entropía, Ergodicidad y Bifurcación en el fenómeno del spillover, así como su relación con la Economía Ecológica, Economía Medioambiental, Economía Azul y Economía sostenible; Analizar el comportamiento de la integración de precios con base en la razón de cambio espacial de la inducción económica de las externalidades sustentables y su relación con los recursos hídricos regionales; Análisis dimensional de las unidades que conforman a las variables del modelo propuesto. La magnitud así como su signo resultante de la razón de cambio espacial de la inducción económica era lo que perseguía el modelo propuesto así como la hipótesis planteada; no obstante para efectos de precisión se recomienda hacer un análisis del tipo de unidades a emplear para cada elemento del modelo propuesto; Aprovechamiento de la razón de cambio espacial de la inducción económica con base en la “maldición” y “bendición” de los recursos naturales así como los elementos institucionales involucrados en el espacio económico; Realizar un análisis basado en el modelo de ecuaciones estructurales con el fin de detectar si existe otra u otras variables que tengan significativamente relevancia dentro del contexto sustentable además de las que conforman al modelo propuesto en esta investigación; Una línea de investigación que bien pudiera complementar a la presente, es incluir la aceleración de Coriolis dentro del modelo econométrico que hemos propuesto. Lo anterior representaría en el contexto económico un posible efecto de desviación sobre la dependencia espacial de una región con respecto a otra o inclusive de un país. Sería interesante sus posibles aplicaciones respecto al plano microeconómico con relación a la optimización de la influencia de las externalidades económicas; Comprobación matemática de la similitud entre los conceptos de la Física (fuerza centrípeta, fuerza centrífuga, aceleración, masa,

inducción, trabajo, constante gravitacional, punto lagrangiano, distancia euclidiana, centro de masa) con respecto al comportamiento económico de una región.

b) Línea de investigación aplicada:

Proponer las direcciones correctas de dispersión urbana de la Comarca Lagunera que contribuyan a la optimización de la sustentabilidad hídrica, basada en la razón de cambio espacial de la inducción económica; Realizar un análisis topológico urbano basado en software avanzado (por ejemplo mediante Autodesk InfraWorks y/o Autodesk Map 3D) con el fin de poder mejorar la actual estructura urbana de la Comarca Lagunera y ponerla en función de las características espaciales centrípetas regionales; Análisis de la cadena de valor del agua y su influencia microeconómica en el comportamiento sustentable de la Comarca Lagunera, específicamente en su inducción con relación a la razón de cambio espacial de la inducción económica resultante; Sería interesante hacer una evaluación financiera de proyectos de forma integral, incluyendo el concepto propuesto de la razón de cambio espacial de la inducción económica, con el fin de localizar las zonas más idóneas para iniciar cuencas lecheras en otras regiones del país que no sean las regiones líderes actuales. Sería aún más interesante que dicha evaluación se hiciera en las regiones del sur del país; Analizar la potencialidad de las zonas lagrangianas con el fin de impulsar la inducción de spillovers de conocimiento a nivel regional que favorezcan a la exploración de nuevas cuencas hídricas; Realizar un análisis empírico basado en Big Data y minería de datos sobre los datos económicos de cada colonia habitacional que existe en la Comarca Lagunera (de cada uno de los 16 municipios que la conforman) y compararlos con la localización de las zonas lagrangianas resultantes; Realizar un análisis integral sobre el robo de agua tanto subterránea así como superficial de cada municipio que conforma al país, con el fin de llevar a cabo programas para impulsar la inducción económica espacial sustentable en aquellos municipios que resultaron salir más afectados por el fenómeno del hurto hídrico; Aplicando la razón de cambio espacial de la inducción económica, evaluar el robustecimiento sustentable de la comarca lagunera en relación con su actual infraestructura hídrica, de logística y de transporte; Obtener la velocidad necesaria de las externalidades sustentables para poder incrementar el tiempo de respuesta de una región con el fin de enfrentar determinada problemática hídrica o para llevar a cabo proyectos ambientales de gran envergadura; Extender el periodo de estudio de la presente investigación en el cual incluyan desde el año 1946 al 2002, y del

2017 al 2020; se propone el año 1946 como inicio de estudio debido a que fue en ese entonces cuando entró en operaciones la principal presa de la Comarca Lagunera, la presa Lázaro Cárdenas; El municipio de Torreón, Coah., el cual es la metrópoli económica actual de la comarca lagunera, fue estudiado como el pivote central de las externalidades económicas de dicha región debido a las características metodológicas del modelo de "n" cuerpos. Por lo cual se propone aplicar otros modelos alternos para poder incluir a dicho municipio sin ser manejado como centro del modelo; Incluir dentro del modelo propuesto de investigación al sector industrial metalúrgico o manufacturero así como otro diferente al agrícola y pecuario; El Modelo gravitacional de "n" cuerpos que proponemos en la presente investigación tiene la posibilidad de poder verificar sus resultados empíricamente a unidades territoriales como regiones compuestas o países. Por lo anterior, se propone realizar un comparativo de la eficiencia de sus resultados con los arrojados por otros modelos como los clásicos modelos gravitacionales del comercio, los modelos clásicos de matrices espaciales, los índices de Moran, entre otros; Una línea de investigación interesante sería también que se llevara a cabo un proyecto de crecimiento económico sustentable directa y exclusivamente en una zona espacial de neutral inducción económica de alguna unidad territorial conveniente, y que después de un periodo de tiempo de prueba aceptable se midan inmediatamente los resultados obtenidos respecto a las mejoras que tuvieron tanto en la inducción sustentable de dicha región involucrada así como las mejoras sustentables que hubo en dicha unidad territorial; Otra línea de investigación derivada de la presente, sería una comprobación empírica exhaustiva sobre las tasas de descuento aplicadas al modelo propuesto en donde se evalúe tanto tasas de tipo exponencial así como de tipo hiperbólica con relación al efecto sustentable. Los resultados arrojarían tasas más apropiadas para evaluación de proyectos y toma de decisiones en políticas públicas bajo el contexto de externalidades espaciales.

ANEXOS

Anexo 1

Formato APA (7.^a Edición, año 2020) para resultados tabulados

A continuación se presentan las estructuras APA, 7.^a Edición año 2020, directamente publicadas del portal web de la American Psychological Association (<https://apastyle.apa.org>) con las cuales se basan los diseños del formato bibliográfico para nuestras referencias, citas, figuras, tablas y gráficos contenidos en la presente investigación:

Table 3

Moderator Analysis: Types of Measurement and Study Year

Effect	Estimate	SE	95% CI		p
			LL	UL	
Fixed effects					
Intercept	.119	.040	.041	.198	.003
Creativity measurement ^a	.097	.028	.042	.153	.001
Academic achievement measurement ^b	-.039	.018	-.074	-.004	.03
Study year ^c	.0002	.001	-.001	.002	.76
Goal ^d	-.003	.029	-.060	.054	.91
Published ^e	.054	.030	-.005	.114	.07
Random effects					
Within-study variance	.009	.001	.008	.011	<.001
Between-study variance	.018	.003	.012	.023	<.001

Note. Number of studies = 120, number of effects = 782, total *N* = 52,578. CI = confidence interval;

LL = lower limit; UL = upper limit.

^a 0 = self-report, 1 = test. ^b 0 = test, 1 = grade point average. ^c Study year was grand centered. ^d 0 = other, 1 = yes. ^e 0 = no, 1 = yes.

Table 1

Results From a Factor Analysis of the Parental Care and Tenderness (PCAT) Questionnaire

PCAT item	Factor loading		
	1	2	3
Factor 1: Tenderness—Positive			
20. You make a baby laugh over and over again by making silly faces.	.86	.04	.01
22. A child blows you kisses to say goodbye.	.85	-.02	-.01
16. A newborn baby curls its hand around your finger.	.84	-.06	.00
19. You watch as a toddler takes their first step and tumbles gently back down.	.77	.05	-.07
25. You see a father tossing his giggling baby up into the air as a game.	.70	.10	-.03
Factor 2: Liking			
5. I think that kids are annoying (R)	-.01	.95	.06
8. I can't stand how children whine all the time (R)	-.12	.83	-.03
2. When I hear a child crying, my first thought is "shut up!" (R)	.04	.72	.01
11. I don't like to be around babies. (R)	.11	.70	-.01
14. If I could, I would hire a nanny to take care of my children. (R)	.08	.58	-.02
Factor 3: Protection			
7. I would hurt anyone who was a threat to a child.	-.13	-.02	.95
12. I would show no mercy to someone who was a danger to a child.	.00	-.05	.74
15. I would use any means necessary to protect a child, even if I had to hurt others.	.06	.08	.72
4. I would feel compelled to punish anyone who tried to harm a child.	.07	.03	.68
9. I would sooner go to bed hungry than let a child go without food.	.46	-.03	.36

Note. *N* = 307. The extraction method was principal axis factoring with an oblique (Promax with Kaiser Normalization) rotation. Factor loadings above .30 are in bold. Reverse-scored items are denoted with an (R). Adapted from "Individual Differences in Activation of the Parental Care Motivational System: Assessment, Prediction, and Implications," by E. E. Buckels, A. T. Beall, M. K. Hofer, E. Y. Lin, Z. Zhou, and M. Schaller, 2015, *Journal of Personality and Social Psychology*, 108(3), p. 501 (<https://doi.org/10.1037/pspp0000023>). Copyright 2015 by the American Psychological Association.

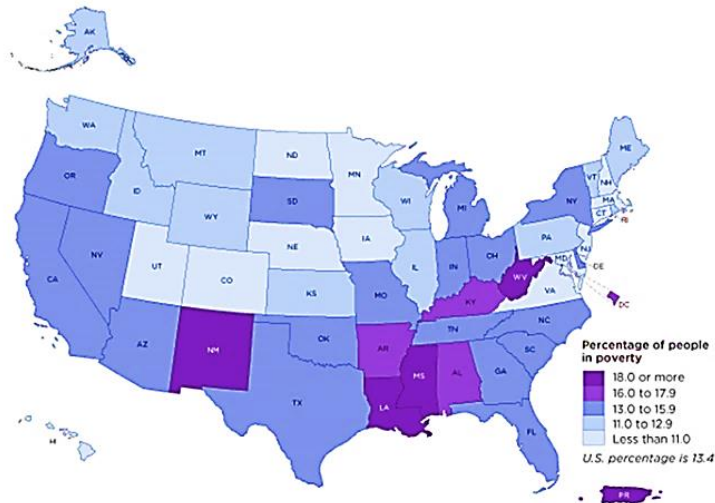
Tomado de *Sample Tables*, American Psychological Association, 2020, (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/tables-figures/sample-tables>)

Anexo 2

Formato APA (7.ª. Edición, año 2020) para figuras y gráficas

Figure 1

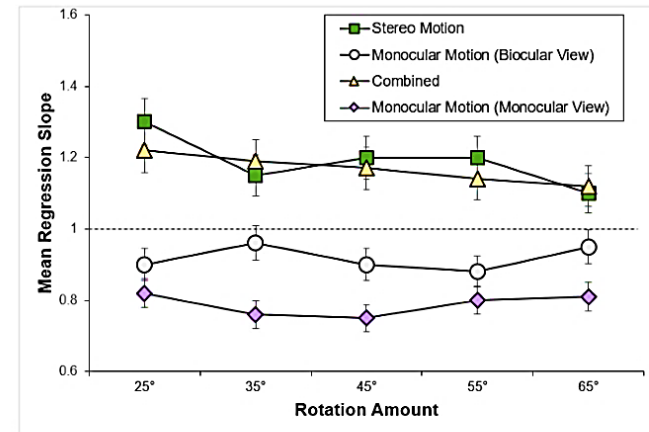
Poverty Rate in the United States, 2017



Note. The map does not include data for Puerto Rico. Adapted from 2017 *Poverty Rate in the United States*, by U.S. Census Bureau, 2017 (<https://www.census.gov/library/visualizations/2018/comm/acs-poverty-map.html>). In the public domain.

Figure 3

Mean Regression Slopes in Experiment 1



Note. Mean regression slopes in Experiment 1 are shown for the stereo motion, biocularly viewed monocular motion, combined, and monocularly viewed monocular motion conditions, plotted by rotation amount. Error bars represent standard errors. From "Large Continuous Perspective Change With Noncoplanar Points Enables Accurate Slant Perception," by X. M. Wang, M. Lind, and G. P. Bingham, 2018, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 44(10), p. 1513 (<https://doi.org/10.1037/xhp0000553>). Copyright 2018 by the American Psychological Association.

Tomado de *Sample Figures*, American Psychological Association, 2020, (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/tables-figures/sample-figures>)

Anexo 3

Formato APA (7.ª Edición, año 2020) para citación

Author type	Parenthetical citation	Narrative citation
One author	(Luna, 2020)	Luna (2020)
Two authors	(Salas & D'Agostino, 2020)	Salas and D'Agostino (2020)
Three or more authors	(Martin et al., 2020)	Martin et al. (2020)
Group author with abbreviation		
First citation ^a	(National Institute of Mental Health [NIMH], 2020)	National Institute of Mental Health (NIMH, 2020)
Subsequent citations	(NIMH, 2020)	NIMH (2020)
Group author without abbreviation	(Stanford University, 2020)	Stanford University (2020)

^a Define the abbreviation for a group author only once in the text, choosing either the parenthetical or the narrative format. Thereafter, use the abbreviation for all mentions of the group in the text.

National Institute of Nursing Research. (2015). *A family's perspective: Pediatric palliative care stories* (NIH Publication No. 15-NR-8018). U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health.
https://www.ninr.nih.gov/sites/files/docs/NINR_508c_FamilyStories_0.pdf

Play therapists can experience many symptoms of impaired wellness, including emotional exhaustion or reduced ability to empathize with others (Elwood et al., 2011; Figley, 2002), disruption in personal relationships (Elwood et al., 2011; Robinson-Keilig, 2014), decreased satisfaction with work (Elwood et al., 2011), avoidance of particular situations (Figley, 2002; O'Halloran & Linton, 2000), and feelings or thoughts of helplessness (Elwood et al., 2011; Figley, 2002; O'Halloran & Linton, 2000).

Tomado de *Paraphrasing y Author-Date Citation System*, American Psychological Association, 2020, (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/citations/>)

Anexo 4

Formato APA (7.ª. Edición, año 2020) para parafraseo

Paraphrasing

A paraphrase restates another's idea (or your own previously published idea) in your own words. Paraphrasing allows you to summarize and synthesize information from one or more sources, focus on significant information, and compare and contrast relevant details.

Published authors paraphrase their sources most of the time, rather than directly quoting the sources; student authors should emulate this practice by paraphrasing more than directly quoting.

When you paraphrase, cite the original work using either the narrative or parenthetical citation format.

Although it is not required to provide a page or paragraph number in the citation, you may include one (in addition to the author and year) when it would help interested readers locate the relevant passage within a long or complex work (e.g., a book).

Webster-Stratton (2016) described a case example of a 4-year-old girl who showed an insecure attachment to her mother; in working with the family dyad, the therapist focused on increasing the mother's empathy for her child (pp. 152–153).

Tomado y adaptado de *Paraphrasing y Author-Date Citation System*, American Psychological Association, 2020, (<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/paraphrasing>)

Anexo 5

Test de Raíces unitarias y estacionariedad

	Variables	Im, Pesaran & Shin W-stat test			Augmented Dickey-Fuller (ADF) Test (Fischer Chi-square)			Phillips Perron Test			Orden de Integración
		En Nivel	1ra. Diferencia	2a. Diferencia	En Nivel	1ra. Diferencia	2a. Diferencia	En Nivel	1ra. Diferencia	2a. Diferencia	
Individual intercept	lnpib	2.3878	-7.7324***	---	16.0962	116.869***	---	43.4305	295.983***	---	I(1)
	lnk	2.2909	-3.19033***	---	24.5766	60.4278***	---	18.7843	121.835***	---	I(1)
	lnr	2.3760	-6.4475***	---	21.1322	101.521***	---	36.1398	244.982***	---	I(1)
	lnh	-2.7058***	---	---	56.4195***	---	---	276.644***	---	---	I(0)
	lnz	-2.4787***	---	---	55.1869***	---	---	101.505***	---	---	I(0)
	lnm	-1.1633	-5.9054***	---	44.1325	95.4871***	---	72.4634***	---	---	I(0) y I(1)
	alnpibj	4.5204	-3.5789***	---	22.9373	86.000***	---	28.9318	123.081***	---	I(1)
alnkj	4.4115	-3.6408***	---	23.3308	86.7317***	---	29.5956	127.199***	---	I(1)	
Individual intercept & trend	lnpib	-0.5213	-5.0931***	---	38.0463	83.7510***	---	120.958***	---	---	I(0) y I(1)
	lnk	1.4395	-1.52158	-4.8365***	25.4312	46.4077**	80.7432***	36.3069	119.179***	---	I(2) y I(1)
	lnr	-1.8009***	-4.1046***	---	47.7152**	72.0324***	---	150.053***	---	---	I(0) y I(1)
	lnh	-5.1303***	---	---	80.6929***	---	---	253.913***	---	---	I(0)
	lnz	-0.97311	-2.3635***	---	42.2545	55.9578***	---	102.746***	---	---	I(0) y I(1)
	lnm	-1.3498	-3.05062***	---	46.4661**	62.2073***	---	104.958***	---	---	I(1)
	alnpibj	.04174	-.91564	-3.4068***	55.0329***	---	---	31.1818	98.5050***	---	I(0), I(1) y I(2)
alnkj	0.03799	-.9503	-3.4827***	55.0216***	---	---	32.7077	100.244***	---	I(0), I(1) y I(2)	
none	lnpib	---	---	---	20.5903	149.229***	---	41.3196	288.233***	---	I(1)
	lnk	---	---	---	5.84124	98.7157***	---	6.54048	159.771***	---	I(1)
	lnr	---	---	---	34.8649	136.000***	---	65.6419***	---	---	I(0) y I(1)
	lnh	---	---	---	79.6949***	---	---	190.232***	---	---	I(0)
	lnz	---	---	---	26.6965	169.817***	---	26.0397	281.693***	---	I(1)
	lnm	---	---	---	32.0808	164.347***	---	38.1763	274.957***	---	I(1)
	alnpibj	---	---	---	11.7904	115.800***	---	17.0104	158.005***	---	I(1)
alnkj	---	---	---	12.0729	116.996***	---	17.2966	161.090***	---	I(1)	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Elaboración con EViews 11 SV

Anexo 6

Explicación didáctica sobre el concepto de aceleración

En el campo de la Física, la velocidad es el cambio de la distancia recorrida de un objeto con respecto a un cambio del tiempo. Un ejemplo sencillo: desde un estado de reposo un objeto recorre 14 metros en 7 segundos, por lo tanto su velocidad es:

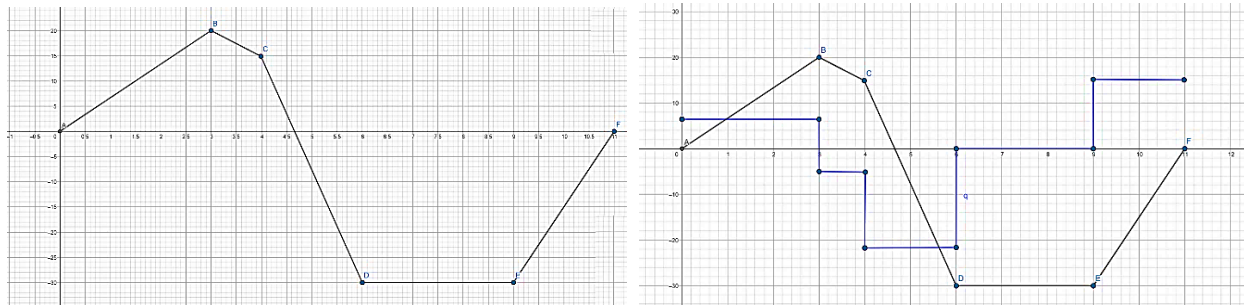
$$v = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{14 \text{ mts}}{7 \text{ s}} = \frac{2 \text{ mts}}{\text{s}}$$

Por otra parte, la aceleración en su definición clásica es la tasa de cambio de la velocidad. Para describir dicha tasa de cambio, su fórmula es:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Como podemos observar, la aceleración nos dice el número de metros por segundo que está cambiando la velocidad, durante cada segundo (Khan Academy, 2019). Dicho en otras palabras, usando el ejemplo anterior, la aceleración estaría representada como $\frac{\text{m/s}}{\text{s}}$, es por eso por lo que la aceleración se expresa sobre segundos al cuadrado $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$. Para comprender el concepto de la aceleración de manera gráfica, a continuación se muestra el siguiente ejemplo:

Velocidad y aceleración



Nota: realizado mediante Geogebra

————— velocidad ————— aceleración

En la gráfica anterior podemos ver el comportamiento de la velocidad de un objeto que, partiendo del reposo, obtiene diferentes velocidades durante todo el trayecto. Aplicando las fórmulas de la velocidad y aceleración anteriormente descritas, obtenemos los siguientes resultados:

Velocidad y aceleración del ejemplo práctico propuesto

Tramo	Velocidad $\left(\frac{m}{s}\right)$	Aceleración $\left(\frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$
A – B	20	6.66 m/s ²
B – C	15	-5 m/s ²
C – D	-30	-22.5 m/s ²
D – E	-30	0 m/s ²
E - F	0	15 m/s ²

Obsérvese algo muy importante: del punto B al C la velocidad es positiva aunque su aceleración es negativa; y del punto C al D tanto la velocidad así como su aceleración es negativa. Aplicando las leyes del movimiento de Newton, lo anterior nos brinda una importante información cuando desconocemos la dirección de dicho objeto, es decir, si la velocidad es positiva y la aceleración es negativa significa que el cuerpo avanza hacia adelante pero su velocidad estará disminuyendo; y cuando la velocidad es negativa así como también su aceleración es negativa significa que el cuerpo está retrocediendo en sentido contrario con una velocidad en aumento en el mismo sentido. Con esta información que nos brinda el comportamiento de la aceleración, podemos inferir el sentido de cualquier objeto que se encuentra dentro de nuestro modelo gravitacional. Esto último es útil para diferenciar si un objeto está gobernado por una fuerza centrípeta o una fuerza centrífuga. Como puede observar, analizar el comportamiento de la aceleración dentro de un marco gravitacional de “n” cuerpos representa una herramienta muy práctica para nuestra inferencia económica sobre el medio en que las externalidades económicas se distribuyen en el espacio regional. Para nuestro sistema gravitacional de “n” cuerpos en movimiento, la aceleración que nos concierne es la del tipo radial ya que su signo resultante para nuestro modelo gravitacional nos indicará si las unidades regionales están predominantemente influenciadas por fuerzas centrípetas (aceleración radial negativa) o fuerzas centrífugas (aceleración radial positiva) (Fleisch, 2012).

Anexo 7

Resultados arrojados Regresión Simple Modelo 1 (Pool de datos)

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	224
Model	179.622175	11	16.3292886	F(11, 212)	=	19.05
Residual	181.726118	212	.857198672	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4971
				Adj R-squared	=	0.4710
Total	361.348293	223	1.62039593	Root MSE	=	.92585

lnPIB	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lnK	-.0815085	.1581384	-0.52	0.607	-.3932335 .2302165
lnR	.4669513	.0641728	7.28	0.000	.3404528 .5934499
lnH	-.1475115	.0734067	-2.01	0.046	-.2922121 -.002811
lnZ	.1485157	.0592199	2.51	0.013	.0317805 .2652509
lnM	-.1881451	.0560691	-3.36	0.001	-.2986695 -.0776207
alnpibj	.0063724	.0068662	0.93	0.354	-.0071624 .0199072
alnkj	-.0077379	.0084784	-0.91	0.362	-.0244506 .0089748
contrac1	-.6710872	.2763027	-2.43	0.016	-1.21574 -.1264346
contrac2	-.0067365	.1960239	-0.03	0.973	-.3931421 .3796691
contrac3	.3099136	.1692767	1.83	0.069	-.0237675 .6435947
sequias	.0290922	.174103	0.17	0.867	-.3141027 .372287
_cons	7.225665	2.064649	3.50	0.001	3.155793 11.29554

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 8

Resultados de la Regresión Arellano - Bond Modelo 3 y test de Sargan

```

Arellano-Bond dynamic panel-data estimation      Number of obs =      192
Group variable: id                               Number of groups =   16
Time variable: year

Obs per group:
    min =      12
    avg =      12
    max =      12

Number of instruments =    178                    Wald chi2(11) =      51.19
                                                    Prob > chi2 =      0.0000

One-step results

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| lnpiib | Coef. | Std. Err. | z | P>|z| | [95% Conf. Interval] |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| lnpiib |       |           |   |      |                       |
| L1.    | .3201601 | .07035 | 4.55 | 0.000 | .1822767 .4580436 |
| lnk    | .5537941 | .370711 | 1.49 | 0.135 | -.1727862 1.280374 |
| lnH    | -.2703393 | .1311908 | -2.06 | 0.039 | -.5274687 -.01321 |
| lnZ    | .1362573 | .0997945 | 1.37 | 0.172 | -.0593363 .3318509 |
| lnR    | .1006492 | .1018857 | 0.99 | 0.323 | -.0990431 .3003415 |
| lnM    | -.202688 | .1008249 | -2.01 | 0.044 | -.4003011 -.0050749 |
| alnpibj | .01141 | .0056684 | 2.01 | 0.044 | .0003001 .0225199 |
| alnkj  | -.0142479 | .006988 | -2.04 | 0.041 | -.0279441 -.0005517 |
| contrac2 | .0130104 | .1629415 | 0.08 | 0.936 | -.3063491 .3323699 |
| contrac3 | .0176109 | .1421367 | 0.12 | 0.901 | -.2609719 .2961936 |
| sequias | -.1944563 | .141026 | -1.38 | 0.168 | -.4708621 .0819495 |
| _cons  | -3.0591 | 4.349067 | -0.70 | 0.482 | -11.58311 5.464913 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

Instruments for differenced equation
GMM-type: L(2/.) lnpiib L(2/.) lnk L(2/.) lnH L(2/.) lnZ L(2/.) lnR
Standard: D.lnm D.alnpibj D.alnkj D.contrac1 D.contrac2 D.contrac3
D.sequias

Instruments for level equation
Standard: _cons

Sargan test of overidentifying restrictions
H0: overidentifying restrictions are valid

chi2(166) = 147.2192
Prob > chi2 = 0.8498
    
```

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 9

Resultados arrojados de la Regresión Efectos Aleatorios Modelo 2 y test del multiplicador Breusch & Pagan Lagrangian multiplier

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       224
Group variable: id                     Number of groups =       16

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.0875                     min =          14
    between = 0.7210                     avg =         14.0
    overall = 0.4779                     max =          14

corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Wald chi2(11)   =       58.34
                                           Prob > chi2     =       0.0000
    
```

lnPIB	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnK	.1142105	.250483	0.46	0.648	-.3767273	.6051482
lnR	.3338835	.0842204	3.96	0.000	.1688146	.4989524
lnH	-.2538978	.1123362	-2.26	0.024	-.4740727	-.0337228
lnZ	.1150268	.0792302	1.45	0.147	-.0402615	.2703151
lnM	-.1512422	.0773575	-1.96	0.051	-.3028601	.0003757
alnpibj	.0113551	.0060919	1.86	0.062	-.0005848	.023295
alnkj	-.0139455	.0075164	-1.86	0.064	-.0286774	.0007864
contrac1	-.7545322	.2682819	-2.81	0.005	-1.280355	-.2287094
contrac2	.0713743	.1735514	0.41	0.681	-.2687802	.4115289
contrac3	.4014174	.1686278	2.38	0.017	.070913	.7319217
sequias	.0873798	.1572451	0.56	0.578	-.220815	.3955746
_cons	5.050134	3.335121	1.51	0.130	-1.486584	11.58685
sigma_u	.48208446					
sigma_e	.7896271					
rho	.27152819	(fraction of variance due to u_i)				

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\ln\text{PIB}[\text{id},t] = Xb + u[\text{id}] + e[\text{id},t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
lnPIB	1.620396	1.272948
e	.623511	.7896271
u	.2324054	.4820845

Test: Var(u) = 0

chibar2(01) = 75.22
 Prob > chibar2 = 0.0000

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 10

Resultados de la Regresión GLS Modelo 4 para Panel de datos

Coefficients: **generalized least squares**
Panels: **heteroskedastic with cross-sectional correlation**
Correlation: **panel-specific AR(1)**

Estimated covariances = 136 Number of obs = 224
Estimated autocorrelations = 16 Number of groups = 16
Estimated coefficients = 9 Time periods = 14
Wald chi2(9) = 8734973
Prob > chi2 = 0.0000

lnPIB	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnK	.5131347	.0056895	90.19	0.000	.5019836	.5242859
lnR	.4024156	.0072936	55.17	0.000	.3881203	.4167108
lnH	-.3153502	.0050254	-62.75	0.000	-.3251997	-.3055006
lnZ	.1268861	.0065511	19.37	0.000	.1140461	.1397261
lnM	-.1960836	.0064094	-30.59	0.000	-.2086457	-.1835215
alnpibj	.0096976	.0010759	9.01	0.000	.0075888	.0118064
alnkj	-.0118655	.0013157	-9.02	0.000	-.0144442	-.0092867
contracl	-.8936239	.0182818	-48.88	0.000	-.9294556	-.8577922
sequias	-.0991389	.0099018	-10.01	0.000	-.1185462	-.0797317

Note: when the number of panels is greater than or equal to the number of periods, results are based on a generalized inverse of a singular matrix.

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 11

Test Levin – Lin – Chu para raíces unitarias y estacionariedad

Levin-Lin-Chu unit-root test for **lnPIB**

Ho: Panels contain unit roots Number of panels = 16
Ha: Panels are stationary Number of periods = 14

AR parameter: **Common** Asymptotics: **N/T -> 0**
Panel means: **Included**
Time trend: **Not included**

ADF regressions: 1 lag
LR variance: **Bartlett** kernel, 7.00 lags average (chosen by **LLC**)

	Statistic	p-value
Unadjusted t	-1.8932	
Adjusted t*	1.1559	0.8761

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 12

GLS aplicado al modelo de tasa de crecimiento económico espacial

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: **generalized least squares**
Panels: **heteroskedastic with cross-sectional correlation**
Correlation: **panel-specific AR(1)**

Estimated covariances	=	136	Number of obs	=	224
Estimated autocorrelations	=	16	Number of groups	=	16
Estimated coefficients	=	3	Time periods	=	14
			Wald chi2(3)	=	839.17
			Prob > chi2	=	0.0000

difdepend	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
elemento1	.0012328	.0000815	15.13	0.000	.0010731 .0013924
contrac3	.6813825	.0297439	22.91	0.000	.6230856 .7396795
sequias	.3256251	.0348445	9.35	0.000	.2573311 .393919

Note: when the number of panels is greater than or equal to the number of periods, results are based on a generalized inverse of a singular matrix.

```
. jb ue
Jarque-Bera normality test: 5.576 Chi(2) .0615
Jarque-Bera test for Ho: normality:
```

* Nota: resultados arrojados por STATA 15.0

Anexo 13

Requerimientos de agua por cultivo con base en hectáreas, mts³ o kg de producción

Cultivo	Valor	uns numerador	uns denominador	Fuentes bibliográficas
Acelga	2621.83	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Agave	4500	lts	100 mts ²	(Benítez Rivas, 2007)
Ajo	500	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Alfalfa achicalada	15000	m ³	ha	(Sánchez Gutiérrez, Servin Palestina, Guitérrez Bañuelos, & Serna Pérez, 2017)
Alfalfa verde	15000	m ³	ha	(Sánchez Gutiérrez, Servin Palestina, Guitérrez Bañuelos, & Serna Pérez, 2017)
Algodón hueso	0.17	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Alpiste	750	lts	m ²	(Cogliatti, 2012)
Amaranto	6200	m ³	ha	(SAGARPA - INIFAP, 2016)
Avena forrajera achicalada	2.36	kg	m ³	(Servin Palestina, Sánchez Gutiérrez, Ramírez Valle, Galindo Reyes, & Gutierrez Bañuelos, 2018)
Avena forrajera en verde	2.36	kg	m ³	(Servin Palestina, Sánchez Gutiérrez, Ramírez Valle, Galindo Reyes, & Gutierrez Bañuelos, 2018)
Avena forrajera seca	2.36	kg	m ³	(Servin Palestina, Sánchez Gutiérrez, Ramírez Valle, Galindo Reyes, & Gutierrez Bañuelos, 2018)
Avena grano	2.36	kg	m ³	(Servin Palestina, Sánchez Gutiérrez, Ramírez Valle, Galindo Reyes, & Gutierrez Bañuelos, 2018)
Berenjena	1.5	litros x m ²	día	(Agromática, 2015)
Betabel	134	dam ³	15 ha	(SEMARNAT - IMTA, 2017)
Cacahuete	1750	m ³	ha	(Mateo Box, 2005)
Calabacita	1059	dam ³	183 ha	(SEMARNAT - IMTA, 2017)
Calabaza	6711.05	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Calabaza semilla o chihua	6711.05	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Camote	7500	m ³	ha	(Chamba Herrera, 2015)
Cártamo	0.37	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Cebada forrajera en verde	1655.78	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Cebada grano	1656.78	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Cebolla	5775.91	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Chicharo	5.05	kg	m ³	(Flores Velázquez, 2015)
Chile seco	1.3	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Chile verde	1.3	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Cilantro	59.9	kg	m ³	(González Pérez, 2017)
Col (repollo)	4500	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Coliflor	2750	m ³	ha	(Grupo Cooperativo Cajamar, 2019)
Comino	11	dam ³	ha	(SEMARNAT - IMTA, 2017)
Coquiá	15000	m ³	ha	(Colegio de Posgraduados, 2019)
Dátil	11000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Durazno	0.508	kg	m ³	(Ríos-Flores J. L., Torres-Moreno, Ruiz-Torres, Torres-Moreno, & Cantú-Brito, 2015)
Ejote	8442	lts	kg	(Ríos Flores, Torres Moreno, Torres Moreno, & Cantú Brito, 2017)
Espinaca	1747.77	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Flores	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Frijol	0.28	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Garbanzo grano	0.4	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Girasol	1470.55	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)

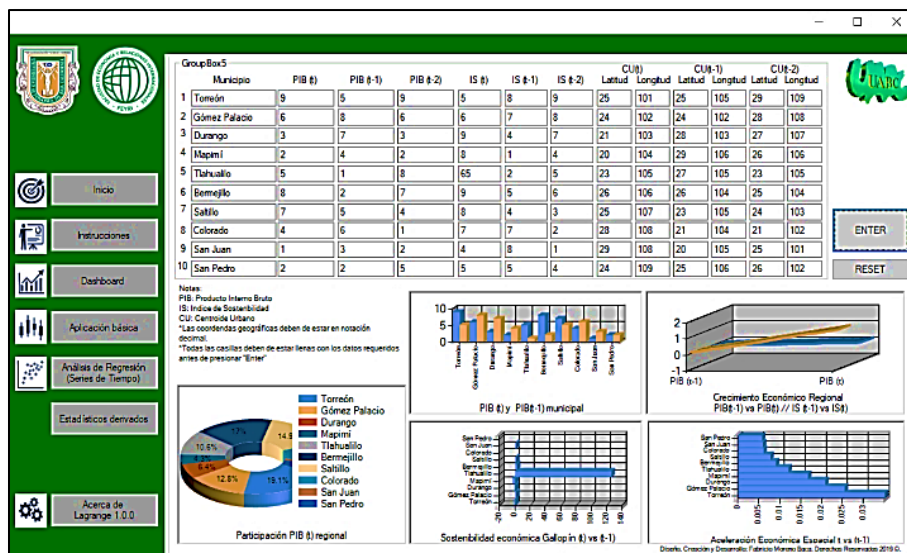
Girasol forrajero	1470.55	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Granada	4750	m ³	ha	(AgroEs, 2013)
Higo	3250	m ³	ha	(INNOVAGRI, 2018)
Lechuga	135	litros	m ²	(CIATA, 1998)
Maíz forrajero en verde	6163.99	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Maíz grano	5051.57	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Mano de león	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Mano de león (manejo)	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Manzana	1653.36	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Margarita	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Margarita (manejo)	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)
Melón	1.89	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Membrillo	3000	m ³	ha	(Poiree & Ollier, 1977)
Mijo	4600	lts	kg	(CEDRSSAR, 2015)
Naranja	6500	m ³	ha	(InfoAgro, n.d.)
Nopal forrajero	5340	m ³	ha	(Orona Castillo, Flores Hernández, Rivera González, Martínez, & Espinoza Arellano, 2002)
Nopalitos	5340	m ³	ha	(Orona Castillo, Flores Hernández, Rivera González, Martínez, & Espinoza Arellano, 2002)
Nuez	16969	m ³	ha	(Cifuentes Rodríguez, 2017)
Orégano	0.551	kg	m ³	(Villa-Castorena, Catalán-Valencia, Arreola-Ávila, Inzunza-Ibarra, & Román López, 2011)
Papa	4148.06	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Pastos y praderas	53.98	kg	m ³	(Chavarría Párraga, Pilaloe David, González Arteaga, & Párraga Muñoz, 2017)
Pastos y praderas achicalado	53.98	kg	m ³	(Chavarría Párraga, Pilaloe David, González Arteaga, & Párraga Muñoz, 2017)
Pepino	2.24	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Perejil	60	kg	m ³	(juicio propio)
Rábano	8680	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Remolacha forrajera	6684.78	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Sábila	1000	m ³	ha	(Jiménez Álvarez, López Gálvez, & Moreno Vega, 2012)
Sandía	2.46	kg	m ³	(Inzunza López, 2008)
Semilla de papa	4148.06	m ³	ha	(INFORIEGO, 2019)
Semilla de trigo grano	1818.82	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Sorgo escobero	4038.23	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Sorgo forrajero en verde	4038.23	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Sorgo grano	4038.23	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Tomate rojo (jitomate)	8138.54	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Tomate verde	8138.54	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Trigo forrajero verde	1818.82	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Trigo grano	1818.82	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Triticale forrajero en verde	2200.62	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Uva	10900	m ³	ha	(Callejas, et al., 2015)
Zanahoria	5901.45	m ³	ha	(Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León, 2015)
Zempoalxochitl	183,000	m ³	ha	(Tavera Terrones, Davila Perez, & Prado Naccha, 2004)

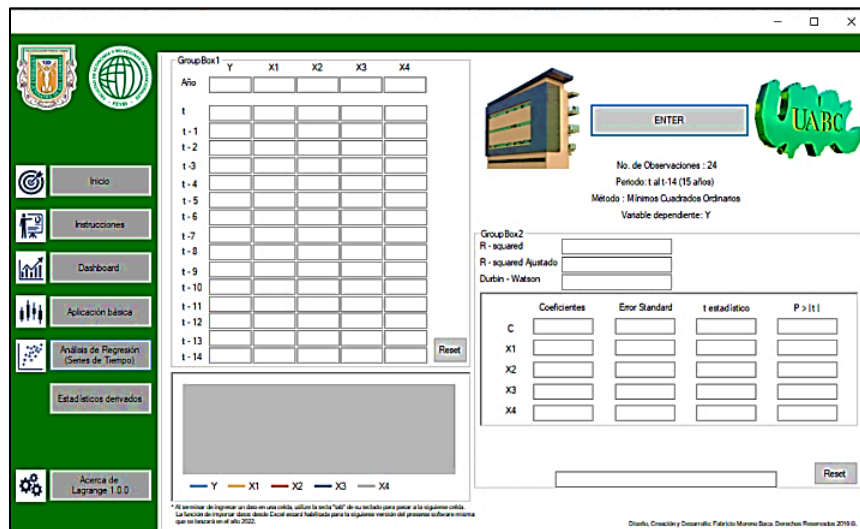
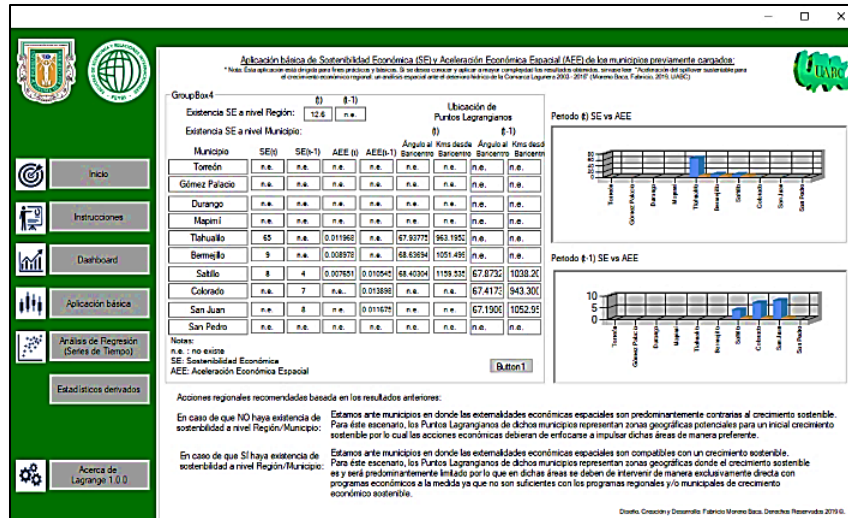
Nota: Elaboración propia

Anexo 14

Creación de software con base en los resultados obtenidos de la presente investigación

Con el fin de mostrar una aplicación práctica de los resultados obtenidos, se creó exclusivamente para la presente investigación un software diseñado en programación Visual Basic al cual se le designó el nombre de "LAGRANGE 1.0.0", dando como resultado más de 7,000 líneas de código. Las interfaces resultantes se pueden apreciar en las siguientes figuras:

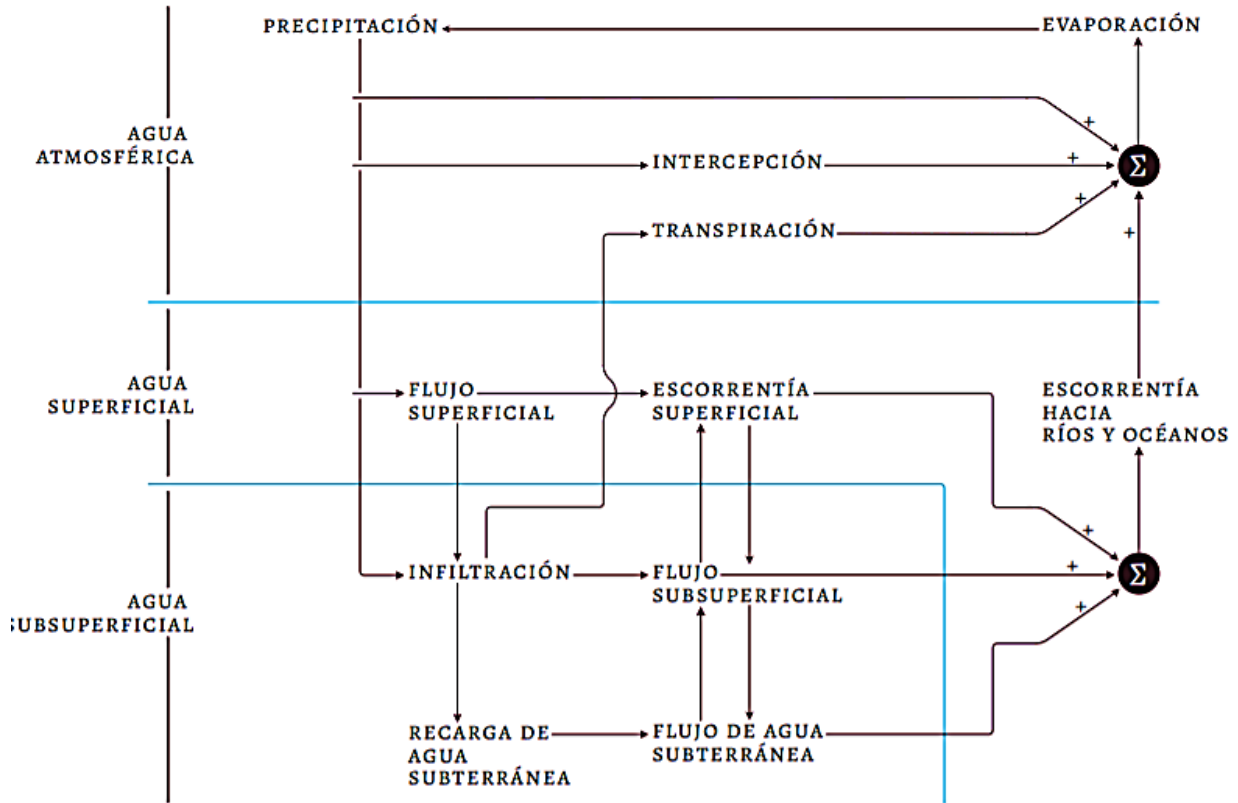




Dicho software automáticamente detecta la localización geográfica específica de las áreas a ser atendidas directamente para acelerar la inducción del spillover sustentable, una vez que detecte sostenibilidad hídrica con relación al crecimiento económico del municipio. Entre los resultados que arroja el software al respecto son: Bondad de ajuste (R-square y R-square ajustada), estadístico Durbin – Watson, matriz de correlaciones, análisis Jarque–Bera, análisis de heterocedasticidad, análisis de autocorrelación, análisis de multicolinealidad, errores estándar, t – estadísticos y p – valores. Tanto las líneas de código resultante así como el software en funcionamiento óptimo fueron entregados en tiempo y forma en mayo del 2020 quedando a disposición del Departamento de Economía Urbana y Regional de la UABC - FEyRI.

Anexo 15

Ciclo hidrológico Universal



Tomado de (El ciclo hidrológico y su significación ecológica), Córdova & Rodríguez, 2015, (<https://www.researchgate.net/publication/309203780>)

Glosario

Acuífero: “A las capas de roca - o de material no consolidado - lo suficientemente porosas para almacenar agua, y con la permeabilidad necesaria para permitir que el agua fluya a través de ellas en cantidades económicas y de calidad deseable, se les denomina acuíferos” (Price, 2010)

Análisis de envoltimientos de datos (DEA): “El DEA es usado comúnmente para evaluar la eficiencia relativa de un cierto número de Unidades Tomadoras de Decisión -UTD- (puede ser una empresa, un centro de salud, un hospital, una escuela, un departamento, división, organismo o centro de responsabilidad que consuma factores o recursos para obtener productos). Es, además, un método de puntos extremos y compara cada UTD con la UTD técnicamente más eficiente. En contraste al enfoque estadístico tradicional, que evalúa las UTD en relación a una UTD promedio, el análisis DEA radica primero en tener UTD homogéneas que puedan ser comparadas. Ello implica que con la información que proporcionan estas UTD se crea mediante la programación lineal un mejor productor "virtual" para cada productor real, donde el productor virtual no necesariamente existe, sino que es obtenido de la combinación de dos productores eficientes. Si el productor virtual es mejor que el productor real, tanto por hacer más producto con el mismo nivel de insumos o hacer la misma cantidad de producto con menos insumos; entonces, el productor real es ineficiente. El procedimiento para encontrar el mejor productor virtual puede ser formulado como un problema de programación para cada una de las UTD.” (Sanabria Montañez, 2003)

Análisis de frontera estocástica (SFA): “Las denominadas fronteras estocásticas surgieron motivadas en la idea de que las desviaciones con respecto a la frontera pueden no estar enteramente bajo el control de la firma analizada. Este enfoque utiliza una mezcla de términos de error de una y dos colas. Esto es, dada la mezcla de insumos, existe un máximo producto posible, pero este nivel máximo es aleatorio y no exacto. La idea es que los eventos eternos que afectan la función de producción se distribuyen normalmente (pudiendo la empresa enfrentarse a condiciones externas favorables o desfavorables, con una determinada probabilidad), en lugar de ser constantes. Una vez considerada la posibilidad de ruido estadístico, lo que resta es considerado ineficiencia.” (Ferro, 2007).

Análisis de multicointegración: Es ampliamente reconocido que la mayoría de las series de tiempo no estacionarias están integradas en orden 1, es decir que solo es necesaria lapzarlas una vez para que estas sean estacionarias. Sin embargo, algunas variables económicas importantes como precios, salarios, stock de capital, etc., pueden ser de orden 2. El análisis de multicointegración se aplica para resolver el análisis donde implican series de tiempo de diferente orden. (Engsted, Gonzalo, & Haldrup, 1997)

Análisis exploratorio de datos espaciales: “El Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) propone un conjunto de instrumentos que describen y visualizan las distribuciones espaciales; identifican las localizaciones atípicas y describen esquemas de asociaciones (autocorrelación espacial) y sugieren estructuras en el espacio geográfico (heterogeneidad espacial): todo lo cual permite una visualización científica para detectar los principales efectos espaciales. El conjunto de herramientas incluidas dentro del AEDE permite extraer algunas características de los datos georreferenciales. Su objetivo principal está relacionado con la identificación de excepciones locales o tendencias generales, ya sea en los datos o en sus relaciones.” (Barros Díaz & Aroca González, 2014)

Análisis numérico: “El Análisis numérico es una rama de las matemáticas que, mediante el uso de algoritmos iterativos, obtiene soluciones numéricas a problemas en los cuales la matemática simbólica (o analítica) resulta poco eficiente y en consecuencia no puede ofrecer una solución. En particular, a estos algoritmos se les denomina “métodos numéricos”. Por lo general los métodos numéricos se componen de un número de pasos finitos que se ejecutan de manera lógica, mejorando aproximaciones iniciales a cierta cantidad, tal como la raíz de una ecuación, hasta que se cumple con cierta cota de error. A esta operación cíclica de mejora del valor se le como iteración.” (Cortés Rosas, González Cárdenas, & Pinilla Morán, 2006)

Arsénico: “Elemento químico, cuyo símbolo es As y su número atómico, 33. El arsénico se encuentra distribuido ampliamente en la naturaleza (cerca de $5 \times 10^{-4}\%$ de la corteza terrestre). Es uno de los 22 elementos conocidos que se componen de un solo nucleido estable, $^{75}_{33}\text{As}$; el peso atómico es de 74.922. Se conocen otros 17 nucleidos radiactivos de As. El Arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de Arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. Los humanos pueden ser expuestos al Arsénico a través de la comida, agua y aire.” (Lenntech, 2019).

Autoregresión espacial: El modelo de autorregresión espacial es una extensión del modelo de regresión lineal y está dado por

$$y = \rho W y + x \beta + \epsilon$$

Donde ρ es un parámetro de autocorrelación espacial, “ y ” es un vector de observaciones regresivas con respecto a la variable dependiente, “ x ” es una matriz de observaciones de variables explicativas, “ W ” es la matriz de vecindad que contabiliza las relaciones espaciales o dependencias entre la información espacial, β es el vector de coeficientes de regresión, y ϵ es el vector de errores no observables. (Celik, Kazar, Shekhar, & Boley, s.f.)

Baricentro: Centro de masa común generado por la interacción de dos cuerpos. Su ecuación es directamente proporcional a la distancia que existe entre los centros de masa de cada uno de los cuerpos en cuestión, e inversamente proporcional a la suma de la unidad más la razón entre la masa del cuerpo menor con respecto a la masa del cuerpo mayor (Qiang, Gu, Cheng, Li, & Yang, 2002).

Clúster: “Es un agrupamiento sectorial de empresas. Son concentraciones geográficas de empresas interconectadas, proveedores especializados, entidades suministradoras de servicios en actividades relacionadas e instituciones asociadas como universidades, asociaciones de comercio y otras.” [Porter, 2003, citado por (Villalobos y Marín, 2007)].

Crecimiento endógeno: Es un modelo de crecimiento que rechaza la convergencia propuesta por el modelo neoclásico; critica el estado de equilibrio como resultado por parte de fuerzas exógenas; no está de acuerdo el hecho de que dos economías con diferentes tasas de inversión en capital físico y humano crezcan al mismo ritmo al largo plazo solo por el hecho de que ambas tengan acceso a la misma tecnología (Ros, 2004).

Cuenca hidrológica: “El área de terreno natural que avana hacia un río se denomina la cuenca del río o simplemente cuenca” (Price, 2010)

Forraje: “Se denomina así a las hierbas, pastos verdes o secos y, por extensión, diversas plantas u órganos vegetales que se emplean para alimentar los animales domésticos, especialmente, el ganado” (SENASA, 2015)

Fuerzas centripetas y centrífugas: “Para Krugman y Livas (1992), el modelo de geografía económica debe incluir una tensión entre una fuerza “centrípeta” que tiende a impulsar el crecimiento de la población y la producción dentro de aglomeraciones y una fuerza “centrífuga” que tiende a romper tales aglomeraciones. Una fuerza centrípeta puede incluir economías externas y una variedad de efectos de mercados, tales como los enlaces hacia atrás y hacia delante mencionados anteriormente. La fuerza centrífuga puede incluir deseconomías externas, tales como la congestión y contaminación, rentas de la tierra urbana, y el atractivo de desplazarse lejos de las altas localidades urbanas competitivas a los de menos competitividad rural” (Ceballos Álvarez, Ochoa García, & Pérez Cruz, 2006)

Función Cobb-Douglas: “La función de producción Cobb-Douglas es quizás la función de producción más utilizada en economía, basando su popularidad en su fácil manejo y el cumplimiento de las propiedades básicas que los economistas consideran deseables. Es la función de producción neoclásica por excelencia...la idea de la función de producción es muy intuitiva, pues representa combinaciones de los factores capital-trabajo y que satisface las propiedades de: a) rendimientos constantes a escala (homogeneidad de grado 1). Es decir, si el capital y el trabajo se incrementan en la misma proporción, la producción aumentará también en la misma proporción. B) Productividad marginal positiva y decreciente. Esta función es la que introduce el postulado más básico de la economía clásica, los rendimientos marginales decrecientes, tanto de capital como del trabajo.” (Sancho, 2002)

Función de cópulas: “El término cópula viene del sustantivo latino que significa lazo o unión y eso es exactamente a lo que se dedican las cópulas financieras a ver la relación e interdependencia entre variables aleatorias. La noción matemática de cópula fue introducida por Skalar en 1959 con el fin de descomponer una distribución de una función n-dimensional en dos partes, la distribución marginal de la función F_i y la cópula C , describiendo así la parte dependiente de distribución. En particular podemos definir una cópula como una función de distribución multivariante que se encuentra definida en el espacio cerrado n-dimensional $[0, 1]^n$, tal que las distribuciones marginales son asimismo uniformes en el intervalo $[0, 1]$.” (Rivas Pardini, 2018)

Heterogeneidad espacial: “surge cuando se trabaja en unidades espaciales heterogéneas entre sí, por ejemplo, regiones avanzadas del norte y atrasadas del sur, pudiendo estar, por tanto, directamente relacionada con la localización en el espacio...esta heterogeneidad puede ser el resultando tanto de un problema de inestabilidad estructural, debida a la falta de estabilidad en el espacio del comportamiento de una variable, como de heteroscedasticidad, debida a variables omitidas u otras formas de especificación erróneas que lleven a que el término de error de una regresión presente una varianza no constante.” (Moreno Serrano & Vayá Valcarce, 2000)

Huella hídrica: “Es un indicador de toda el agua que utilizamos en nuestra vida diaria; la que utilizamos para producir nuestra comida, en procesos industriales y generación de energía, así como la que ensuciamos y contaminamos a través de esos mismos procesos. Nos permite conocer el volumen de agua que aprovecha ya sea un individuo, un grupo de personas o consumidores, una región, país o la humanidad en su conjunto. La HH considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 componentes básicos: volumen, color/clasificación del agua, lugar de origen del agua, momento de extracción del agua” (WWF, 2012)

Índice de Malmquist: “El análisis de eficiencia es de tipo relativo; es decir, la eficiencia es una medida relativa; por otra parte, en la actividad productiva las unidades tomadoras de decisiones emplean insumos para obtenerla. Es generalmente aceptado que aquella unidad que con los mismos insumos obtenga más producto, o que para la misma cantidad de producto obtenido emplee menos insumos, es la más eficiente. Sin embargo, las unidades productivas pueden emplear distintas combinaciones de insumos en el tiempo, lo mismo que otras unidades con las que se compara, esto hace que la medición de la eficiencia productiva no sea directa. En México se tiene información del Producto Interno Bruto (PIB) de entidades federativas y, dada la escasez de recursos, es pertinente un estudio de la eficiencia de dichas entidades. Una medida adecuada de eficiencia es el índice de Malmquist (IM). El IM se ha empleado para estudiar servicios bancarios, hospitales, sectores agrícolas, etcétera. Tortosa-Ausina et al. (2003), Chul-Young et al. (2011), Nin-Pratt y Bingxin (2010). Con la característica de que se requieren por lo menos dos observaciones en el tiempo tanto de insumos como de productos. Una vez obtenidos estos, se puede ordenar las unidades analizadas en

términos de eficiencia, quedando el análisis estático. Aquí se emplea el índice de Malmquist para el estudio de la eficiencia de las entidades federativas de México, con la salvedad de que se comparan las combinaciones de insumos empleados para obtener el producto interno bruto estatal de varios años relativas a las condiciones de producción de un periodo base, lo que convierte este estudio en dinámico. El objetivo fue hacer un seguimiento de la eficiencia productiva de las entidades federativas en México, bajo la hipótesis de que dicha eficiencia es baja.” (Martínez-Damián, Brambila-Paz, & García-Mata, 2013)

Índice de Moran: “El test del Índice de Moran Global (IMG) es una medida generalizada en la econometría espacial para detectar autocorrelación espacial. Es muy útil para detectar incluso la influencia que tienen regiones más alejadas, cuando se calcula en base a matrices de contigüidad de órdenes sucesivos. Este índice es análogo al coeficiente de correlación, y sus valores se extienden a partir de 1 (autocorrelación espacial positiva fuerte) a -1 (autocorrelación espacial negativa fuerte) y cercano a 0 indica la no presencia de autocorrelación.” (Barros Díaz & Aroca González, 2014)

Intrarregional: movimiento entre lugares dentro de las regiones (van Dijk & Pellenburg, 2000)

Modelo de metafronteras: “El análisis por metafrontera es una aproximación que nos permite la comparación entre diferentes tecnologías. El modelo DEA tradicional analiza unidades de grupos homogéneos, esto es, supone el uso de una misma tecnología para el grupo de estudio. Sin embargo, si nos encontramos ante problemas heterogéneos, como por ejemplo en el argot futbolístico, comparar la eficiencia entre un defensa y el delantero, esto nos lleva a plantearnos métodos de resolución mediante metafrontera [O’Donell, Rao y Battese (2008)]. La metafrontera se puede considerar como un paraguas con todas las posibles fronteras y objetivos que nos genera la frontera homogénea para todo un conjunto de empresas heterogéneas [O’Donell, Rao y Battese (2004)]. El modelo nos devuelve el máximo en la salida para un conjunto de entradas usando la mejor tecnología. La medida de la eficiencia está profundamente ligada a la teoría de la producción y al concepto de función de distancia.” (Saborido Bermejo, 2013)

Movimiento browniano: “El movimiento Browniano trata acerca de la actividad aleatoria contemplada en las partículas que se localizan en un ambiente fluido, ya sea gas o líquido, como consecuencia de los choques, contra las moléculas que se encuentran presentes en dichos fluidos. Recibe este apelativo para honrar a su descubridor, el biólogo y botánico Robert Brown” (conceptodefinicion.de, 2011)

Piezometría: “Parte de la hidrología que estudia los métodos para determinar la cantidad de agua (subterránea) existente en un lugar sobre una capa impermeable de un terreno. Se entiende por cota o nivel piezométrico, a la altitud o profundidad (en relación a la superficie del suelo), del límite entre la capa freática y la zona vadosa en un acuífero. Este nivel se mide usando un piezómetro.” (CHGuadiana, 2019)

Stock de capital ajustado: “El stock de capital sin ajuste muestra una tendencia estable y creciente, mientras el ajustado muestra una tendencia más consistente con los ciclos que se generan en la economía. Periodos de expansión se traducen en mayor utilización del capital, generalmente no contabilizado al estimar el stock de capital sin ajuste. La brecha entre el capital ajustado y observado evidencia que el capital ajustado incorpora los cambios que se dan como consecuencia del ciclo económico.” (Aquino, 2015)

Teoría del medio continuo: “La naturaleza molecular de la estructura de la materia está bien establecida. No obstante, en numerosas investigaciones sobre el comportamiento de un material, no tiene ningún interés la consideración individual de las moléculas, y únicamente se considera de importancia el comportamiento del material como un todo. En estos casos el comportamiento macroscópico observado se explica frecuentemente prescindiendo de toda consideración molecular y, en su lugar, se da por hecho que la materia se halla distribuida en forma continua en todo su volumen, llenando por completo el espacio que ocupa. Este concepto de medio continuo de la materia es el postulado fundamental de la Mecánica del Medio Continuo. Dentro de las limitaciones para las que es válida la suposición de medio continuo, este concepto proporciona la base para estudiar de manera semejante el comportamiento de sólidos, líquidos y gases. La adopción del punto de vista de medio continuo, como base para la descripción matemática del comportamiento de un material significa que cantidades de campo, tales como tensión y desplazamiento, se expresan como funciones continuas para intervalos de las coordenadas del espacio y tiempo.” (Mase, 1978)

Triticale forrajero: “El triticale es un cereal que fue producto del cruzamiento realizado entre el trigo (género *Triticum*) y el centeno (género *Secale*). Su nombre se ha formado con la mitad del nombre de cada uno de los géneros de sus progenitores. El triticale, creado por fitogenetistas, es el primer cereal hecho por el hombre. En muchos de los ambientes ecológicos menos favorecidos del mundo, el triticale ofrece una doble esperanza: - El rendimiento y la calidad nutritiva entre otras características de importancia son iguales o superiores a las del trigo.- Presenta buen desarrollo en suelos pobres así como resistencia a las plagas y enfermedades típicas del centeno.” (infoagro, 2019)

Bibliografía

- (2012). En X. Ayneto Gubert, & M. Ferrer Ballester, *Mecánica del medio continuo en la ingeniería Teoría y problemas resueltos* (pág. 43). Barcelona: Iniciativa Digital Politécnica.
- Aarseth, S. J. (2003). *Gravitational N-Body Simulations: Tools and Algorithms*. Cambridge University Press.
- Abramson, G. (2015). *Mecánica Clásica*. Obtenido de Comisión Nacional de Energía Atómica: <https://fisica.cab.cnea.gov.ar/estadistica/abramson/notes/fuerzas-centrales.pdf>
- Abrate, G., & Ferraris, M. (Enero de 2010). *The Environmental Kuznets Curve in the Municipal*. Recuperado el Abril de 2019, de HERMES: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.637.2954&rep=rep1&type=pdf>
- Acemoglu, D.; Johnson, S.; Robinson, J.A.;. (2005). *Institutions as a Fundamental Cause of Long-Run Growth*. (P. A. Durlauf, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Handbook of Economic Growth: <https://ideas.repec.org/h/eee/grochp/1-06.html>
- AgroEs. (2013). *AgroEs*. Recuperado el 2019, de El granado, plantación y cultivo de granadas: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-frutales-y-fruticultura/granado/1111-el-granado-plantacion-y-cultivo-de-granadas>
- Agromática. (2015). *Claves y consejos en el cultivo de Berenjenas*. Recuperado el Julio de 2019, de <https://www.agromatica.es/el-cultivo-de-berenjenas/>
- agua.org. (26 de julio de 2013). *Comisión de Cuenca Alto Nazas A.C*. Obtenido de Fondo para la comisión y la educación ambiental a.c.: <https://agua.org.mx/biblioteca/comision-de-cuenca-alto-nazas-ac/>
- agualimpia.mx. (2019). *Filtro para eliminar Fluor y Arsénico del agua potable en México*. Recuperado el Abril de 2019, de [agualimpia.mx: https://www.agualimpia.mx/blogs/news/filtro-para-eliminar-fluor-y-arsenico-del-agua-potable-en-mexico](https://www.agualimpia.mx/blogs/news/filtro-para-eliminar-fluor-y-arsenico-del-agua-potable-en-mexico)
- Aguilar, L. (7 de Febrero de 2007). *Instituto de Astronomía - UNAM*. Recuperado el 2019, de http://www.astrosen.unam.mx/~aguilar/MySite/Teaching_files/Puntos_de_Lagrange.pdf
- AIMCRA. (2013). *Asociación de investigación para la mejora del cultivo de la remolacha azucarera*. Recuperado el Julio de 2019, de Avances en el riego de la remolacha: <https://www.aimcra.es/Publicaciones/Documentos/Revistas/Aimcra-Revista%20Especial%20Riego-web.pdf>
- Aldieri, L., & Vinci, P. (2017). *The Role of Technology Spillovers in the Process of Water Pollution Abatement for Large International Firms*. Obtenido de IDEAS: <https://ideas.repec.org/a/gam/jsusta/v9y2017i5p868-d99307.html>
- Alianza Uninorte. (22 de Marzo de 2015). *La agricultura consume el 70% del agua en el mundo*. Recuperado el Abril de 2019, de El Heraldo: <https://www.elheraldo.co/economia/la-agricultura-consume-el-70-del-agua-en-el-mundo-188535>
- Alviar Ramírez, M., Granda Carvajal, C., Pérez Puerta, L., Muñoz Mora, J., & Restrepo Ochoa, D. (2006). La curva ambiental de Kuznet para la calidad de agua: un análisis de su validez mediante raíces unitarias y cointegración. *Centro de Investigaciones económicas - Universidad de Antioquia*.
- Anita, S., Capasso, V., Kunze, H., & La Torre, D. (2013). *Optimal Control and Long-Run Dynamics for a Spatial Economic Growth Model with Physical Capital Accumulation and Pollution Diffusion*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/257294406_Optimal_Control_and_Long-Run_Dynamics_for_a_Spatial_Economic_Growth_Model_with_Physical_Capital_Accumulation_and_Pollution_Diffusion
- Aquino, J. (Diciembre de 2015). *Estimación de la productividad total de factores de Paraguay: mediaciones alternativas*. Recuperado el Abril de 2019, de Secretaría de Economía - Paraguay: http://www.economia.gov.py/application/files/4314/6489/4258/Estimacion_de_la_PTF_VF3_ppt.pdf
- Aranceta Bartina, Javier; Serra Majem, Lluís;. (2005). *Leche, lácteos y salud*. Recuperado el Abril de 2019, de Médica Panamericana: <http://bit.ly/2PuegAg>
- Arguedas-Arguedas, O. (2009). *La pregunta de investigación*. Recuperado el Abril de 2019, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/434/43411939006.pdf>
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C., . . . Pimentel, D. (1995). *Economic growth, carrying capacity, and the environment*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de scribd: <https://es.scribd.com/document/407642385/Indice>
- Asselin-Balencon, Anne C.; Jolliet, Olivier;. (2014). *Metrics and indices to assess the life cycle costs and greenhouse gas impacts of a dairy digester*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Journal of cleaner production: <http://bit.ly/2L2h9di>
- Attanasio, A. (11 de Enero de 2018). *Especial BBC Mundo: la paradoja del Poopó, el lago de Bolivia que aparece y desaparece*. Recuperado el Abril de 2019, de BBC News mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-42414429>

- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). *R-D Spillovers and the Geography of Innovation and Production*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/220019658_R-D_Spillovers_and_the_Geography_of_Innovation_and_Production
- Ávila Macedo, J. J. (2006). *Economía*. Umbral Editorial.
- Ávila Macedo, Juan José;. (2006). *Economía*. (U. Editorial, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de books.google: <http://bit.ly/bookseconomiaavilamacedo>
- AVSI. (2008). *Capital Humano, recurso para el desarrollo*. Obtenido de academia.edu: https://www.academia.edu/10708815/CAPITAL_HUMANO_recurso_para_el_desarrollo
- Banco Mundial. (2019). *Proyecto de capital humano*. Obtenido de Worldbank.org: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/418491566980108325/pdf/The-Human-Capital-Project.pdf>
- Bao, C., & Chen, X. (2017). *Spatial econometric analysis on influencing factors of water consumption efficiency in urbanizing China*. Recuperado el Abril de 2019, de Journal of Geographical Sciences: <http://www.geogsci.com/EN/10.1007/s11442-017-1446-9>
- Bao, C., & Chen, X. (2017). *Spatial econometric analysis on influencing factors of water consumption efficiency in urbanizing China*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/320043224_Spatial_econometric_analysis_on_influencing_factors_of_water_consumption_efficiency_in_urbanizing_China
- Barajas, H., & Gutiérrez, L. (2012). *La importancia de la infraestructura física en el crecimiento económico de los municipios de la frontera norte*. Obtenido de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-69612012000100003
- Barnes, J., & Hut, P. (1986). *A hierarchical O(N log N) force-calculation algorithm*. (N. p. group, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=61758486&lang=es&site=eds-live>
- Barrientos, C. (6 de Febrero de 2010). Fallece Enrique Vázquez, creador del Plan MEVA. *El Siglo de Torreón*.
- Barrientos, C. (6 de Febrero de 2010). Fallece Enrique Vázquez, creador del Plan MEVA. *El Siglo de Torreón*.
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*.
- Barros Díaz, O., & Aroca González, P. (9 de Septiembre de 2014). *Econometría espacial y el análisis sociodemográfico. Aplicación en la formación de agrupaciones espaciales de envejecimiento en Cuba, periodo 2003-2009*. (N. e. Población, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: <http://scielo.sld.cu/pdf/rnp/v10n20/rnp010214.pdf>
- Bartra, A. (1978). *Colectivización o Proletarización: el caso del Plan Chontalpa*. Recuperado el Abril de 2019, de Un pensamiento mundano: <https://unpensamientomundano.files.wordpress.com/2015/02/c2aecolectivizacic2a2n-o-proletarizacic2a2n.pdf>
- Bateman, I. J., Lovett, A., & Brainard, J. (2003). *Applied Environmental Economics*. (C. U. Press, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de the-eye: <http://bit.ly/appliedenvironmentaleconomics>
- Becker, N. (1995). *Value of moving from central planning to a market system: lessons from the Israeli water sector*. (ftagecon, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.E8056A53&lang=es&site=eds-live>
- Bell, S., & Morse, S. (2008). *Sustainability Indicators Measuring the Immeasurable*. (earthscan, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de u-cursos: https://www.u-cursos.cl/ciencias/2015/2/CS06067/1/material_docente/bajar?id_material=1210909
- Benítez Rivas, M. (2007). *Repositorio UAAAN*. Obtenido de Densidad de Población en cultivo bajo condiciones de riego de Agave durangensis Gentry de dos años de edad: http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2398/1198_MARTIN%20ESAU%20BENITEZ%20RIVAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bergalli, R., Bustos, J., & Miralles, T. (1983). *El pensamiento criminológico I - Un análisis crítico*. Obtenido de SIJUFOR: https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/el_pensamiento_criminologico_-_tomo_i_-_bergalli_roberto__bustos_ramirez_juan_y_miralles.pdf
- Bertin, F., Baseler, L., Wilson, C., Kritchevsky, J., & Taylor, S. (2013). *Arsenic Toxicosis in Cattle: Meta-Analysis of 156 Cases*. (JVetInternMed, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de onlinelibrary.wiley.com: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jvim.12124>
- Bian, Y., Yan, S., & Xu, H. (2013). *Efficiency evaluation for regional urban water use and wastewater decontamination systems in China: A DEA approach*. Obtenido de ScienceDirect ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921344913002553>

- Blitzer, E. J., Dormann, C. F., Holzschuh, A., Klein, A.-M., & Rand, T. A. (2012). *Spillover of functionally important organisms*. Recuperado el 2019, de <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=1840&context=usdaarsfacpub>
- Booker, J., & Young, R. (1994). *Modeling intrastate and interstate markets for Colorado River Water resources*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edsbig&AN=edsbig.A15096166&lang=es&site=eds-live>
- Borchers, M. (Diciembre de 2013). *Milk Price and Production Comparison Tool*. Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/306373233_Milk_Price_and_Production_Comparison_Tool
- Bours, Enrique A.; (2008). *La Eficiencia y su Medición. Historia intelectual de la Eficiencia en Economía*. Recuperado el Abril de 2019, de ebour: http://www.ebour.com.ar/ensayos_meyde2/La%20Eficiencia%20y%20su%20Medicion.pdf
- Bravo Pérez, H. M. (2003). *Un análisis económico de los derechos de propiedad del agua. Aplicación a dos regiones hidrológicas mexicanas*. (U. A. Barcelona, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2ZGUwOS>
- Briseño Ramírez, H., & Declé Castro, J. (2016). Factores asociados al consumo urbano de agua en México: la importancia de la tarifa. *Economía - Universidad de Cuenca*.
- Brock, W. A., Xepappadeas, A., & Yannacopoulos, A. N. (2014). *Spatial externalities and agglomeration in competitive industry*. (E. Journal of Economic Dynamics and Control, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IDEAS: <https://ideas.repec.org/p/aeu/wpaper/1336.html>
- Byrnes, J., Dollery, B., & Villano, R. (2010). *The relative economic efficiency of urban water utilities in regional New South Wales and Victoria*. Obtenido de EconPapers: https://econpapers.repec.org/article/eeeresene/v_3a32_3ay_3a2010_3ai_3a3_3ap_3a439-455.htm
- Caballero Romero, A. (2013). *Metodología integral innovadora para planes y tesis. La metodología del cómo formularlos* (1ra. ed.). Octubre, Ciudad de México, México: CENGAGE Learning.
- Caballero Romero, Alejandro; (2013). *Metodología integral innovadora para planes y tesis. La metodología del cómo formularlos* (1ra. ed.). Octubre, Ciudad de México, México: CENGAGE Learning.
- Caglayan, M., Flamini, A., & Jahanshahi, B. (2016). *Organized crime and Human Capital*. Obtenido de Techno Luddites Inc.: https://editorialexpress.com/cgi-bin/conference/download.cgi?db_name=EAESEM2017&paper_id=2764
- Cain, P., Anwar, M., & Rowlinson, P. (Mayo de 2007). *Assessing the critical factors affecting the viability of small-scale dairy farms in the Punjab region of Pakistan to inform agricultural extension programmes*. (D. f. administration, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de <http://bit.ly/BIBLIOUABCassessingthecriticalfactors>
- Calafati, R. O. (6 de Junio de 2017). *Estrategias para el tratamiento de datos faltantes ("missin data") en estudios con campos longitudinales*. Recuperado el Abril de 2019, de Universidad Abierta de Cataluña: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/64085/6/romancalafatiTFG0617memoria.pdf>
- Calaprice, A. (2011). *The Ultimate Quotable Einstein*. Princeton University Press.
- Callejas, R., Seguel, O., Saavedra, R., Rioseco, M., Bustamante, C., & Camilla, D. (2015). *Universidad de Chile*. Recuperado el 2019, de Uso eficiente del agua de riego en la producción de uva para Pisco, provincia del Choapa: http://www.agren.cl/antumapu_profesional/articulos/11/Paquete_Tecnologico_Antumapu_Profesional.pdf
- Camarillo, Mary Kay; Hanlon, Jeremy S.; Jue, Michael B.; Stringfellow, William T.; (2012). *Economic sustainability of a biomass energy project located at a dairy in California, USA*. Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCeconomicsustainabilityofabiomass>
- Campo Galego. (25 de Agosto de 2017). *¿Cómo evolucionó la producción de leche en el mundo en los últimos años?* Recuperado el Abril de 2019, de Campo Galego: <http://bit.ly/campogalegoleche>
- Candelo Álvarez, A. F. (2014). *Relación entre instituciones y desempeño económico: un análisis exploratorio para el caso departamental en Colombia*. (U. d. Valle, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de bigliotecadigital: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8197/1/0508814-P-E-15.pdf>
- Canedo, F. (6 de Agosto de 2019). Derechos de agua serían por 423 mdp. *El Siglo de Torreón*.
- Canedo, F. (3 de agosto de 2019). Millonaria inversión en agua. *El Siglo de Torreón*.
- Canedo, F. (1 de agosto de 2019). Opera Irritila con pocos recursos. *El Siglo de Torreón*.
- Canedo, F. (13 de Octubre de 2019). Preocupa extracción ilegal. *El Siglo de Torreón*.
- Canedo, F. (11 de agosto de 2019). Priorizan protección de acuífero. *El Siglo de Torreón*.
- Canedo, F. P. (17 de Noviembre de 2019). Pega subocupación y desempleo. *El Siglo de Torreón*.

- Carmona, F. (Noviembre de 2001). *Modelos lineales*. (D. d'Estadística, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Universitat de Barcelona: <http://www.ub.edu/stat/docencia/Diplomatura/ModelsLineals/regre.pdf>
- Casey, N. (7 de Julio de 2016). *Sin éste lago, ¿ a dónde irémos?: Los nuevos refugiados climáticos de Bolivia*. Recuperado el Abril de 2019, de The New York Times ES: <https://www.nytimes.com/es/2016/07/07/sin-este-lago-adonde-iremos-los-nuevos-refugiados-climaticos-de-bolivia/>
- Castaña, A., Correa, J., Estrada, L. A., & Guzmán, N. A. (2013). *Valoración económica de la mortalidad en la región caribe de Colombia, 2004 - 2008*. Obtenido de SCIELO: <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v16n33/v16n33a07.pdf>
- Ceballos Álvarez, G. I., Ochoa García, R., & Pérez Cruz, J. A. (Junio de 2006). *La geografía económica y los determinantes de la localización industrial: simulación del modelo centro-periferia en un contexto de competencia monopolística*. (U. A. Tamaulipas, Editor) Recuperado el Abril de 2019, de Contribuciones a la Economía: <http://www.eumed.net/ce/2006/jpc.htm>
- CEDRSSAR . (2015). *La agricultura y la gestión sustentable del agua en México* . Obtenido de CEDRSSA: http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/100Reporte_FINALLa_agricultura_y_la_gestion_sustentable_del_agua_19-01-2015_PDF.pdf
- Cejudo, Guillermo M.; Gerhard, Roberto; Zabaleta, Dionisio;. (Septiembre de 2014). *Guía de indicadores de buen gobierno en las entidades federativas*. (CIDE, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SSRNS: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2477990
- Celemin, J. P. (2009). *Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: Importancia, estructura y aplicación*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/317536284_Autocorrelacion_espacial_e_indicadores_locales_de_asociacion_espacial_Importancia_estructura_y_aplicacion
- Celik, M., Kazar, B. M., Shekhar, S., & Boley, D. (s.f.). *Parameter estimation for the spatial autoregression model A rigorous approach*. Recuperado el Abril de 2019, de Universidad de Minnesota (Computer Science): <https://www-users.cs.umn.edu/~boley/publications/papers/NASA06.pdf>
- Central Arizona Project. (29 de Febrero de 2020). *Central Arizona Project*. Obtenido de Bienvenido.
- CEPAL. (1994). *Salud, equidad y capital humano en el Istmo Centroamericano*. Obtenido de Repositorio Digital - Comisión Económica para América Latina y el Caribe: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/27068>
- CEPAL (Ed.). (Agosto de 1996). *Competitividad Sistémica: Nuevo Desafío a las empresas y a la política*. Recuperado el Abril de 2019, de CEPAL Repositorio Digital: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/12025>
- CEPAL. (2014). *La autocorrelación espacial (territorial)*. Recuperado el Abril de 2019, de Guía para estimar la pobreza infantil: <https://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/guia-contenido-442.php>
- Cerutti, M., & Rivas Sada, E. (Junio de 2008). *La construcción de la cuenca lechera en la Laguna (1948–1975)*. (U. d. Monterrey, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: <http://bit.ly/2W6NzEy>
- Cervantes Escoto, Fernando;. (Mayo de 2001). *Modernización de la ganadería lechera familiar en los altos de Jalisco. Problemática y perspectivas*. (U. A. Chapingo, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CIESTAAM: <http://ciestaam.edu.mx/tesis/modernizacion-la-ganaderia-lechera-familiar-en-los-altos-jalisco-problematica-perspectivas/>
- Cervantes Ramírez, M. C., & Franco González, A. M. (2010). *Capítulo 5 Diagnostico Inicial del medio físico*. (Á. S. Álvaro López López, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UNAM-IGG: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/20/19/57-1?inline=1>
- Cesín Vargas, Alfredo; Cervantes Escoto, Fernando; Álvarez Macías, Adolfo;. (2009). *La lechería familiar en México*. (U. A. Chapingo, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CIESTAAM: <http://ciestaam.edu.mx/libro/la-lecheria-familiar-en-mexico/#respond>
- Chakraborty, S., & Das, M. (2005). *Mortality, human capital and persistent inequality*. Obtenido de Faculty Microcomputer Resourcer Center - Boston College: <http://fmwww.bc.edu/repec/esNASM04/up.24714.1074032197.pdf>
- Chamba Herrera, L. (2015). *SlideShare*. Recuperado el 2019, de Cultivo del camote para el mercado: <https://es.slideshare.net/jesusdavidramoscruz/cultivo-delcamote>
- Chaney, T. (2011). *The gravity equation in international trade: an explanation*. (U. o. Chicago, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Toulouse School of Economics: <https://www.tse-fr.eu/sites/default/files/medias/doc/by/chaney/distance.pdf>
- Charles-Cadogan, G. (Agosto de 2018). *Losses Loom Larger Than Gains and Reference Dependent Preferences in Bernoulli's Utility Function*. (J. o. Organization, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate:

- https://www.researchgate.net/publication/327690511_Losses_Loom_Larger_Than_Gains_and_Reference_Dependent_Preferences_in_Bernoulli's_Utility_Function
- Chavarría Párraga, J. E., Pilaloe David, W. O., González Arteaga, C. E., & Párraga Muñoz, L. E. (2017). *Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto Pennisetum sp.* Obtenido de Ciencias Agrarias/Agricultural Sciences: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6261818.pdf>
- Chavarría-Párraga, J. E., Pilaloe David, W. O., González Arteaga, E. G., & Párraga Muñoz, L. E. (2017). *Dialnet*. Recuperado el 2019, de Restricción del riego en la producción de biomasa del pasto Pennisetum sp: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6261818>
- Chen, K., Liu, X., Ding, L., Huang, G., & Li, Z. (2016). *Spatial characteristics and Driving factors of provincial wastewater discharge in China*. Recuperado el Abril de 2019, de National center for biotechnology information: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5201362/pdf/ijerph-13-01221.pdf>
- Chen, Q., Ai, H., Zhang, Y., & Hou, J. (Enero de 2019). *Marketization and water resource utilization efficiency in China*. (E. inc., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2GwNQdh>
- Chen, Q., Ai, H., Zhang, Y., & Hou, J. (2019). *Marketization and water resource utilization efficiency in China*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210537918301847>
- Chen, Q., Ai, H., Zhang, Y., & Hou, J. (2019). *Marketization and water resource utilization efficiency in China*. Obtenido de ScienceDirect Elsevier: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210537918301847>
- Chen, X., Qi, Z., Gui, D., & Gu, Z. (2019). *Simulating impacts of climate change on cotton yield and water requirement using RZWQM2*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/333749127_Simulating_impacts_of_climate_change_on_cotton_yield_and_water_requirement_using_RZWQM2
- Cheng, Z. (2016). *The spatial correlation and interaction between manufacturing agglomeration and environmental pollution*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X15006111?via%3Dihub>
- CHGuadiana. (2019). *Piezometría*. Recuperado el Abril de 2019, de Confederación Hidrográfica del Guadiana O.A.: <https://www.chguadiana.es/cuenca-hidrografica/hidrologia/aguas-subterranas/piezometria>
- CIATA. (1998). *Producción de lechuga*. Obtenido de Tecnología Agroalimentaria: <http://www.serida.org/pdfs/271.pdf>
- Cifuentes Rodríguez, R. (2017). *Productividad agrícola del agua, suelo, capital y trabajo en el cultivo de nogal (Carya illinoensis) en San Pedro, Coahuila*. Obtenido de Repositorio UAAAN: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42224/REYNAU%20CIFUENTES%20RODRIGUEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Coe, D., Helpman, E., & Hoffmaister, A. W. (2008). *International R&D spillovers and Institution*. Obtenido de International Monetary Fund: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2008/wp08104.pdf>
- Cogliatti, M. (2012). *Semantic Scholar*. Obtenido de El Cultivo del Alpiste (Phalaris canariensis L.): <https://pdfs.semanticscholar.org/a0a3/40bf34282194ef652a61497f89031e29d564.pdf>
- Colegio de Posgraduados. (2019). *Coquia - Guía Técnica*. Recuperado el 2019, de <http://www.colpos.mx/COQUIA/Coquia.htm>
- Colima Valadez, L. M. (2016). *Servicios de agua entubada y drenaje y la salud pública en los municipios de México*. Obtenido de CISE UADEC : https://www.cise.uadec.mx/downloads/tesis/Doctorado2012-2016_CVLM.PDF
- CONACYT-REDGATRO. (2015). *Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la ganadería bovina tropical*. (CONACYT-UNAM-INIFAP, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/302868958_SALUD_ANIMAL_EN_BOVINOS_DEL_TROPICO_MEXICANO
- CONAGUA. (2017). *Atlas del Agua en México 2017*. (S. d. Naturales, Editor) Recuperado el Abril de 2019, de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/publicaciones-estadisticas-y-geograficas-60692>
- CONAGUA. (2018). *Ley Federal de Derechos - Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales 2018*. Ciudad de México: SEMARNAT.
- CONAGUA. (2018). *Valores preliminares que integran las fórmulas que establece el artículo 231 de la Ley Federal de Derechos, con los que cuenta la Comisión Nacional del Agua al mes de septiembre del 2018*. Recuperado el Abril de 2019, de Gobierno de México.: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/valores-preliminares-de-las-formulas-que-establece-el-art-231-de-la-ley-federal-de-derechos-con-los-que-cuenta-la-conagua-a-septiembre-2018>
- CONAGUA. (2019). *Piezometría 1975-2018 Acuífero Principal - Laguna. Torreón, Coahuila, México*.
- CONAGUA. (2019). *Sistema Nacional de Información del Agua*. Recuperado el 2019, de <http://sina.conagua.gob.mx/sina/tema.php?tema=acuíferos>

- conceptodefinicion.de. (2011). *Definición de Movimiento Browniano*. Recuperado el Abril de 2019, de conceptodefinicion de: <https://conceptodefinicion.de/movimiento-browniano/>
- Coniglio, N., Celi, G., & Scagliusi, C. (2010). *Organized Crime, Migration and Human Capital Formation: Evidence from the South of Italy*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/46467675_Organized_Crime_Migration_and_Human_Capital_Formation_Evidence_from_the_South_of_Italy
- contextoganadero.com. (2019). *9 causas de muerte súbita en los bovinos*. Recuperado el Abril de 2019, de contextoganadero.com: <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/9-causas-de-muerte-subita-en-los-bovinos>
- Cook, J. (20 de Mayo de 2010). *Unprecedented warming in Lake Tanganyika and its impact on humanity*. Recuperado el Abril de 2019, de Skeptical Science: <https://skepticalscience.com/news.php?p=1&t=154&n=201>
- Córdova, J. R., & Rodríguez, I. (2015). *El ciclo hidrológico y su significación ecológica*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/309203780_El_ciclo_hidrologico_y_su_significacion_ecologica
- Cornejo, M. (2015). *La orientación sostenible de la innovación en las empresas españolas. La relevancia del desempeño innovador*. Obtenido de Universidad de Salamanca: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/128114/IUECyT_CornejoCa%F1amaresM_Orientaci%F3nsostenibleem presas.pdf;jsessionid=28DEA8542C44A7EEAA678C1EB5942D1C?sequence=1
- Cortés Rosas, J. J., González Cárdenas, M. E., & Pinilla Morán, V. D. (2006). *Introducción al Análisis numérico y tratamiento*. Recuperado el Abril de 2019, de Ingeniería UNAM: <http://www.ingenieria.unam.mx/~pinilla/Intro/Introduccion.pdf>
- Cottineau, C., Finance, O., Hatna, E., Arcaute, E., & Batty, M. (Febrero de 2018). *Defining urban clusters to detect agglomeration economies*. Recuperado el Abril de 2019, de SAGE Journals: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/2399808318755146>
- Coutiño G., Á. (Marzo de 2016). *La propuesta institucionalista frente al modelo neoclásico*. (U. Galileo, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de slideshare: <https://es.slideshare.net/alvarocoutino/la-propuesta-institucionalista-frente-al-modelo-neoclsico>
- Covey, S. R. (1994). *Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva : la revolución ética en la vida cotidiana y en la empresa*. México: Paidós.
- Cramb, S. M., Duncan, E. W., White, N. M., Baade, P. D., & Mengersen, K. L. (2016). *Spatial Modelling Methods*. Obtenido de Cancer Council Queensland & Queensland University of Technology: <https://cancerqld.blob.core.windows.net/site/content/uploads/2018/12/Statistical-Methods-Report-2016.pdf>
- creativecommons.org. (2017). *Radial acceleration Earth-Moon Lagrangian*. Obtenido de <https://search.creativecommons.org/photos/32b1e47e-4d9b-46d0-8310-575d85fe966d>
- Cruz, M. (2006). *¿Pueden las reservas internacionales contribuir al crecimiento mexicano?* Obtenido de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2006000200007
- Cuéllar Chávez, R. (18 de Octubre de 2019). Paradigmas del agua. *El Siglo de Torreón*.
- Cuéllar Martínez, D. (2014). *Deserción escolar en educación media superior: análisis de los factores escolares para la toma de decisiones de política pública*. Obtenido de FLACSO Repositorio: https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/21/1/Cuellar_D.pdf
- Cuenca Nazas - Aguanaval. (2 de Febrero de 2020). *cuenca nazas aguanaval.org*. Obtenido de Cuenca Nazas-Aguanaval.
- Cuencas Centrales del Norte CONAGUA. (2019). *Piezometría 1975-2018 Acuífero Principal - Laguna. Torreón, Coahuila, México*.
- Cueva, F. J., & Oñate, F. R. (2010). *Manual del relleno de datos de precipitación mediante correlación ortogonal*. (L. v. Hidrología, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de DocPlayer: <https://docplayer.es/51768926-Manual-del-relleno-de-datos-de-precipitacion-mediante-correlacion-ortogonal.html>
- Dahl, A. L., Moldan, B., & Hák, T. (2007). *Sustainability Indicators : A Scientific Assessment*. (I. Press, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=224077&lang=es&site=eds-live>
- Dairy Australia. (2015). *Sustainable Farm Profitability 2015*. (ADIC, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de australiandairyfarmers: <http://www.australiandairyfarmers.com.au/PDF/Farm-profitability-Report-2015-Final.pdf>
- DANOBAT. (24 de Mayo de 2013). *Importancia de la velocidad y la aceleración de ejes en una máquina de corte láser*. Recuperado el Abril de 2019, de DANOBAT: <http://www.sheetmetalprocessingmachines.com/es/importancia-de-la-velocidad-y-la-aceleracion-de-ejes-en-una-maquina-de-corte-laser/>

- de la Fuente García, D., Puente García, J., & Parreño Fernández, J. (1995). *Métodos de localización*. Asturias: Universidad de Oviedo. Servicio de Publicaciones.
- Delgado, C., Correa, Z., & Conde, Y. A. (Mayo de 2013). *El Efecto spillover: impacto social de la investigación y desarrollo universitario*. (B. e. Agroindustrial, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11nspe/v11nespa12.pdf>
- Demmel, J. (11 de Abril de 1996). *Fast Hierarchical Methods for the N-body Problem, Part 1*. (beltoforion.de, Editor, & beltoforion.de, Productor) Recuperado el 2019, de The Barnes-Hut Algorithm: <https://people.eecs.berkeley.edu/~demmel/cs267/lecture26/lecture26.html>
- Di Doménico, A., & De Bona, G. (2005). *Activos intangibles en organizaciones de educación superior: medición e indicadores del capital intelectual*. Obtenido de Facultad de Ciencias Económicas y Sociales - Universidad Nacional de Mar del Plata: <http://nulan.mdp.edu.ar/725/>
- Díaz Jara, P. (2015). *Modelamiento hidrogeológico para estimar el caudal óptimo de la parte baja del acuífero del valle del río Lurín*. Recuperado el Abril de 2019, de CyberTesis Universidad Ricardo Palma: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1039/1/DIAZ_PJ.pdf
- Dinar, A., & Wolf, A. (1994). *Middle East Hydropolitics and Equity Measures for WaterSharing Agreements*. Obtenido de Journal of Social, Political & Economic Studies: <https://www.questia.com/library/journal/1P3-7269596/middle-east-hydropolitics-and-equity-measures-for>
- Dinar, A., & Wolf, A. (1994b). *International Markets for Water and Potential for Regional Cooperation: Economic and Political Perspectives in the Western Middle East*. Obtenido de The university of Chicago press journal: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/452135>
- Ding, Huiping; Fu, Yanan; Zheng, Lucy; Yan, Zhu;. (2019). *Determinants of the competitive advantage of dairy supply chains: Evidence from the Chinese dairy industry*. (E. International Journal of Production Economics, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IDEAS: <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v209y2019icp360-373.html>
- Diogo, V.; Koomen, E.; Kuhlman, T.;. (2015). *An economic theory-based explanatory model of agricultural land-use patterns: The Netherlands as a case study*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de KUNDOC: <http://bit.ly/kundochthenetherlandspatterns>
- Douady, Rapahel; Kornprobst, Antoine;. (2017). *An Empirical approach to financial crisis indicators based on random matrices*. (U. P. Panthéon-Sorbonne, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de arxiv.org: <https://arxiv.org/pdf/1506.00806.pdf>
- Drut, M., & Mahieux, A. (2015). *Correcting agglomeration economies: How air pollution matters*. Obtenido de RSAI The regional science association international: <https://rsaiconnect.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/pirs.12190>
- Dussel Peters, Enrique;. (2018). *Cadenas globales de Valor. Metodología, teoría y debates* (1ra ed.). Ciudad de México, México: UNAM/Centro de Estudios China-México.
- Easterly, W., & Levine, R. (2002). *Tropics, Germs, and Crops: How Endowments Influence Economic Development*. Recuperado el Abril de 2019, de The National Bureau of Economic Research: <https://www.nber.org/papers/w9106>
- ecodiario. (9 de Agosto de 2016). *El lago Tanganica se muere: África podría perder una fuente de alimentación clave*. Recuperado el Abril de 2019, de EcoDiario.es: <https://ecodiario.economista.es/medio-ambiente/noticias/7756310/08/16/El-lago-Tanganica-se-muere-Africa-podria-perder-una-fuente-de-alimentacion-clave.html>
- Ehrenfeld, J. (2008). *Putting a Spotlight on Metaphors and Analogies in Industrial Ecology*. Obtenido de Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/108819803766729131>
- EJATLAS. (25 de Junio de 2017). *Cotton production at Aral Sea, Uzbekistan and Turkmenistan*. Recuperado el Abril de 2019, de Environmental Justice Atlas: <https://ejatlas.org/conflict/the-aral-sea-dried-due-to>
- El Siglo de Torreón. (1 de Mayo de 2019). *No se puede seguir creciendo en La Laguna con cuencas lecheras: AMLO*. Recuperado el Mayo de 2019, de El Siglo de Torreón: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1572168.no-se-puede-seguir-creciendo-en-la-laguna-con-cuencas-lecheras-amlo.html>
- El Siglo de Torreón. (11 de Febrero de 2020). CONAGUA, sin recursos para evaluar calidad y cantidad de agua. *El Siglo de Torreón*, págs. <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1672108.conagua-sin-recursos-para-evaluar-calidad-y-cantidad-de-agua.html>
- Eleftheriadou, E., & Mylopoulos, Y. (2008). *Game Theoretical Approach to Conflict Resolution in Transboundary Water Resources Management*. Obtenido de ASCE Library: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%290733-9496%282008%29134%3A5%28466%29>

- Elizalde, A. (2003). *Desde el "Desarrollo Sustentable" hacia sociedades sustentables*. Obtenido de <https://journals.openedition.org/polis/7154>
- Enfermedades Arsénico. (2014). Recuperado el Abril de 2019, de enfermedadesarsenico.blogspot.com/2014/11/sintomasy-afecciones-de-la-intoxicacion.html
- Engsted, T., Gonzalo, J., & Haldrup, N. (1997). *Testing for multicointegration*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Universidad Carlos III de Madrid - Departamento de Economía: <http://www.eco.uc3m.es/~jgonzalo/Multicointegration.pdf>
- Enriquez. (3 de agosto de 2019). Pues sí. *El Siglo de Torreón*.
- Enríquez. (19 de Febrero de 2019). Sin hacer tanto ruido... *El Siglo de Torreón*, pág. 4E.
- Enriquez. (28 de Enero de 2020). Acuífero sobreexplotado... *El Siglo de Torreón*.
- Entorno mundial y nacional del mercado de la nuez. (24 de Julio de 2017). (FIRA, Productor) Recuperado el Abril de 2019, de El Economista: <https://www.economista.com.mx/opinion/Entorno-mundial-y-nacional-del-mercado-de-la-nuez-20170724-0004.html>
- Escalante Semerena, R., & González, F. (Abril de 2018). *El TLCAN en la agricultura de México: 23 años de malos tratos*. Recuperado el Abril de 2019, de Ola Financiera UNAM: http://www.olafinanciera.unam.mx/new_web/29/pdfs/PDF29/EscalanteGonzalezOlaFinanciera29.pdf
- Espinosa García, José Antonio; Vélez Izquierdo, Alejandra; Góngora González, Segio Fernando; Cuevas Reyes, Venancio; Vázquez Gómez, Raymundo; Rivera Maldonado, Justo Alberto;. (2018). *Evaluación del impacto en la productividad y rentabilidad de la tecnología transferida al Sistema de bovinos de doble propósito del trópico mexicano*. (T. a. agroecosystems, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Open Journal Systemas: <http://www.revista.coba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/2411/1147>
- ESRI. (2019). *Cómo funciona el centro mediano*. Recuperado el 2019, de <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-median-center-spatial-statistics-works.htm>
- Estematica. (2019). *Endogeneidad y variables Instrumentales*. Obtenido de Endogeneidad y variables Instrumentales: <https://estematica.net/endogeneidad-y-variables-instrumentales/>
- EUNA-UICN. (2004). *Valoración Económica Ecológica y Ambiental Análisis de casos en Iberoamérica*. (E. E. Nacional, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Repositorio Universidad para la Cooperación Internacional: <http://bit.ly/2GDA7Tg>
- EUSTON. (2020). *Fuerza centrífuga*. Obtenido de EUSTON: <https://www.euston96.com/fuerza-centrifuga/>
- Falconí, F. (1999). *Indicadores de sustentabilidad débil: un pálido reflejo de una realidad más robusta y compleja*. Obtenido de Portal de indicadores de la producción científica - Universidad de La Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/153402.pdf>
- Falk, G. (1995). *How does Econometrics contribute, if at all, to the scientific status of economics?* Recuperado el Abril de 2019, de Trinity College Dublin: https://www.tcd.ie/Economics/assets/pdf/SER/1995/Gavin_Falk.html
- FAO. (2014). *Global Land Cover - SHARE (GLC-SHARE)*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/uploads/media/glc-share-doc.pdf>
- FAO. (s.f.). *Apéndice II: Proyecto de Norma General para el uso de términos lecheros*. (C. Alimentarium, Editor) Recuperado el Abril de 2019, de <http://www.fao.org/3/W9503S/w9503s0g.htm>
- FAO. (s.f.). *Composición de leche*. Recuperado el Abril de 2019, de Portal Lácteo: <http://www.fao.org/dairy-production-products/products/composicion-de-la-leche/es/>
- FAO. (s.f.). *Data*. Recuperado el Abril de 2019, de FAOSTAT: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Farrel, M. J.;. (1957). *The measurement of productive efficiency*. (W. f. Society, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Journal of the Royal Statistical Society: <https://www.jstor.org/stable/2343100>
- Fathollahi, Homa; Mousavi-Avval, Saeyed Hashem; Akram, Asadollah; Rafiee, Shahin;. (2018). *Comparative energy, economic and environmental analyses of forage production systems for dairy farming*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de AGRIS: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201800130446>
- Federal Reserve Bank of St. Louis. (2020). *Velocity of MZM Money Stock*. Obtenido de Economic Research : <https://fred.stlouisfed.org/series/MZMV>
- Feng, T., Du, H., Lin, Z., & Zuo, J. (2020). Spatial spillover effects of environmental regulations on air pollution: Evidence from urban agglomerations in China. *ELSEVIER*.
- Fernandez Macías, E., & Bernardi, F. (2012). *Researchgate*. Recuperado el 2019, de Análisis de datos con Stata: https://www.researchgate.net/publication/259884420_Analisis_de_datos_con_Stata

- Fernández Ramírez, R. (28 de Abril de 2005). *El Impacto de la Tarifa Eléctrica Subsidiada sobre la Adopción de Tecnología de Riego*. Recuperado el Abril de 2019, de Colección de Tesis Digitales - Universidad de las Américas Puebla: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/fernandez_r_r/
- Fernández, V. (2009). *Apuntes de teoría económica*. Obtenido de Mínimos cuadrados generalizados: <http://www.oocities.org/vivipauf/gls.PDF>
- Ferro, G. (Mayo de 2007). *Uso de fronteras de eficiencia econométricas con fines de benchmarking*. (C. d. regulación, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CORE: <https://core.ac.uk/download/pdf/6582249.pdf>
- Fimbres Fontes, A., & Lizárraga Navarrete, J. (2009). *Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro*. Recuperado el 2019, de Consumo de agua y nitrógeno en Espárrago de baja población de plantas con riego por cinta: [www.uaaan.mx/agraria/attachments/article/60/Agraria_2009\(6\)1-3-2.pdf](http://www.uaaan.mx/agraria/attachments/article/60/Agraria_2009(6)1-3-2.pdf)
- Fischer, M., Reisman, M., & Scherngell, T. (2010). Spatial interaction and spatial autocorrelation. *Perspectives on Spatial Data Analysis*. (L. Anselin, & S. Rey, Eds.)
- Fleisch, D. (2012). *A Student's Guide to Vectors and Tensors*. Cambridge University Press.
- Flinn, J., & Guise, J. (1970). *An application of spatial equilibrium analysis to water*. (W. R. Research, Ed.) Obtenido de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=87138574&lang=es&site=eds-live>
- Flores Velázquez, J. (2015). *Hortalizas*. Recuperado el 2019, de Riego en cultivos de alto rendimiento: <https://www.hortalizas.com/cultivos/riego-en-cultivos-de-alto-rendimiento-a-campo-abierto-y-en-condiciones-protégidas/>
- Fortis Hernández, M., & Alhers, R. (1999). *Naturaleza y Extensión del Mercado de Agua en el Distrito de Riego 017 de la Comarca Lagunera, México*. (IWMI, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Instituto Internacional del Manejo del Agua: http://www.iwmi.cgiar.org/Publications/Latin_American_Series/pdf/10.pdf
- Fujita, M., & Krugman, P. (2004). *La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro*. Obtenido de Facultad de Economía - UNAM: <http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/MasahisaFujita-PaulKrugman.pdf>
- Fujita, Masahisa; Krugman, Paul; Venables, Anthony J.;. (1999). *The spatial economy : cities, regions and international trade*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Fullerton, Jr., T., & Schauer, D. A. (2001). Regional econometric assessment of aggregate water consumption trends. *Australasian Journal of Regional Studies*.
- Galdeano-Gómez, E., Cepedes-Lorente, J., & Martínez-del-Río, J. (2008). *Environmental performance and spillover effects on productivity: Evidence from horticultural firms*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/6015916_Environmental_performance_and_spillover_effects_on_productivity_Evidence_from_horticultural_firms
- Galefod. (2013). *Los nuevos cuerpos celestes y su influencia en Astrología*. Obtenido de Galefod: <http://galefod.blogspot.com/2013/09/sobre-el-descubrimiento-de-cuerpos.html>
- Gallego Ramos, J. R. (2018). *Cómo se construye el marco teórico de la investigación*. (Artigos, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de <http://www.scielo.br/pdf/cp/v48n169/1980-5314-cp-48-169-830.pdf>
- Gallopín, G. (2003). *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: un enfoque sistémico*. Santiago de Chile: CEPAL-ECLAC.
- García Hernández, Luis Arturo; Aguilar Valdés, Alfredo; Luévano González, Armando; Cabral Martell, Agustín;. (2005). *La globalización productiva y comercial de la leche y sus derivados*. (S. d. Plaza y Valdés, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de BooksGoogle: <http://bit.ly/2GD4rwe>
- García Javier, M. (Abril de 2019). *Guayabazo seco: cuenca lechera, va porque va*. Recuperado el Abril de 2019, de Tabasco va con rumbo: <http://www.tabascovaconrumbo.com.mx/?p=34304>
- García Jiménez, N. A. (2014). *Productividad total de factores en la actividad de captación, tratamiento y suministro de agua potable en los municipios del Estado de México 1998- 2008; un enfoque espacial*. Obtenido de Seminario de Análisis Regional y Estudios Espaciales UNAM: http://saree.com.mx/lab/sites/default/files/BORRADOR_V1_25MAYO2014_GARCIA.pdf
- García Paredes, Miguel Ángel;. (2018). El sector lácteo mexicano: retos y oportunidades. *Universidad Autónoma de Chapingo*. Texcoco de Mora, Estado de México, México.
- García Salazar, J. A., Guzmán Soria, E., & Fortis Hernández, M. (2006). *Demanda y distribución del agua en la comarca Lagunera, México*. (C. d. Postgraduados, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.F3F227C5&lang=es&site=eds-live>

- García, M., & Chávez, R. (2017). *Indicadores para medir el capital humano en micro, pequeñas y medianas empresas en México*. Obtenido de Universidad de La Rioja: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6317395.pdf>
- García-Salazar, J. A., & Mora-Flores, J. S. (2008). *Tarifas y consumo de agua en el sector residencial de la Comarca Lagunera*. Obtenido de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252008000200005
- Garrido, S., Blanco, D., & Moreno, L. E. (2011). *Path Planning for Mobile Robot Navigation using Voronoi Diagram and Fast Marching*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/258108373>
- GEA Grupo de Economistas Asociados. (2017). *El desafío del proteccionismo de EUA y la perspectiva económica del sector lechero en 2017*. (GEA, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de slideplayer: <https://slideplayer.es/slide/11820258/>
- Geda, A., & Zerfu, D. (2005). Estimating aggregate production function with I(2) capital stock. *Ethiopian Journal of Economics*.
- Giménez, G. (2005). *La dotación de capital humano de América Latina y el Caribe*. Obtenido de Revista de la CEPAL: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/11071-la-dotacion-capital-humano-america-latina-caribe>
- Giménez, G., & Blanca, S. (Julio de 2004). *Comparación entre indicadores de capital humano en un modelo de crecimiento económico*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/28100753>
- Gobierno de Perú. (2016). *Programa subsectorial de irrigaciones - Ministerio de agricultura*. Recuperado el 2019, de La eficiencia de uso de agua (EUA) en el cultivo de papa: www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Eficiencia-del-Uso-del-Agua-en-el-Cultivo-de-la-papa.pdf
- Godoy Ávila, C., & López Montoya, I. (2000). *Desarrollo de la almendra y germinación del fruto del nogal pecanero bajo cuatro calendarios de riego*. Recuperado el 23 de abril de 2019, de Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57318404>
- Gómez Cruz, Manuel Ángel; Cervantes Escoto, Fernando; Schwentesius Rindermann, Rita; Whiteford, Scott; Chávez Márquez, Manuel;. (s.f.). *Capital social y pequeños productores de leche en México: los casos de los Altos de Jalisco y Aguascalientes*. (CIESTAAM, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CEPAL comunicados: <https://www.cepal.org/prensa/noticias/comunicados/3/7903/gomez.pdf>
- Gómez Guijarro, M. M., Soto Balderas, J., & Romero Navarrete, L. (2009). *Indicadores de desarrollo sustentable en la región lagunera. El caso de Torreón (Coahuila), Gómez Palacio y Lerdo (Durango)*. (C. G. Investigación, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Posgrado en Investigación UAC: <http://www.posgradoeinvestigacion.uadec.mx/Documentos/Libros/2009IndicadoresDesarrolloSustentableLaguna.pdf>
- González Bañuelas, A. (2012). Región lagunera: donde mataron la esperanza. *Sinembargo Periodismo digital con rigor*, na. Obtenido de <https://www.sinembargo.mx/18-12-2012/463902>
- González Barrios, J. L., Descroix Jambon, L., & Sánchez Cohen, I. (2010). *Situación actual del recurso agua*. (IGG, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UNAM: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/20/19/57-1?inline=1>
- González Pérez, E. (2017). *Scribd*. Recuperado el 2019, de Cilantro (Coriandrum sativum L.) un cultivo ancestral con potencial sub-utilizado: <https://es.scribd.com/document/388488210/4728-Cilantro-Coriandrum-Sativum-L-Un-Cultivo-Ancestral-Con-Potencial-Sub-utilizado>
- González, E. (11 de Noviembre de 2019). Vamos a cuidar el Cañón de Fernández. *El Siglo de Torreón*.
- González, M. C., Jaramillo, O., & Saldarriaga, G. d. (2010). *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*. Recuperado el 2019, de Estimación de la demanda de Agua: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP5.pdf>
- GoogleEarth. (2019). *EarthMaps*. Obtenido de EarthMaps: <https://www.google.com/earth/>
- Gracia Hernández, Maximiliano;. (Diciembre de 2008). *Los determinantes de la Competitividad nacional. Análisis y reflexiones a partir de un marco teórico conceptual*. (T. d. Ensayos, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Universidad Tecnológica de la Mixteca: http://www.utm.mx/edi_antteriores/temas036/ENSAYO2-36.pdf
- Grazi, F., Waisman, H., & van den Bergh, J. C. (Diciembre de 2007). *The geography of sustainability: agglomeration, global economy and environment*. Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/228434943_The_Geography_of_Sustainability_Agglomeration_Global_Economy_and_Environment
- Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis* (8a ed.). Pearson.
- Greenspan, D. (2004). *World Scientific*. Recuperado el 2019, de N - body Problems and Models: <https://www.worldscientific.com/worldscibooks/10.1142/5444>

- Grupo Cooperativo Cajamar. (2019). *Dosis de riego en coliflor*. Recuperado el 2019, de El Huerto: <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/boletin-huerto-179-1478610785.pdf>
- Gutiérrez Cruz, F. S. (Mayo de 2017). *Estimación del Stock de capital público en México a nivel estatal: 1990-2015*. Recuperado el Abril de 2019, de UNAM: <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/404/06GutierrezCruz.pdf>
- Gutiérrez, F. S. (2017). *Estimación del Stock de capital público en México a nivel estatal: 1990-2015*. (E. Informa, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UNAM Economía: <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/404/06GutierrezCruz.pdf>
- Guzmán, A. (2 de Septiembre de 2014). *En quiebra, la otrora poderosa Unión Ganadera Regional de Tabasco*. Recuperado el Abril de 2019, de PROCESO: <https://www.proceso.com.mx/381129/en-quiebra-la-otrora-poderosa-union-ganadera-regional-de-tabasco>
- Guzmán-Soria, E., García-Salazar, A., Mora-Flores, J. S., Fortis-Hernández, M., Valdivia-Alcalá, R., & Portillo-Vázquez, M. (Septiembre de 2006). *La demanda de agua en la Comarca Lagunera, México*. (Agrociencia, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de COLPOS: <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2006/nov-dic/art-11.pdf>
- Hao, Y., Wu, Y., Wang, L., & Huang, J. (Octubre de 2018). *Re-examine environmental Kuznets curve in China: Spatial estimations using environmental quality index*. (E. Ltd, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2W5G1lp>
- Haro-Martínez, A. A., & Taddei-Bringas, I. C. (2014). *Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental*. (s. y. Economía, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v14n46/v14n46a7.pdf>
- Heer, J. (2017). *The Barnes-Hut Approximation*. Obtenido de The Barnes-Hut Approximation: <https://jheer.github.io/barnes-hut/>
- Heertje, A., & Heemeijer, P. (Marzo de 2002). *On the Origin of Samuelson's Multiplier-Accelerator Model*. (H. o. Economy, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/31146759_On_the_Origin_of_Samuelson's_Multiplier-Accelerator_Model
- Heredia, C. R. (2007). *Valoración económica, ecológica y ambiental : análisis de casos en Iberoamérica* (1ra ed.). EUNA Union Mundial para la Naturaleza.
- Hernández Cruz, D. G. (11 de Noviembre de 2018). *Calidad de la leche pasteurizada en la coamrca lagunera con respecto al contenido de arsénico*. (U. A. Narro, Ed.) Recuperado el 23 de abril de 2019, de Repositorio digital (CID-UAAAN): <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/45536>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. (McGrawHill, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Escuela Superior de Guerra Naval: <http://bit.ly/2IJbve2>
- Hernández Vélez, S. (6 de Noviembre de 2014). *Torreón ante su historia*. Obtenido de Vanguardia: <https://vanguardia.com.mx/columnas-torreonantesuhistoria-2203294.html>
- Hernández, M. Á., & Bonales Valencia, J. (2017). *Las Desigualdades del sector agropecuario: su competitividad, una alternativa para el desarrollo regional*. (Cimexus, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2PsBqHu>
- Hernández, V. (29 de Agosto de 2019). Denuncias presunto "huachicoleo" de agua. *El Siglo de Torreón*.
- Hernández, V., Miranda, G., & Landeros, C. (28 de Marzo de 2019). Defienden cuenca lechera. *El Siglo de Torreón*.
- hispanTV. (1 de Febrero de 2018). *FAO implementa programas para salvar al lago de Urmia en Irán*. Recuperado el Abril de 2019, de HispanTV Nexa Latino: <https://www.hispanTV.com/noticias/social/367295/salvar-lago-urmia-iran-fao-japon>
- Holloway, Garth; Lacombe, Donald; LeSage, James P.;. (2007). *Spatial econometric issues for bio-economic and land-use modelling*. (J. o. Economics, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: https://www.academia.edu/30984441/Spatial_Econometric_Issues_for_Bio-Economic_and_Land-Use_Modelling
- Hoogesteger, Jaime;. (2018). *The Ostrich Politics of Groundwater development and neoliberal regulation in Mexico*. (W. Alternatives, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Water Alternatives: <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol11/v11issue3/453-a11-3-6/file>
- Huang, J., & Xia, J. (2016). *Regional Competition, Heterogeneous Factors and Pollution Intensity in China: A Spatial Econometric Analysis*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/2/171>
- Huang, Jihong. (2016). *Financial Crisis Short Term Forecasting Method using artificial intelligence based classification algorithm*. (A. (. Technologies), Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCfinanciacrisisshorttermforecasting>
- Huerta Zavala, B. (2007). *Ministerio de agricultura y riego - Gobierno de Perú*. Recuperado el Julio de 2019, de Viabilidad ambiental del proyecto de canola para biodiesel del programa sierra exportadora:

- minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/Biodiesel/Documentos_complementarios/Programa_Sierra_Exportadora_-_Viabilidad_ambienta_del_proyecto_de_canola.pdf
- Ikram, A., Su, Q., & Sadiq, M. (2016). Technical Efficiency And Its Determinants: An Empirical Study Of Surgical Instruments Cluster Of Pakistan. *The Journal of Applied Business Research*, https://www.researchgate.net/publication/296621656_Technical_Efficiency_And_Its_Determinants_An_Empirical_Study_Of_Surgical_Instruments_Cluster_Of_Pakistan/link/5805b6ea08aee314f68e2845/download.
- IMCO. (2014). *Anexo metodológico*. Recuperado el Abril de 2019, de <http://bit.ly/IMCOanexometodologico>
- IMTA. (2003). *Agua, Medio Ambiente y Desarrollo en el siglo XXI*. (P. Ávila García, Editor) Recuperado el Abril de 2019, de Repositorio IMTA: <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1624>
- INE. (2011). *Vigencia del concepto capital humano: hacia una medición acorde con el advenimiento de la sociedad de la información*. Obtenido de slideshare: <https://es.slideshare.net/rogarrido1177/capital-humano-15871662>
- INEGI. (2000). *Sistema de cuentas nacionales de México*. Recuperado el Abril de 2019, de Contenidos INEGI: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/derivada/regionales/pib/1993-1998/167806l.pdf
- INEGI. (2003). *Producto Interno Bruto por Entidad Federativa*. Recuperado el Abril de 2019, de INEGI Sistema de cuentas nacionales de México: <http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/proyectos/cn/2003/pibent/metodologias/702825000236.pdf>
- INEGI. (2015). *Anuario estadístico y geográfico de Coahuila de Zaragoza 2015*. Recuperado el abril de 2019, de <http://bit.ly/INEGlanuarioestadisticocoahuila2015>
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Durango 2016*. Recuperado el Abril de 2019, de <http://bit.ly/INEGlanuarioestadisticodurango2016>
- INEGI. (2016). *Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares 2016*. Recuperado el Abril de 2019, de INEGI ENIGH: <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2016/>
- INEGI. (2019). *Mapas urbanos*. Obtenido de INEGI Mapas: <https://inegi.org.mx/app/mapas/>
- INEGI. (2019). *Producto Interno bruto trimestral*. Recuperado el Abril de 2019, de BIE: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI. (2019). *Producto Interno bruto trimestral*. Obtenido de BIE - INEGI: <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Info7 Notimex. (6 de Abril de 2016). *Beben agua con arsénico más de 20 millones de personas en Bangladesh*. Recuperado el Abril de 2019, de Info7: <http://www.info7.mx/seccion/beben-agua-con-arsenico-mas-de-20-millones-de-personas-en-bangladesh/1570296>
- infoagro. (2019). *El cultivo del Triticale*. Recuperado el Abril de 2019, de infoagro.com: https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_triticale.asp
- InfoAgro. (s.f.). *El cultivo de las naranjas*. Obtenido de InfoAgro: <https://www.infoagro.com/citricos/naranja.htm>
- INFORIEGO. (2019). *Productividad de riego*. Recuperado el Julio de 2019, de http://www.inforiego.org/opencms/opencms/system/modules/es.jcyl.ita.site.inforiego/elements/galleries/galeria_downloads/productividad_riego.xls
- INIA. (2017). *Instituto de Desarrollo Agropecuario - Instituto de Investigaciones Agropecuarias*. Recuperado el 2019, de Manual de manejo agronómico para cultivo de melón: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/01%20Manual%20melon.pdf>
- INNOVAGRI. (2018). *Un ensayo del Cicytex revela el alto potencial productivo de la higuera en superintensivo*. Recuperado el 2019, de <https://www.innovagri.es/investigacion-desarrollo-inovacion/un-ensayo-del-cicytex-revela-el-alto-potencial-productivo-de-la-higuera-en-superintensivo-con-riego.html>
- Instituto Nacional de Salud. (2010). *Identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia*. (I. N.-S. Investigación, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de [minsalud.gov.co: https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-peligros-quimicos-en-leche.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/Er-peligros-quimicos-en-leche.pdf)
- Instituto Tecnológico Agrario - Junta de Castilla y León. (2015). *INFORIEGO*. Recuperado el Julio de 2019, de Resultados de la encuesta de cultivos en la campaña agrícola 2014-2015: http://www.inforiego.org/opencms/opencms/system/modules/es.jcyl.ita.site.inforiego/elements/galleries/galeria_downloads/2016-08-18_Informe_ANUAL_Encuesta_CCRR_2015.pdf
- Inzunza Ibarra, M., Mendoza Moreno, S., Catalán Valencia, E., Villa Castorena, M., Sánchez Cohen, I., & Román López, A. (2007). *Productividad del chile jalapeño en condiciones de riego por goteo y acolchado plástico*. Recuperado el 2019, de Revista Fitotec: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-4/10r.pdf>

- Inzunza López, J. (2008). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. Recuperado el 2019, de Optimización de patrones de cultivo de distritos de riego del noroeste de México: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchszaVII1035.pdf>
- Iribarren, Diego; Hospido, Almudena; Moreira, María Teresa; Feijoo, Gumersindo;. (2011). *Benchmarking environmental and operational parameters through eco-efficiency criteria for dairy farms*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCbenchmarkingenvironmentalandoperationa>
- ITEA. (2001). *Current dairy cattle situation in Mexico and its influence in the North Center zone / Situación actual de la cuenca lechera de la Comarca Lagunera, México*. (P. Animal, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ebsco: <http://bit.ly/BIBLIOUABCdairyfattlesituationinmexico>
- Iturriaga, R. (28 de Enero de 2020). Van por acuerdo en abastecimiento. *El Siglo de Torreón*.
- Janssen, Sander; Van Ittersum, Martin K.;. (2007). *Assessing farm innovations and responses to policies: A review of bio-economic farm models*. (E. Ltd, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCassessingfarminnovations>
- Jaramillo Villanueva, José Luis; Rakhal, Sarker;. (Marzo de 2010). *Los movimientos en el tipo de cambio y el comercio de leche en polvo entre México y los Estados Unidos: Un análisis de Cointegración*. (E. T. Económico, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de JSTOR: <https://www.jstor.org/stable/20857248>
- Jiménez Álvarez, L., López Gálvez, M. Y., & Moreno Vega, A. (2012). *Books Google*. Recuperado el 2019, de Aloe vera (Sábila): cultivo y utilización: <https://books.google.com.mx/books?id=3L4OtnDZ2uAC&pg=PA120&lpg=PA120&dq=s%C3%A1bila+cultivo+riego+agu+a+m3&source=bl&ots=Qe-kPZBdWO&sig=ACfU3U3uyNK0uoXpKZbPStP5JmbYBK4R-g&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewi-wrSdt7jkAhVQgK0KHQ-eD1EQ6AEwE3oECAgQAQ#v=onepage&q=s%C3%A1bila>
- Jiménez González, G. (27 de Marzo de 2019). Es grave el problema del hidroarsenicismo. *El Siglo de Torreón*. Recuperado el Abril de 2019, de El Siglo de Torreón: <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1560314.es-grave-el-problema-del-hidroarsenicismo.html>
- Johnston, J., & DiNardo, J. (1997). *Econometric Methods* (4a. ed.). McGrawHill.
- Juárez Gutiérrez, M. (2010). *Capítulo 11. Dinámica espacial de la población*. Recuperado el Abril de 2019, de UNAM - IGG: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/20/19/57-1?inline=1>
- Juárez, A. (2016). *Modelos Dinámicos en Biología y Economía*. Obtenido de Universidad de Murcia: https://www.um.es/documents/118351/4750327/TFM_JUAREZ+MARTINEZ_Modelos+Din%C3%A1micos+en+Biolog%C3%ADa+y+Econom%C3%ADa.pdf/103d24bb-38f0-4a0c-a3f7-7a0637505f0b
- Juchem Neto, J. P., Claeysen, J., & Pôrto Júnior, S. (Marzo de 2018). *Economic agglomerations and spatio-temporal cycles in a spatial growth model with capital transport cost*. (ScienceDirect, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCEconomicagglomerationsandspatio>
- Kampragou, E., Eleftheriadou, E., & Mylopoulos, Y. (2007). *Implementing Equitable Water Allocation in Transboundary Catchments: The Case of River Nestos/Mesta*. Obtenido de IDEAS: <https://ideas.repec.org/a/spr/waterr/v21y2007i5p909-918.html>
- Kane, J. W., & Sternheim, M. M. (2007). *Física*. Barcelona: Reverté.
- Kane, J. W., & Sternheim, M. M. (2007). *Física*. McGrawHill.
- Kane, J., & Sternheim, M. (2007). *Física*. Amherst, Massachusetts: Editorial Reverté.
- Kanellopoulos, A.; Reidsma, P.; Wolf, J.; Van Ittersum, M. K.;. (2014). *Assessing climate change and associated socio-economic scenarios for arable farming in the Netherlands: An application of benchmarking and bio-economic farm modelling*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de <http://libcon.rec.uabc.mx:3019/eds/detail/detail?vid=4&sid=738a4b79-4125-4b2a-9264-20c8e9a89977%40pdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1lZHMtYGl2ZQ%3d%3d#AN=edscal.28075588&db=edscal>: <http://bit.ly/BIBLIOUABCbioeconomicfarmmodelling>
- Kerr, Don; Winklhofer, Heidi;. (2006). *The effect of rapid rural industry changes on the development of a decision support system for dairy farmers in Australia*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2iWhsnl>
- Keynes, J. M. (1936). *Teoría General de la Ocupación, el Interés y el Dinero*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kiambi, Stella; Alarcon, Pablo; Rushton, Jonathan; Murungi, Maurice K.; Muinde, Patrick; Akoko, James; Aboge, Gabriel; Gikonyo, Stephen; Momanyi, Kelvin; Kang'ethe, Erastus K.; Fèvre, Eric M.;. (2018). *Mapping Nairobi's dairy food system: An essential analysis for policy, industry and research*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2DvInCY>

- Kojo Edeme, R., Nkalu, N., & Okubor Ijeh, S. (Noviembre de 2018). *Achieving Sustainable Growth in Developing Countries, Does Export Really Matter?* (J. o. Sciences, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: <http://bit.ly/researchgateexportreallymatter>
- Koland, O. (2006). *Urban sprawl, car-related pollution and settlement structure: Insights from a two-region CGE model*. Obtenido de FEEM Fondazione Eni Enrico Mattei: <http://www.feem-web.it/ess/ess06/files/koland-fp.pdf>
- Kratena, K., & Streicher, G. (Diciembre de 2008). *Welfare measures and ecological footprint as spatial sustainability indicators*. (IDEAS, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/46452734_Welfare_Measures_and_Ecological_Footprint_as_Spatial_Sustainability_Indicators
- Krieger Mytelka, Lynn;. (Agosto de 1999). *Competition, Innovation and Competitiveness in Developing Countries*. (OECD, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de OECD iLibrary: <http://bit.ly/OECDcompetitioninnovationandcompetitiveness>
- Krugman, P. (Enero de 1996). *How the Economy organizes itself in space: a survey of the new economic geography*. (S. University, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Santa Fe Institute: <https://sfi-edu.s3.amazonaws.com/sfi-edu/production/uploads/sfi-com/dev/uploads/filer/bc/ef/bcef0835-9403-4dc5-af83-761d6decf8ad/96-04-021.pdf>
- Krzysztofik, R. (2016). *Revisiting the question of centripetal and centrifugal forces in urban systems*. Obtenido de Semantic Scholar: https://pdfs.semanticscholar.org/ce0c/b6c06c7f6d61bbbdabec0c204187310bdb3c.pdf?_ga=2.134844018.204983956.1597954810-71445546.1594842547
- Kucukmehmetoglu, M. (2011). *An integrative case study approach between game theory and Pareto frontier concepts for the transboundary water resources allocations: case of the Euphrates and Tigris*. (E. R. Association, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IDEAS: <https://ideas.repec.org/p/wiw/wiwsa/ersa10p899.html>
- Kucukmehmetoglu, M., & Guldmann, J. M. (2004). *International Water Resources Allocation and Conflicts: The Case of the Euphrates and Tigris*. Obtenido de SAGE Journals: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/a3670>
- Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental*. Madrid, España: Pearson Educación. Obtenido de UABC.
- lacornada.com. (29 de Diciembre de 2017). *Huachicolear se agregará al diccionario de la RAE*. Recuperado el Abril de 2019, de La Cornada: <http://lacornada.com.mx/2017/12/huachicolear-rae/>
- Lasa, J., Mantecón, C., & Gómez Pineda, M. (2009). Arsénico y vacas de producción láctea. Un caso clínico. *MG Mundo ganadero, año 20(217)*, 38-41.
- Leeuw, F., Moussiopoulos, N., Sahm, P., & Bartonova, A. (2001). *Urban air quality in larger conurbations in the European Union*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S136481520100007X?via%3Dihub>
- Lenntech. (2019). *Propiedades químicas del Arsénico - Efectos del Arsénico sobre la salud - Efectos ambientales del Arsénico*. Recuperado el Abril de 2019, de Lenntech: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/as.htm>
- Levine, D. M., Krehbiel, T. C., & Berenson, M. (2006). *Academia*. Recuperado el 2019, de Estadística para administración: https://www.academia.edu/39626326/Estad%C3%ADstica_para_administraci%C3%B3n_-_David_M._Levine_Timothy_C._Krehbiel_and_Mark_L._Berenson_-_4ED
- Levin-Keitel, M., Mölders, T., Othengrafen, F., & Ibendorf, J. (2018). *Sustainability transitions and the spatial interface: developing conceptual perspectives*. (M. AG, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2GFJPo4>
- Li, F., Liu, H., Wang, X., & Li, X. (2018). *Does economic development improve urban greening? Evidence from 289 cities in China using spatial regression models*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/327162451_Does_economic_development_improve_urban_greening_Evidence_from_289_cities_in_China_using_spatial_regression_models
- Li, F., Wang, X., Liu, H., Li, X., Zhang, X., Sun, Y., & Wang, Y. (2018). *Does economic development improve urban greening? Evidence from 289 cities in China using spatial regression models*. (Springer, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCeconomicdevelopmentimproveurban>
- libredelacteos.com. (30 de Junio de 2013). *El melón Cantalupo, super-alimento*. Recuperado el Abril de 2019, de libredelacteos.com: <https://libredelacteos.com/alimentacion/el-melon-cantalupo-un-super-alimento/>
- Liu, H., Fang, C., Zhang, X., Wang, Z., Bao, C., & Li, F. (2017). *The effect of natural and anthropogenic factors on haze pollution in Chinese cities: A spatial econometrics approach*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2L1xP4o>

- Long, K., & Pijanowski, B. C. (2017). *Is there a relationship between water scarcity and water use efficiency in China? A national decadal assessment across spatial scales*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCAnationaldecadalassessmentspatialscales>
- López, M. A. (8 de Mayo de 2016). *La historia más triste de todos los mares: Ara*. Recuperado el Abril de 2019, de Geografía Infinita: <https://www.geografiainfinita.com/2016/05/la-historia-mas-triste-de-todos-los-mares-aral/>
- López, R., García, J., Ramírez, R., & García, R. (Junio de 2009). *Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes Bos taurus en el trópico mexicano*. Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=51495835&lang=es&site=eds-live>
- Louma, M., & Palomäki, M. (1983). *A New Theoretical Gravity Model and Its Application to a Case with Drastically Changing Mass*. (G. ANALYSIS, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Online Library Wiley: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1538-4632.1983.tb00756.x>
- Lucas Jacobo, J. (abril de 2014). *Salinidad-sodicidad y presencia de iones solubles asociados a indicadores hidrogeoquímicos del agua de bombeo para Navidad, N.L.* Recuperado el 23 de abril de 2019, de academia.edu: <http://bit.ly/2Uybvix>
- Lucas, R. (1988). *On the Mechanism of Economic Development*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304393288901687>
- Luna Campos, N. R., & Colín Martínez, R. (2017). *Crecimiento económico y convergencia regional en México*. Recuperado el 2019, de <http://www.redalyc.org/pdf/510/51052064005.pdf>
- Lv, X., Lu, X., Fu, G., & Wu, C. (2018). *A Spatial-Temporal Approach to Evaluate the Dynamic Evolution of Green Growth in China*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/326242077_A_Spatial-Temporal_Approach_to_Evaluate_the_Dynamic_Evolution_of_Green_Growth_in_China
- Ma, R., Wang, C., Jin, Y., & Zhou, X. (2019). *Estimating the Effects of Economic Agglomeration on Haze Pollution in Yangtze River Delta China Using an Econometric Analysis*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/7/1893>
- Ma, Y., Qu, L., Wang, W., & Yang, X. (2016). *Measuring soil water content through volume/mass replacement using a constant volume container*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/295832797_Measuring_soil_water_content_through_volumemass_replacement_using_a_constant_volume_container
- Macías Rodríguez, H., Sánchez Cohen, I., & Cataán Valencia, E. A. (2007). *Sistema soporte de decisiones para el manejo integral del agua en el DR 017, Coahuila y Durango, México*. (INIFAP, Ed.) Obtenido de Chapingo Revistas: <https://chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id=MTY5NA==>
- Mahan, R. C., Horbulyk, T. M., & Rowse, J. G. (2002). *Market mechanisms and the efficient allocation of surface water resources in southern Alberta*. (E. Ltd, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0038012101000131&lang=es&site=eds-live>
- Maier, G., & Sedlacek, S. (2005). *Spillovers and Innovations, Sapce, Environment, and the Economy*. Austria: SpringerWienNewYork. Recuperado el Abril de 2019, de s.n.: s.n.
- Malacara Hernández, H. M. (2014). *Determinantes de la innovación tecnológica regional en México*. Obtenido de Centro de Investigaciones Socioeconómicas - Universidad Autónoma de Coahuila: https://www.cise.uadec.mx/downloads/tesis/Maestria2012-2014_MHH.PDF
- Mancini, L. (2014). *Estrategias de desarrollo en torno a los recursos naturales: una revisión crítica de la literatura*. (S. d. Complutense, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCentornorecursosnaturales>
- Mankiw, G. (2009). *Principios de Economía*. McGrawHill.
- March, James G.; Olsen, Johan P.;. (1997). *El Redescubrimiento de las Instituciones*. (F. d. Económica, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Ciencia Política I: <http://bit.ly/cienciapoliticalredescubrimientodeinstituciones>
- Marion, J. B. (1998). *Dinámica clásica de las partículas y sistemas* (2a. ed.). Barcelona: Reverté.
- Martín Blas, T., & Serrano Fernández, A. (s.f.). *Centro de masas*. Obtenido de Dinámica - Universidad Politécnica de Madrid: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/dinamsist/cdm.html>
- Martínez Sánchez, Y. P. (2017). *Universidad Nacional de Loja*. Recuperado el 2019, de Determinar los requerimientos hídricos del pepino mediante el lisímetro volumétrico, en el sector La Trinidad perteneciente al sistema de riego Campana-Malacatos: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18472/1/YANDRY%20PAUL%20MARTINEZ%20SANCHEZ.pdf>

- Martínez-Damián, M. A., Brambila-Paz, J. J., & García-Mata, R. (Septiembre de 2013). *Índice de Malmquist y productividad estatal en México*. (s. y. Agrícola, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722013000300005
- Mase, G. E. (1978). *Mecánica del medio continuo*. (C. N. Alvarez, Trad.) México: McGrawHill. Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: https://www.academia.edu/23390531/MECANICA_DEL_MEDIO_CONTINUO_SCHAUM
- Matarrese, J. E. (1969). *La teoría económica espacial en la historia del pensamiento económico*. (U. d. Económicas, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Biblioteca Digital FCE: http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/?c=tesis&a=d&d=1501-0994_MatarreseJEH
- Mateo Box, J. M. (2005). *Prontuario de Agricultura. Cultivos Agrícolas*. Obtenido de Books Google: https://books.google.com.mx/books?id=GIts8S4zuWAC&pg=PA302&lpg=PA302&dq=agua+cultivo+cacahuete+mts3+ha&source=bl&ots=CQRBTAlh8B&sig=ACfU3U1_zmKF5iPNWucB47qrI52GUBGfGQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewixucKPhLjKAhVDLkKwHayxDHcQ6AEwEh0ECAkQAQ#v=onepage&q=agua%20cultiv
- Mateu, S. J. (2015). *Caracterización de las técnicas de nado a través del análisis de la aceleración en 3D*. (U. d. Valencia, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de RODERIC: <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/50597/Tesis%20Mateu%20PUBLICADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- medicenter.com.pe. (2019). *Intoxicación por arsénico*. Recuperado el Abril de 2019, de Medicenter: <http://medicenter.com.pe/intoxicacion-por-arsenico.html/>
- Medina, E. (2013). *Modelos econométricos e información estadística*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/brunodelagarza/modelos-econometricos-17251177>
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas-Carbó, M., & Gulías, J. (2007). *Investigaciones geográficas*. Recuperado el 2019, de Eficiencia en el uso del agua por las plantas: <http://www.cervantesvirtual.com/downloadPdf/eficiencia-en-el-uso-del-agua-por-las-plantas-0/>
- Meléndez, P. (11 de septiembre de 2015). *La importancia de la calidad del agua y su impacto en la producción de leche*. Recuperado el 23 de abril de 2019, de El Mercurio: <http://bit.ly/2L2g8C0>
- Méndez Álvarez, C. E. (2012). *Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales* (4a ed.). México: Limusa.
- Méndez Morales, J. S. (2009). *Fundamentos de Economía: Para la sociedad del conocimiento*. (McGrawHill, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/287393972/Fundamentos-de-Econ-de-Mendez>
- Merino, C. (2004). *Informe ISCI – Informe Spring sobre capital intelectual en la Comunidad de Madrid*. Obtenido de madrid.org: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001701.pdf>
- Meul, Marijke; Nevens, Frank; Reheul, Dirk;. (2009). *Validating sustainability indicators: Focus on ecological aspects of Flemish dairy farms*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2IFPgpq>
- Miranda, G. (28 de noviembre de 2019). Proponen crear presa en lecho seco del Nazas. *El Siglo de Torreón*.
- Miranda, G. (4 de Febrero de 2020). Proyecto Irritila busca renovar convenios. *El Siglo de Torreón*.
- Mohindroo, K. (2004). *Basic principles of Physics Vol. 1*. India.
- Mokline, A. (2018). *Criminality, Human Capital and Economic Performance*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/329367208_Criminality_Human_Capital_and_Economic_Performance
- Montenegro, Á. (Septiembre de 2011). *Información y entropía en Economía*. (R. d. Institucional, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCinformacionyentropiaeneconomia>
- Morales Novelo, J. A. (Abril de 2011). *Economía de la demanda de agua: un modelo de multiplicadores contables para el análisis de recursos hídricos en la cuenca del Valle de México*. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de <http://148.206.53.84/tesiuami/UAMI14899.pdf>
- Morales Puentes, M. A. (2009). *Diagnóstico Integral sobre el uso y manejo del agua en el modelo II "Villa del Nazas", Nazas Durango*. Obtenido de Repositorio UAAAN: <http://repositorio.uaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2691/MARCO%20ANTONIO%20MORALES%20PUENTES.pdf?sequence=1>
- Morales Ramón, J. (10 de Enero de 2013). *Integral de Línea*. Recuperado el Abril de 2019, de Cálculo Vectorial: <http://itsav-calculovectorial.blogspot.com/2013/01/52-integral-de-linea.html>
- Moreno Serrano, R., & Vayá Valcarce, E. (2000). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos. La econometría espacial*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

- Mosnier, Claire; Duclos, Anne; Agabriel, Jacques; Gac, Armelle;. (2017). *What prospective scenarios for 2035 will be compatible with reduced impact of French beef and dairy farm on climate change?* (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2PrIT9H>
- Mujica Sánchez, A., Izquierdo, J., Marathee, J. P., Morón, C., & Jacobsen, S.-E. (Julio de 1998). *Book Google*. Recuperado el Julio de 2019, de Reunión Técnica y Taller de formulación de proyecto regional sobre producción y nutrición humana en base a cultivos andinos: https://books.google.com.mx/books?id=u_1DjqZbv-gC&pg=PA53&lpg=PA53&dq=amarant+requerimientos+mts3&source=bl&ots=Vd0OVu4IT7&sig=ACfU3U08sF-RtPbIkROQxfHEnjFg3zqslA&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewj23ZK5-LfkAhUCb60KHXTecOgQ6AEwAHoECAkQAQ#v=onepage&q&f=false
- Multimedios. (Marzo de 2019). *"Ya no se puede seguir produciendo la leche en La Laguna": AMLO*. (IML, Editor) Recuperado el Abril de 2019, de Multimedios digital Edición Laguna: <https://laguna.multimedios.com/laguna/ya-no-se-puede-seguir-produciendo-la-leche-en-la-laguna-amlo-video>
- Muñoz Rodríguez, Manrribio; Santoyo Cortés, Vinicio Horacio; Gómez Pérez, Dolores; Altamirano Cárdenas, I. Reyes;. (2018). *¡Otro campo es posible! Agenda pública y política con relación al campo mexicano*. (U. A. Chapingo, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CIESTAAM: <http://bit.ly/CIESTAAMotrocampoessposible>
- Nallathiga, R. (Mayo de 2008). *Contradictions of Sustainable urban development: The Choice of compact city development approach*. Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/256059015_Contradictions_of_Sustainable_Urban_Development_The_Choice_of_Compact_City_Development_Approach
- Narayanamoorthy, A., & Alli, P. (29 de Octubre de 2019). *Water scarcity made worse by theft*. (BusinessLine, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de BusinessLine: <https://www.thehindubusinessline.com/opinion/columns/water-scarcity-made-worse-by-theft/article25363090.ece>
- NASA. (2019). *National Aeronautics and Space Administration*. Recuperado el 2019, de The Lagrange Points: https://map.gsfc.nasa.gov/mission/observatory_12.html
- Navarrete-Molina, C., Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Torres-Moreno, M. A., & Castaño-Quintero, P. A. (2017). *ECORFAN*. Recuperado el 2019, de Determinación de la productividad del agua en garbanzo blanco y trigo grano producido en Cajeme, Sonora: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Biología%20Agronomía%20y%20Economía%20T-II/HCBAE_TII_1.pdf
- Newton, I. (1687). *Philosophiæ naturalis principia mathematica*. (e. r1.0, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: https://www.academia.edu/30085118/Principios_Matematicos_de_la_Filosofia_Natural_-_Isaac_Newton.pdf
- Nieto, J. (2010). *Balística parte 3: Deriva Coriolis y Efecto Coriolis*. Recuperado el Abril de 2019, de KilerMT: <http://kilermt.com/balística-parte-3-deriva-coriolis-y-efecto-coriolis/>
- North, Douglass C.; Thomas, Robert Paul;. (Diciembre de 1971). *The Rise and Fall of the Manorial System: A Theoretical Model*. (T. J. History, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de JSTOR: <https://www.jstor.org/stable/2117209>
- OCDE. (2001). *El bienestar de las naciones. Papel del capital humano y social*. . Obtenido de docplayer: <https://docplayer.es/81433303-El-bienestar-de-las-naciones-papel-del-capital-humano-y-social-sintesis.html>
- OCDE-FAO. (s.f.). *Perspectivas agrícolas, 2010-2019 / OCDE, FAO*. OCDE.
- Ocegueda, J. M., Varela, R., & Castillo, R. (2014). *Diferencias de crecimiento entre los estados de la frontera norte de México: una explicación*. Obtenido de SCIELO: <http://www.scielo.org.mx/pdf/etp/n41/n41a2.pdf>
- Olvera Salgado, M. (Julio de 2010). *Agricultura de temporal en el trópico húmedo mexicano*. Recuperado el Abril de 2019, de Gaceta del IMTA: <https://www.imta.gob.mx/gaceta/antiores/g39-07-2010/agricultura-temporal.html>
- Orellana Rocha, W., Fernández Tellería, B., & Fernández Quiroga, V. (2006). *Subasta electrónica interactiva y subasta a sobre cerrado: un análisis comparativo de los resultados en Bolivia*. (R. d. 2006, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Revistas Bolivianas: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-88752006000100003&script=sci_arttext
- Orona Castillo, I., Flores Hernández, A., Rivera González, M., Martínez, J., & Espinoza Arellano, J. (2002). *redalyc*. Recuperado el 2019, de Productividad del agua en el cultivo de nopal con riego por goteo en la comarca lagunera: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57315595006.pdf>
- Ortega-Gaucin, D., & Velasco, I. (Septiembre de 2013). *Aspectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en México*. Recuperado el Abril de 2019, de Agua.org.mx: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2014/06/Aspectos_socioeconomicos_y_ambientales_de_las_sequias_en_Mexico.pdf

- Ortiz Ayala, Dante Ariel;. (2008). *La ecocondicionalidad como instrumento de política agrícola para el desarrollo sustentable en México*. Recuperado el Abril de 2019, de Gestión y Política Pública: <http://bit.ly/2IU9fzW>
- OSMAN. (2000). *Isoyecta*. Recuperado el Abril de 2019, de OSMAN Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía: <http://www.osman.es/diccionario/definicion.php?id=13053>
- Ovalle Arias, L. A. (14 de Enero de 2019). *Torreón, cuarto lugar mundial en emisiones de amoniaco*. Recuperado el Abril de 2019, de Milenio Noticias: <https://www.milenio.com/estados/torreon-cuarto-lugar-mundial-en-emisiones-de-amoniaco>
- Owusu-Sekyere, Enoch; Erwin Scheepers, Morné; Jordaan, Henry;. (2016). *Economic wáter productivities along the Dairy value chain in south africa: implications for sustainable and economically efficient wáter-use policies in the dairy industry*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de iranarze.ir: <http://iranarze.ir/wp-content/uploads/2017/02/E3558.pdf>
- Owusu-Sekyere, Enoch; Jordaan, Henry; Chouchane, Hatem;. (Diciembre de 2017). *Evaluation of wáter footprint and economic wáter productivities of dairy products of South Africa*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Deepdyve: <https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/evaluation-of-water-footprint-and-economic-water-productivities-of-g9LBdlLzs0>
- Paas, Wim; Reidsma, Pytrik; Kanellopoulos, Argyris; Van de Ven, Gerrie;. (Septiembre de 2016). *Integrated impact assessment of climate and socio-economic change on dairy farms in a watershed in the Netherlands*. (ScienceDirect, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1573521415300117>
- Padilla y Sotelo, L., & de Sicilia Muñón, R. (Marzo de 2010). *Capítulo 13. Expansión urbana*. Recuperado el Abril de 2019, de UNAM-IGG: <http://bit.ly/UNAMcomarcalaguneraprocesosregionales>
- Parra Quezada, R. A., Ortiz Franco, P., Amado Álvarez, J. P., & Chávez Sánchez, N. (2009). *scielo*. Recuperado el 2019, de Productividad y crecimiento de manzano bajo déficit de riego controlado: www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a8.pdf
- Parra-López, Carlos; Groot, Jeroen C.J.; Carmona-Torres, Carmen; Rossing, Walter A.H.;. (2008). *Integrating public demands into model-bases design for multifunctional agricultura: An application to intensive Dutch dairy landscapes*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: <http://bit.ly/ACADEMIAintegratingpublicdemandsmodel>
- Pedraza Rendón, O. H. (Octubre de 2001). *Matriz de congruencia metodológica: una herramienta para realizar investigaciones sociales*. (E. y. Sociedad, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Fundación DialNet: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5900518.pdf>
- Pereira, R. (2001). Investment and uncertainty in quadratic adjustment. *Rev. Bras. Econ.*
- Pérez-González, J., Sánchez-Cohen, I., Mendoza-Moreno, F., Inzunza-Ibarra, M., & Cueto-Wong, J. (2003). *Universidad Autónoma de Chapingo*. Recuperado el 2019, de Productividad y rendimiento de sandía por efecto del agua en diferentes condiciones de manejo: <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshIX185.pdf>
- Persson, A. O. (2005). *The Coriolis Effect: four centuries of conflict between common sense and mathematics*. (D. f. development, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de University of Exeter: http://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/gv219/classics.d/persson_on_coriolis05.pdf
- Poiree, M., & Ollier, C. (1977). *El Regadío*. (E. T. S.A., Ed.) Obtenido de Books Google: https://books.google.com.mx/books?id=KgNZza1rhCAC&pg=PA140&lpg=PA140&dq=membrillo+cultivo+riego+m3&source=bl&ots=ObTDp7Diwy&sig=ACfU3U3Df_Q_guvPnQh-BE2rz2XfRdkUCw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKewirm6Hnu7jkAhVCKKwKHX1qDfUQ6AEwEnoECAkQAQ#v=onepage&q=membrillo%20culti
- Poirson, H., & Weber, S. (Septiembre de 2011). *Growth Spillover Dynamics from Crisis to Recovery*. (I. M. Fund, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IMF: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2011/wp11218.pdf>
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). *Reducing food's environmental impacts through producers and consumers*. Recuperado el Abril de 2019, de New estimates of the environmental cost of food - University of Oxford: <http://www.ox.ac.uk/news/2018-06-01-new-estimates-environmental-cost-food#>
- Potter, W., & Webb, D. (2019). *Another Special Case: Circular Motion*. Obtenido de Physics LibreText - University of California Davis: https://phys.libretexts.org/Courses/University_of_California_Davis/UCD%3A_Physics_7B_-_General_Physics/8%3A_Detailed_Relation_of_Force_to_Motion/8.3%3A_Another_Special_Case%3A_Circular_Motion
- Prado Robles, G. A. (Septiembre de 1998). *El Pensamiento económico de Douglass C. North*. (Laissez-Faire, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de eumed.net: http://www.eumed.net/cursecon/textos/Prado_North.pdf

- Prem, Chand; Sirohi, S.K.; Sirohi, Smita;. (2015). *Development and application of an integrated sustainability index for small-holder dairy farms in Rajasthan, India*. (FAO, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de The National Agricultural Library: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201700162012>
- Price, M. (2010). *Agua Subterránea*. (N. Editores, Ed.) LIMUSA.
- Puu, T. (Enero de 1985). *Continuos Spatial Modelling in Economics*. (P. i. Science, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Wiley Online Library: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1435-5597.1985.tb00836.x>
- Qiang, Y., Gu, E., Cheng, J., Li, Z., & Yang, D. (2002). *Problems and Solutions on Mechanics*. Obtenido de Instituto de Astronomía Ensenada - UNAM: http://www.astrosen.unam.mx/~posgrado/libros/01_mechanics_lim.pdf
- Quaas, M., & Lange, A. (2004). *Economic geography and urban environmental pollution*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/228928766>
- Quiroz Cuenca, S., Salgado Vega, M., & Miranda González, S. (2012). *Crecimiento urbano y diversificación económica en el Estado de México, 1990-2007*. (A. Económico, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de redalyc.org: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41324594002>
- Ramírez, J. (24 de agosto de 2019). Habrá foro para la Ley General de Aguas, en Torreón. *El Siglo de Torreón*.
- Ramírez, J. (22 de Febrero de 2020). Porfirio Díaz Jr. su empresa del agua en Torreón (I). *El Siglo de Torreón*.
- Ramírez, J. C. (12 de Enero de 2019). El huachicoleo del agua en La Laguna. *El Siglo de Torreón*.
- Ramírez, J. C. (17 de Agosto de 2019). La potabilizadora, "una salida falsa" para la Laguna. *El Siglo de Torreón*.
- Ramos Galarza, C. A. (2016). *La pregunta de investigación*. (UNIFE, Ed.) Recuperado el Abril de 2019 |, de UNIFE: <http://revistas.unife.edu.pe/index.php/avancesenpsicologia/article/download/141/131/>
- Regalado T., J. O. (Diciembre de 1997). *Cambio tecnológico y medias de eficiencia de la unidad de producción en la industria manufacturera en México*. Recuperado el Abril de 2019, de UANL: <http://eprints.uanl.mx/7805/1/1020120847.PDF>
- Regnier, C., & Legras, S. (2014). *Urban Structure and Environmental Externalities*. Obtenido de FAERE French Association of Environmental and Resource Economists: http://faere.fr/pub/Conf2014/37_Regnier_FAERE_CR.pdf
- Rendón Huerta, J. A., Álvarez Fuentes, G., & García López, J. C. (25 de Octubre de 2017). *La huella hídrica de la producción de leche*. (U. Potosinos, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UASLP: <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Catorce/218/218-03.pdf>
- Reserve Bank of New Zealand Museum. (s.f.). *A.W.H. (Bill) Phillips, MBE and the MONIAC*. Recuperado el Abril de 2019, de Reserve Bank of New Zealand: <https://www.rbnz.govt.nz/-/media/ReserveBank/Files/Publications/Factsheets%20and%20Guides/factsheet-bill-phillips-and-the-moniac.pdf>
- Ridpath, I. (2004). *Diccionarios Oxford - Complutense Astronomía*. Madrid: Oxford University Press.
- Riera, P., García, D., Kristöm, B., & Brännlund, R. (2016). *Manual de economía ambiental y de los recursos naturales*. Madrid: Ediciones Paraninfo.
- Rionda Ramírez, Jorge Isauro;. (Diciembre de 2008). *Método simple para evaluar la convergencia/Divergencia en el desarrollo regional*. Recuperado el Abril de 2019, de TECSISTECATL: <http://www.eumed.net/rev/tecsistecat1/n5/jirr.htm>
- Ríos Flores, J. L., Torres Moreno, M., Castro Franco, R., Torres Moreno, M. A., & Ruiz Torres, J. (Junio de 2014). *Determinación de la huella hídrica azul en los cultivos forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México*. (SCIELO, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de SCIELO: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-86652015000100007
- Ríos Flores, J. L., Torres Moreno, M., Ruis Torres, J., & Torres Moreno, M. A. (2016). *Scielo*. Recuperado el 2019, de Eficiencia y productividad del agua de riego en trigo de Ensenada y Valle de Mexicali, Baja California, México: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662016000100020
- Ríos Flores, J. L., Torres Moreno, M., Torres Moreno, M. A., & Cantú Brito, J. E. (2017). *Universidad Autónoma del Estado de México*. Recuperado el 2019, de Eficiencia y productividad del cultivo de frijol en un sistema de riego por bombeo en Zacatecas, México: <https://cienciaergosum.uaemex.mx/article/download/7740/7775?inline=1>
- Ríos Ramírez, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción*. Obtenido de ISSUU: https://issuu.com/mayrodriguez5/docs/metodolog_a_para_la_inves_y_red
- Ríos-Flores, J. L., Torres-Moreno, M., Ruiz-Torres, J., Torres-Moreno, M. A., & Cantú-Brito, J. E. (2015). *Universidad de Colima*. Obtenido de Evaluación productiva, económica y social del agua de riego de durazno en Zacatecas: <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2015/mayo/6.pdf>
- Ríos-Flores, J., Torres-Moreno, M. A., & Torres-Moreno, M. (2017). *ECORFAN*. Recuperado el 2019, de Productividad agrícola del agua en el nogal pecanero producido en el municipio de San Pedro, Coahuila.:

- https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias%20de%20la%20Biologia%20Agronomia%20y%20Economia%20-I/HCBAE_TI_7.pdf
- Rivas Pardinás, S. (19 de Diciembre de 2018). *Análisis de los métodos multivariantes para medir el riesgo en una cartera*. Recuperado el Abril de 2019, de Archivo institucional Universidad Complutense de Madrid: <https://eprints.ucm.es/39874/1/Santiago%20Rivas%20Pardinas.pdf>
- Rivas, F. (2013). *Repertorio institucional de la Universidad Central de Venezuela*. Obtenido de Estimación de Parámetros en el modelo estadístico lineal de rango incompleto a través de la inversa generalizada: ventajas, desventajas y análisis: http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/4191/1/T026800007004-0-Felvir_Rivas__TRABAJOFINALDEFENSA-000.pdf
- Rodríguez Cairo, V. (Junio de 2013). *Fallas de mercado y regulación económica: ¿La regulación ejercida por el gobierno permite lograr un mejor funcionamiento de los mercados?* (U. N. Marcos-UNMSM, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Portal de Revistas de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quipu/article/download/6800/6022>
- Rodríguez, D., Mendoza, M. A., & Martínez, M. A. (2018). *Acumulación de capital y crecimiento estatal en México: un análisis con datos panel*. Obtenido de SCIELO: <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v49n194/0301-7036-prode-49-194-61.pdf>
- Rodríguez-Gómez, L. I., & Cabrera-Pereyra, J. A. (Septiembre de 2017). *Análisis espacial de las dinámicas de crecimiento económico en México (1999-2009)*. (S. y. Economía, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: <http://bit.ly/researchgateespacialcrecimientomexico>
- Rogers, P. (1969). *A Game Theory Approach to the Problems of International River Basins*. (W. Blackwell, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=87138427&lang=es&site=eds-live>
- Rojas Soriano, R. (2013). *Guía para realizar investigaciones sociales*. (P. y. Editores, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de raulrojassoriano.com: <http://bit.ly/guiainvestigacionessocialesrojassoriano>
- Rojas, R. (2013). *Guía para realizar investigaciones sociales*. (P. y. Editores, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de raulrojassoriano.com: <http://bit.ly/guiainvestigacionessocialesrojassoriano>
- Romer, P. (1986). *Increasing returns and long-run growth*. Obtenido de EconPapers: https://econpapers.repec.org/article/ucpjpolec/v_3a94_3ay_3a1986_3ai_3a5_3ap_3a1002-37.htm
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*.
- Romo Vázquez, A. (Agosto de 2007). *Geografía de las densidades económicas de la Ciudad de Aguascalientes*. (I. y. Ciencia, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Universidad Autónoma de Aguascalientes: <https://investigacion.uaa.mx/RevistalyC/archivo/revista38/Articulo%206.pdf>
- Ros, J. (2004). *La teoría del desarrollo y la economía del crecimiento* (1ra ed.). (F. d. Económica, Ed.) Ciudad de México, México.
- Roselló, J. (2020). *Superpoblación, comida y planeta sostenible*. Obtenido de BIOECO actual: <https://www.bioecoactual.com/2020/07/16/superpoblacion-comida-y-planeta-sostenible/>
- Rosser, B. (Diciembre de 2005). *The Nature and Future of Econophysics*. (E. o. Markets, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/226629953_The_Nature_and_Future_of_Econophysics
- Rosser, Jr., J. (Enero de 2006). *Econophysics*. Recuperado el Abril de 2019, de James Madison University: <http://cob.jmu.edu/rosserjb/econophysics.new.palgrave.entry.doc>
- Saborido Bermejo, J. M. (Septiembre de 2013). *Modelos DEA de metafrontera: un análisis temporal usando el índice de Malmquist*. Recuperado el Abril de 2019, de Biblioteca de Ingeniería Universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5291/fichero/MODELOS+DEA+DE+METAFRONTERA.pdf>
- SAGARPA - INIFAP. (2016). *Campo Potosino*. Obtenido de Amaranto en condiciones de riego en San Luis Potosí. 2016.: http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/Docs-descargar/AMARANTO2_TRASP_2016.pdf
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de Crecimiento Económico*. (E. V. Artadi, Trad.) Antoni Bosch.
- Sammur-Bonnici, T., & Channon, D. F. (Enero de 2015). *ResearchGate*. Recuperado el Julio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/272352932_Pricing_Strategy
- Samuelson, P. A. (1939). *Interactions between the Multiplier Analysis and the Principle of Acceleration*. (JSTOR, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <https://www.jstor.org/stable/pdf/1927758.pdf>
- Sanabria Montañez, C. (Julio de 2003). *Análisis de la eficiencia de la oferta de servicios de salud. El caso de los puestos de salud de Tumbes*. Recuperado el Abril de 2019, de Biblioteca central Pedro Zulen: <http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/economia/22/a08.pdf>

- Sánchez Crispín, Á. (2010). *Capítulo 1 Delimitación geográfica*. (Á. S. Álvaro López López, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UNAM-IGG: <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/download/20/19/57-1?inline=1>
- Sánchez Gutiérrez, R. A., Servin Palestina, M., Guitérrez Bañuelos, H., & Serna Pérez, A. (2017). *Revista mexicana de ciencias pecuarias - SCIELO*. doi:<http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4255>
- Sánchez-Juárez, I. (2019). *Ciclos económicos en México: identificación, profundidad y duración*. Obtenido de ResearchGate: <https://www.researchgate.net/publication/335611108>
- Sancho, A. (2002). *Función de producción Cobb-Douglas*. Recuperado el Abril de 2019, de Universidad de Valencia: <https://www.uv.es/sancho/funcion%20cobb%20douglas.pdf>
- Sandoval, A. (24 de Junio de 2019). Proponen retomar Plan MEVA ante falta de agua. *El Siglo de Torreón*.
- Sandoval, A. (15 de Noviembre de 2019). Protegerán al Cañón de Fernández. *El Siglo de Torreón*.
- Sandoval, A. (27 de Marzo de 2019). Suben los niveles de arsénico. *El Siglo de Torreón*.
- Schoengold, Karina; Zilberman, David;. (2007). *The economics of water, irrigation and development*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IDEAS: <https://ideas.repec.org/h/eee/hagchp/5-58.html>
- Schrader, R. (20 de Noviembre de 2017). *Cómo calcular la distancia entre dos puntos con latitud y longitud*. Recuperado el 2019, de https://www.ehowenespanol.com/calcular-distancia-puntos-latitud-longitud-como_452715/
- Schultz, T. W. (1961). *Investment in Human Capital*. Obtenido de The University of Texas at Austin: <http://la.utexas.edu/users/hcleaver/330T/350kPEESchultzInvestmentHumanCapital.pdf>
- SEDESOL - CONEVAL. (2010). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. Obtenido de SAN LUIS DEL CORDERO: http://www.opciones.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes_pobreza/2014/Municipios/Durango/Durango_029.pdf
- SEMARNAT - IMTA. (2017). *Proyecto "Valoración económica del agua para su uso eficiente en la agricultura e industria" DP1716.1 Informe final*. Obtenido de Repositorio IMTA: <http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/1816/DP-1716.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SEMARNAT. (2016). *Volúmenes de extracción y recarga de acuíferos (hectómetros cúbicos por año)*. Recuperado el Abril de 2019, de SEMARNAT - Consulta temática: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AGUA02_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pas_s=dgeia_mce&NOMBREANIO=*
- SENASA. (2015). *Forrajes*. (S. d. Agricultura, Editor, & P. d. (Argentina), Productor) Recuperado el Abril de 2019, de SENASA Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria: <http://www.senasa.gob.ar/cadena-vegetal/forrajes>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (14 de Junio de 2018). SIACON-NG. *Gobierno de México*. (S. d. Pesquera, Ed.) México.
- Servin Palestina, M., Sánchez Gutiérrez, R. A., Ramírez Valle, O., Galindo Reyes, M. A., & Gutierrez Bañuelos, H. (2018). *Modelos para programación y optimización de agua de riego en avena forrajera*. doi:<http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v9i4.4404>
- Sharipov, I. (2015). *Contemporary economic growth models and theories: a literatura review*. (C. W. Papers, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de IDEAS: <https://ideas.repec.org/a/jes/wpaper/y2015v7i3p759-773.html>
- Shen, N., Zhao, Y., & Wang, Q. (2018). Diversified Agglomeration, Specialized Agglomeration, and Emission Reduction Effect—A Nonlinear Test Based on Chinese City Data. *MDPI Sustainability*.
- Shinohara, K., & Georgescu, S. (Diciembre de 2010). *Modelling Adopter Behaviour Based on the Navier Stokes Equation*. (I. S. Network, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/50282305_Modelling_Adopter_Behaviour_Based_on_the_Navier_Stokes_Equation
- Silva Salas, M., & Jiménez Badillo, M. (2016). *Evaluación del bienestar animal en vacas lecheras de la región Sureste del estado de Hidalgo aplicando el protocolo Welfare Quality*. Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.3835217B&lang=es&site=eds-live>
- Silva, B. (4 de Febrero de 2020). Trabaja Implan en plan de infraestructura verde. *El Siglo de Torreón*.
- SINA-CONAGUA. (2019). *Acuíferos (nacional)*. (S. G. Técnica, Ed.)
- Sosa Rivas, M. (Diciembre de 2009). *Optimización de los niveles de agua a utilizar y especies a cultivar en el sector agrícola de la Comarca Lagunera*. (T. d. Monterrey, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Repositorio ITESM: <https://repositorio.itesm.mx/handle/11285/572999>
- Sotomayor Garza, J. (20 de Julio de 2019). El Río Nazas. *El Siglo de Torreón*.

- Springer. (2010). *Perspectives on Spatial Data Analysis*. (L. Anselin, & S. J. Rey, Edits.)
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). *FAO*. Recuperado el Julio de 2019, de Respuesta del rendimiento de los cultivos al agua: <http://www.fao.org/3/a-i2800s.pdf>
- Stefanouli, Maria; Polyzos, Serafeim;. (Mayo de 2016). *Gravity vs radiation model: two approaches on commuting in Greece*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: https://www.academia.edu/33410677/Gravity_vs_radiation_model_two_approaches_on_commuting_in_Greece
- Stiglitz, J. (1974). *Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths*. (R. o. Studies, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Columbia University Libraries: <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8FX7MGR>
- Studenmund, A. (s.f.). *Using Econometrics. A practical guide*. (Pearson, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/profile/Ayseguel_Coskun2/post/How_to_solve_autocorrelation_but_homoscedastic_on_balanced_panel_data/attachment/59d6343079197b8077991e0e/AS%3A378302645719042%401467205787854/download/A.H.+Studenmund-Using+Econometrics_+A+Practi
- Sun, C., Zhao, L., Zou, W., & Zheng, D. (2014). *Water resource utilización efficiency and spatial spillover effects in China*. (J. o. Sciences, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Journal of Geographical Sciences: <http://www.geogsci.com/article/2014/1009-637X/22954>
- Sun, L., Zheng, M., Liu, H., & Peng, S. (2014). *Water Management Practices Affect Arsenic and Cadmium Accumulation in Rice Grains*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/263859889_Water_Management_Practices_Affect_Arsenic_and_Cadmium_Accumulation_in_Rice_Grains
- Tabacco, Ernesto; Comino, Luciano; Borreani, Giorgio;. (2018). *Production efficiency, costs and environmental impacts of conventional and dynamic forage system for dairy farms in Italy*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Forage4climate: <http://bit.ly/2Zu1UwZ>
- Takayama, T., & Judge, G. G. (1964). *Spatial Equilibrium and Quadratic Programming*. (A. F. Association, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=edsjsr&AN=edsjsr.1236473&lang=es&site=eds-live>
- Tarango Rivero, S. H., & Chávez Sánchez, N. (enero de 2011). *Daño salino en nogal pecanero*. (INIFAP, Ed.) Recuperado el 4 de abril de 2019, de Comenuz: http://comenuz.com/wp-content/uploads/2018/assets/dano_salino_en_nogal_pecanero_1.pdf
- Tavera Terrones, M., Davila Perez, S. L., & Prado Naccha, A. (2004). *Ministerio de Comercio Exterior y Turismo - Perú*. Recuperado el 2019, de Estudio para la selección de 10 nuevos productos, su adaptabilidad al territorio nacional, su viabilidad en Europa e indentificar potenciales clientes: https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/Sites/ueperu/licitacion/pdfs/Informes/104.pdf
- Teyer, R., Magaña, J., Santos, J., & Aguilar, C. (2003). *Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de tres grupos genéticos en un hato de doble propósito en el sureste de México*. (R. C. Agrícola, Editor, & U. A. Yucatán, Productor) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://libcon.rec.uabc.mx:2051/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=28339514&lang=es&site=eds-live>
- Tian, Y., & Sun, C. (Mayo de 2018). *Comprehensive carrying capacity, economic growth and the sustainable development of urban areas: a case study of the Yangtze River Economic Belt*. (C. Production, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de freepaper: <https://freepaper.me/downloads/abstract/10.1016/j.jclepro.2018.05.262>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2015). *Economic development*. PEARSON.
- Trend. (24 de Enero de 2018). *Too late to save Middle East's largest saltwater lake, Urmia?* Recuperado el Abril de 2019, de AzerNews: <https://www.azernews.az/region/126004.html>
- Tutulmaz, O., & Victor, P. (2013). Can stock adjustment model of Canadian investment be meaningful case for multicointegration analysis? *International Proceedings of Economics Development & Research*.
- Ullah, S., Akthar, P., & Zaeferian, G. (2018). *Dealing with Endogeneity Bias: The Generalized Method of Moments (GMM) for Panel Data*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/321267050_Dealing_with_Endogeneity_Bias_The_Generalized_Method_of_Moments_GMM_for_Panel_Data
- UNAM. (2010). *Comarca Lagunera. Procesos regionales en el contexto global*. (UNAM, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Instituto de Geografía UNAM: <http://bit.ly/UNAMcomarcalaguneraprocesosregionales>

- Universidad Politécnica de Madrid. (2014). *Fuerzas internas y externas*. Obtenido de Dinámica: <http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/dinamsist/fintext.html>
- Urbano Pulido, David; Díaz Casero, Juan Carlos; Hernández Mogollón, Ricardo;. (s.f.). *La teoría económica institucional: el enfoque de North en el ámbito de la creación de empresas*. (D. Organizativas, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Fundación Dialnet: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2499446.pdf>
- Valdez Lozano, G. (11 de Julio de 2017). *Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco*. Obtenido de IMPLAN: <http://www.trcimplan.gob.mx/blog/reserva-ecologica-municipal-sierra-y-canon-de-jimulco.html>
- Valdez, R. I. (2018). Crecimiento económico, externalidades y su difusión espacial en México. (Formato PDF). Tijuana, México.
- Valenzuela, B., & Espinoza, L. (2015). *Regionalismo latinoamericano y comercio bilateral*. Obtenido de Redalyc.org: <https://www.redalyc.org/pdf/3475/347539286001.pdf>
- Van Asselt, E.D.; Capuano, E.; Van der Fels-Klerx, H.J.:. (2015). *Sustainability of milk production in the Netherlands - A comparison between raw organic, pasteurised organic and conventional milk*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de KUNDOC: <https://kundoc.com/pdf-sustainability-of-milk-production-in-the-netherlands-a-comparison-between-raw-or.html>
- van Bergeijk, P., & Brakman, S. (2010). The Gravity Model in International Trade. *eBook Collection (EBSCOhost)*. (C. U. Press, Ed.)
- Van Calker, K.J.; Berentsen, P.B.M.; de Boer, I.J.M.; Giesen, G.W.J.; Huirne, R.B.M.:. (2004). *An LP-model to analyse economic and ecological sustainability on Dutch dairy farms: model presentation and application for experimental farm 'de Marke'*. Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCipmodeldutchdairy>
- Van den Bergh, J. C., & Nijkamp, P. (1997). *Optimal growth, coordination and sustainability in the spatial economy*. (F. U. Boelelaan, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/4780844_Optimal_Growth_Coordination_and_Sustainability_in_the_Spatial_Economy
- van Dijk, J., & Pellenburg, P. (2000). *The Demography of firms: progress and problems in empirical research*. (U. o. Groningen, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Cite Seer X: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.461.2254&rep=rep1&type=pdf>
- Van Marrewijk, M. (2013). *Concepts and definitions of CSR and corporate sustainability: Between agency and communion*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/320597366_Concepts_and_definitions_of_CSR_and_corporate_sustainability_Between_agency_and_communion
- Vanguardia. (27 de Noviembre de 2019). *Constituyen en Torreón la "Alianza Laguna por el Agua"*. Obtenido de <https://vanguardia.com.mx/articulo/constituyen-en-torreon-la-alianza-laguna-por-el-agua>
- Vázquez-Rowe, I.; Iribarren, D.; Moreira, M.T.; Feijoo, G.:. (2010). *Combined application of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis as a methodological approach for the assessment of fisheries*. (E. Publishers, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCcombinedapplicationoflifecycle>
- Velázquez Villalpando, M. A. (2010). *"Productividad del trabajo y dinámica salarial en la industria manufacturera de las Entidades Federativas en México, 1994-2008"*. Obtenido de Centro de Investigaciones Socioeconómicas - UAC: https://www.cise.uadec.mx/downloads/tesis/Maestria2008-2010_VVMA.PDF
- Velez Villegas, J. (2009). Los procesos de aglomeración en Colombia a la luz de la Nueva Geografía Económica. *SCIELO*.
- Venegas-Martínez, F., Avendaño-Vargas, B. L., & García-Meza, M. A. (2016). *El motivo precautorio en la demanda de saldos reales: un enfoque ortodoxo*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/318710647_El_motivo_precautorio_en_la_demanda_de_saldos_reales_un_enfoque_ortodoxo/link/5978f540aca27203ecc63109/download
- Ventimiglia, T., & Wayne, K. (2003). *Barnes-Hut Galaxy Simulator*. Recuperado el Abril de 2019, de princeton.edu: <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/fall04/cos126/assignments/barnes-hut.html>
- Vergé, X.P.C.; Maxime, D.; Dyer, J.A.; Desjardins, R.L.; Arcand, Y.; Vanderzaag, A.:. (2013). *Carbon footprint of Canadian dairy products: Calculations and issues*. (A. D. Association, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de CORE: <https://core.ac.uk/download/pdf/82228967.pdf>
- Verhoef, E., & Nijkamp, P. (2002). *Externalities in Urban Sustainability: Environmental Versus Localization-Type Agglomeration Externalities in a General Spatial Equilibrium Model of a Single—Sector Monocentric Industrial City*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800901002531?via%3Dihub>

- Vernon Henderson, J., Shalizi, Z., & Venables, A. J. (Diciembre de 1999). *Geography and Development*. (J. o. Geography, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/23722398_Geography_and_Development
- Vibart, Ronaldo; Vogeler, Iris; Mackay, Alec; Beautrais, Josef; Monaghan, Ross;. (2015). *A regional assessment of the cost and effectiveness of mitigation measures for reducing nutrient losses to wáter and greenhouse gas emissions to air from pastoral farms*. (J. o. Management, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de academia.edu: <http://bit.ly/ACADEMIAREgionalassessment>
- Vicentin Masaro, Jimena;. (s.f.). *Determinación de Precios en la cadena láctea argentina*. (U. N. Córdoba, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Repositorio Digital UNC: <http://bit.ly/UNCprecioscadenalacteaargentina>
- Victorian Farmers Federation. (8 de Mayo de 2014). *Milk pricing discussion paper: a comparison of complex Milk Price structures and suggested components of a better milk pricing system*. (U. D. Victoria, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Australian Competition & Consumer Commision: <http://bit.ly/2UzmMiA>
- Vida, Elisabetta; Tedesco, Doriana Eurosia Angela;. (Diciembre de 2017). *The carbon footprint of integrated milk production and renewable energy systems - A case study*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2XLK3Qr>
- Villa-Castorena, M., Catalán-Valencia, E. A., Arreola-Ávila, J. G., Inzunza-Ibarra, M. A., & Román López, A. (2011). *Scielo*. Recuperado el 2019, de Influencia de la frecuencia del riego en el crecimiento de orégano: www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-40182011000500016
- Villalulca, J. C. (Noviembre de 2012). *Caudalímetros máscicos Coriolis: principio de medición*. Recuperado el Abril de 2019, de Instrumentación y Control: <https://instrumentacionycontrol.net/caudalímetros-masicos-coriolis-principio-de-medicion/>
- Villalobos y Marín. (11 de Noviembre de 2007). *Clústers y Modelos Económicos*. Recuperado el Abril de 2019, de clustersmarinivillalobos: http://clustersmarinivillalobos.blogspot.com/2007/11/glosario_11.html
- Villarreal, René. (2002). *México competitivo 2020: un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo* (1ra. ed.). Océano.
- Villegas Flores, J. J. (2014). *Infraestructura logística en México y su impacto en el crecimiento económico de 2000-2012*. *Computer File*. (UABC, Ed.) Tijuana, Baja California, México.
- Virkanen, J. (1998). *Effect of urbanization on metal deposition in the Bay of Töölönlahti, Southern Finland*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X98000538?via%3Dihub>
- Vos, W., & Meekes, H. (1999). *Trends in European cultural landscape development: perspectives for a sustainable future*. (Elsevier, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de orcp.hustoj.com: http://orcp.hustoj.com/wp-content/uploads/2016/03/1999-Trends-in-European-cultural-landscape-development_perspectives-for-a-sustainable-future.pdf
- Wagner, U., & Timmins, C. (2009). *Agglomeration Effects in Foreign Direct Investment and the Pollution Haven Hypothesis*. Obtenido de Springer: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-008-9236-6>
- Wang, C., Du, X., & Liu, Y. (2017). *Measuring spatial spillover effects of industrial emissions: A method and case study in Anhui province, China*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/310819483_Measuring_spatial_spillover_effects_of_industrial_emissions_A_method_and_case_study_in_Anhui_province_China
- Wang, Fengting; Yu, Chang; Xiong, Lichun; Chang, Yuan;. (Enero de 2019). *How can agricultural water use efficiency be promoted in China? A spatial-temporal analysis*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCaspatialtemporalanalysis>
- Wang, J., Ye, X., & Wei, Y. D. (2019). *Effects of Agglomeration, Environmental Regulations, and Technology on Pollutant Emissions in China: Integrating Spatial, Social, and Economic Network Analyses*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/330380065_Effects_of_Agglomeration_Environmental_Regulations_and_Technology_on_Pollutant_Emissions_in_China_Integrating_Spatial_Social_and_Economic_Network_Analyses
- Wang, M., Sun, C., & Wang, X. (2019). *Analysis of the Water-Energy Coupling Efficiency in China: Based on the Three-Stage SBM-DEA Model with Undesirable Outputs*. Obtenido de MDPI: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/4/632>
- Weiss, K. R. (20 de Diciembre de 2018). *Se secan los lagos de medio mundo*. Recuperado el Abril de 2019, de National Geographic España - Naturaleza: https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/cambio-climatico-se-secan-lagos-medio-mundo_12498
- Westerhoff, F. H. (2006). *Samuelson's multiplier-accelerator model revisited*. (Routledge, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Universität Bamberg: <http://bit.ly/2L2hOeM>

- Weziak-Bialowolska, D. (2007). *Measurement of national intellectual capital: application to EU countries*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/5129750_Measurement_of_national_intellectual_capital_-_application_to_EU_countries
- Wolfe, M. (2014). *Crisis del agua subterránea en México. Dinámica histórica: recursos, lucro y conocimiento en La Laguna, 1930-1970*. Recuperado el Abril de 2019, de Hlb Revista de Historia Latinoamericana: <https://revistahistoria.universia.net/article/download/1028/1123>
- World Bank. (Abril de 2000). *A guide to World Resources 2000-2001: People and Ecosystems: The Fraying Web of Life*. (W. R. Institute, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de The World Bank - Documents & Reports: <http://documents.worldbank.org/curated/en/194461468779097505/A-guide-to-world-resources-2000-20001-people-and-ecosystems-the-fraying-web-of-life>
- World Bank. (30 de Abril de 2000). *A guide to world resources 2000 - 2001: people and ecosystems - the fraying web of life*. Obtenido de World Bank - Documents & Reports: <http://documents.worldbank.org/curated/en/194461468779097505/A-guide-to-world-resources-2000-20001-people-and-ecosystems-the-fraying-web-of-life>
- World Bank. (31 de Enero de 2018). <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/01/31/3-big-ideas-to-achieve-sustainable-cities-and-communities>. Obtenido de Tres grandes ideas para lograr ciudades y comunidades sostenibles: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/01/31/3-big-ideas-to-achieve-sustainable-cities-and-communities>
- Wu, X., & Whittington, D. (2006). *Incentive Compatibility and Conflict Resolution in International River Basins: A Case Study of the Nile Basin*. Obtenido de Water Resources Research: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2005WR004238>
- WWF. (2012). *Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica*. (AgroDer, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Huella Hídrica: <http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- www.agua.org.mx. (29 de Febrero de 2020). Obtenido de Comisión de Cuenca Alto Nazas A.C.
- Xiong, L., de Jong, M., Wang, F., Cheng, B., & Yu, C. (2018). Spatial Spillover Effects of Environmental Pollution in China's Central Plains Urban Agglomeration. *MDPI Sustainability*.
- Xue, S., Yang, T., Zhang, K., & Feng, J. (2018). *Spatial effect and influencing factors of agricultural water environmental efficiency in China*. (A. E. Research, & V. 1.-4. 2018, Edits.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/2PszUoF>
- Yifu Lin, J. (2012). *New structural economics. A framework for rethinking development and policy*. (T. W. Bank, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de World Bank: <http://siteresources.worldbank.org/DEC/Resources/84797-1104785060319/598886-1104951889260/NSE-Book.pdf>
- Zavala-Pineda, María Jesica; Leos Rodríguez, Juan Antonio; Salas-González, José María; Valdez-Cepeda, Ricardo David; Gómez-Oliver, Luis;. (2015). *Las transferencias agrarias en México y su efecto en el sector agropecuario*. (E. A. Naturales, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de RECYT Repositorio Español de Ciencia y Tecnología: <https://recyt.fecyt.es/index.php/ECAGR/article/viewFile/earn.2015.02.02/24677>
- Zehetmeier, M.; Hoffmann, H.; Sauer, J.; Hofmann, G.; Dorfner, G.; O'Brien, D.;. (2014). *A dominance analysis of greenhouse gas emissions, beef output and land use of German dairy farms*. (A. Systems, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de UABC: <http://bit.ly/BIBLIOUABCgermandairyfarms>
- Zeng, D., & Zhao, L. (2009). *Pollution havens and industrial agglomeration*. Obtenido de ELSEVIER: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0095069609000175?via%3Dihub>
- Zepeda Orantes, G. (13 de Agosto de 2004). *Factores de Localización Industrial de la Manufactura en México: en periodos de apertura comercial*. (D. d. Economía, Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de Biblioteca UDLAP Colección de tesis digitales: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lec/zepeda_o_g/
- Zepeda-Ortega, I. E., Ángeles-Castro, G., & Carrillo-Murillo, D. G. (2019). *Infraestructura carretera y crecimiento económico en México*. Obtenido de redalyc. org - UAEM: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/118/11862073006/html/index.html>
- Zhao, L., Sun, C., & Liu, F. (2017). *Interprovincial two-stage water resource utilization efficiency under environmental constraint and spatial spillover effects in China*. (E. B.V., Ed.) Recuperado el Abril de 2019, de <http://bit.ly/BIBLIOUABCinterprovincialtwestagewaterresource>
- Zhou, K., Liu, H., & Wang, Q. (2020). The impact of economic agglomeration on water pollutant emissions from the perspective of spatial spillover effects. *Springer*.