

# Dinámica espacio-temporal de la malnutrición desde la perspectiva del sistema agroalimentario 2000-2020

---

**Dr. Mauricio Galeana Pizaña**  
**mgaleana@centrogeo.edu.mx**



***Webinario Ciencia de Datos y Salud***  
***25 de febrero del 2022***

<b>Eje de Análisis</b>	<b>Integrantes</b>	<b>Institución Participante</b>
<b>Sistema Agroalimentario</b>	Dr. José Mauricio Galeana Pizaña Mtro. Aldo Daniel Jiménez Ortega Mtra. Daniela Figueroa Mtra. Raiza González Mtro. Guillermo Martínez Verduzco	Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, CentroGeo
<b>Nutrición</b>	Dr. Ruy López Ridaura Dra. Lizbeth Ixchel Díaz Trejo Mtra. Leslie Vendrell Verdeja	Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE)
<b>Análisis geoespacial</b>	Dr. José Mauricio Galeana Pizaña Dr. Juan Manuel Núñez Hernández	Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, CentroGeo  Centro Transdisciplinar Universitario para la Sustentabilidad
<b>Analítica geovisual, Tableros e Infraestructura de datos espaciales (IDE)</b>	Dr. Oscar Sánchez Siordia Dr. Rodrigo Tapia Mtro. Jesús Trujillo	Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, CentroGeo
<b>Demografía</b>	Dr. Manuel Ordorica Mtro. Carlos Anzaldo	Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, CentroGeo  El Colegio de México, A.C.

## Propósito

Dar valor agregado a las bases de datos de la plataforma digital de Salud respecto a la malnutrición en México, desde un enfoque interdisciplinario y marcos analíticos de ciencia de datos y análisis geoespacial que integren información del sector salud, información demográfica y de los diferentes componentes del sistema agroalimentario.

## Objetivo General

Desarrollo y co-construcción de una Plataforma de Información Geoespacial con herramientas que permitan la integración, análisis y visualización de información proveniente de diversas fuentes para el periodo 2000-2020 sobre las prevalencias de la malnutrición, las tendencias demográficas y el sistema agroalimentario.

## Finalidad

Las herramientas de la **Plataforma** estarán sustentadas en la aplicación de métodos de ciencias y visualización de datos con una perspectiva geográfica, basada en el trabajo articulado con el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades, Universidad Iberoamericana y el Colegio de México y **contribuirá en los procesos de generación de conocimiento y de toma de decisiones en el sector salud y el sector agroalimentario.**

# Etapa 1. Indicadores de Nutrición

## Objetivo Particular 1

## Fuentes de información

## Fuentes de información

## Diseño y construcción de indicadores

1. **Analizar** desde la perspectiva epidemiológica **los datos anuales a nivel nacional de los casos de morbilidad y mortalidad asociados a la malnutrición.**



Egresos hospitalarios



Mortalidad



Servicios otorgados de la SS

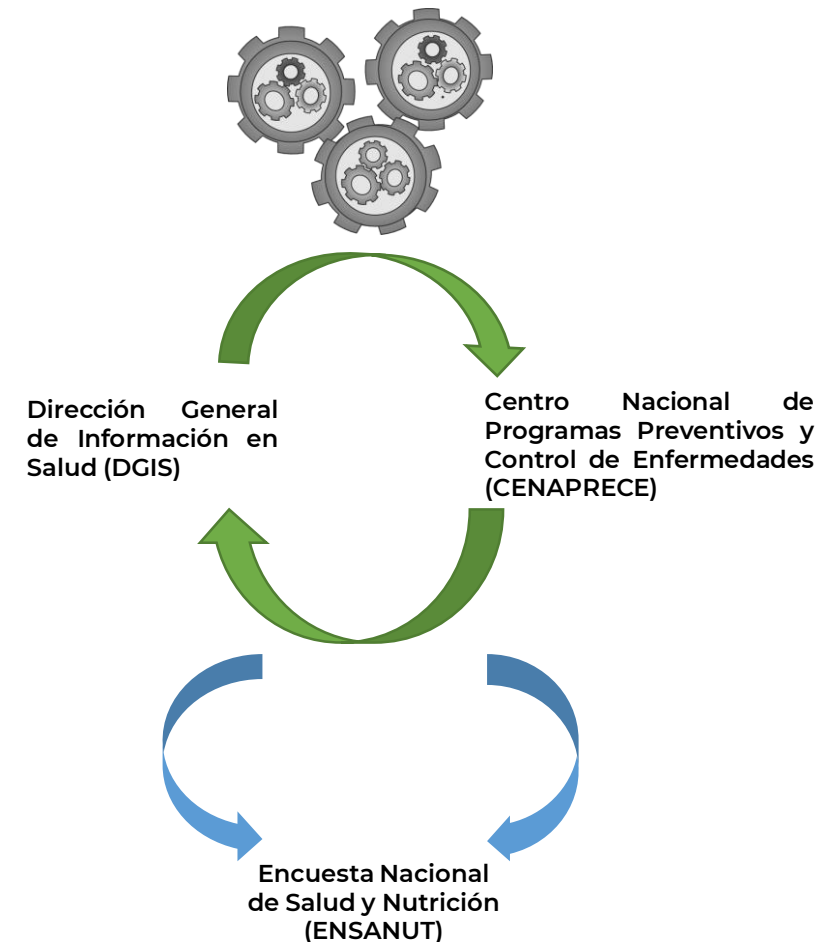


ENSANUT

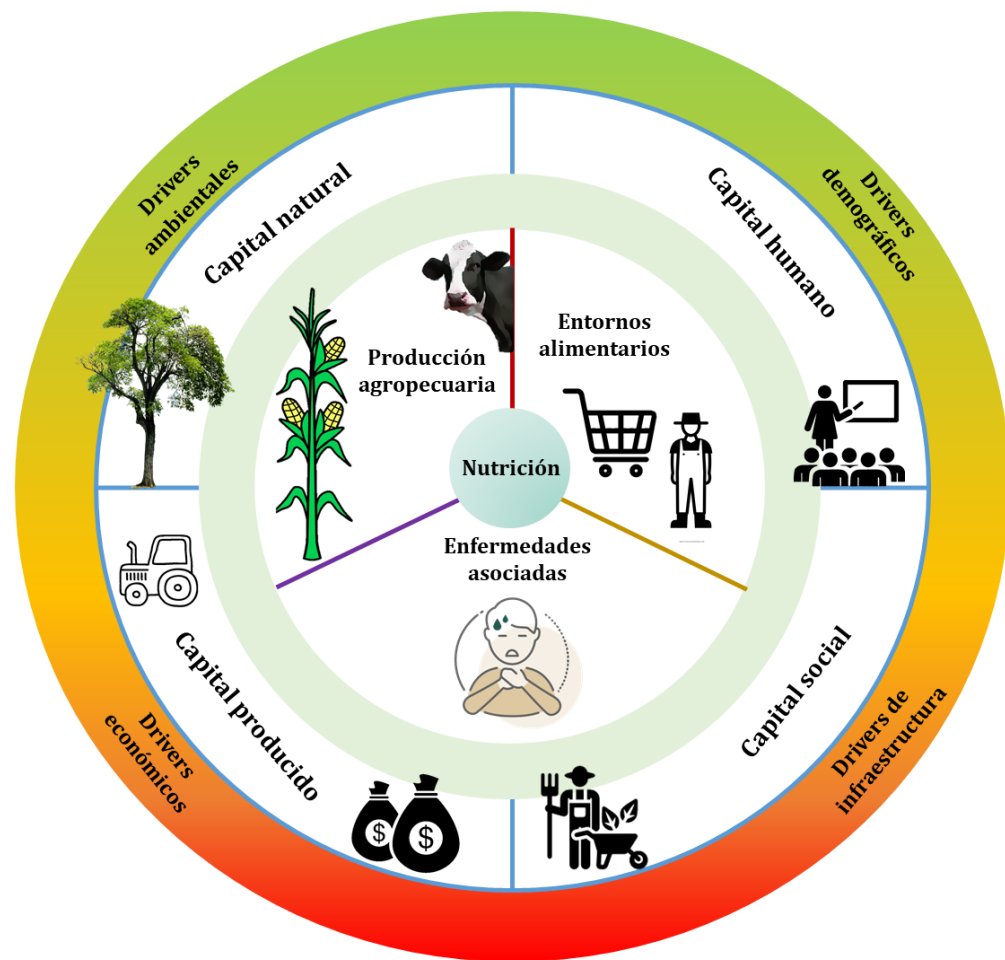
Enfermedades crónicas no transmisibles



Desnutrición infantil



Contempla un conjunto complejo de elementos que dan forma a grupos de actores y sus modos de vida. Visualiza factores socioeconómicos, ecosistemas y actividades relacionadas con la producción, procesamiento, distribución y consumo de alimentos que interactúan en el espacio – tiempo y de manera integral contribuyen a la seguridad alimentaria.







**Propósito:** visibilizar y cuantificar los efectos en la mala nutrición a partir del funcionamiento del sistema agroalimentario.

**Mecanismo:** se identifican los principales drivers ambientales, socio-culturales, económicos y de infraestructura.

**Composición:** considera cuatro capitales con los cuales se busca denotar las principales relaciones socio-ambientales, materiales y/o no materiales que se generan a partir de la interacción entre los elementos.

**2. Integrar la información** sociodemográfica, de sistema agroalimentario, desigualdad social, impulsores de cambio y capitales asociadas con el sistema agroalimentario.

## Selección

-  Ley de Desarrollo Rural Sustentable
-  Planeación Agrícola Nacional 2017-2030
-  Canasta Básica 2020
-  Panorama Alimentario 2021 - 2024

### Cultivos Básicos

Maíz blanco y amarillo  
Frijol  
Arroz  
Trigo  
Hortalizas  
Frutas



### Cárnicos Básicos

Carne de bovinos  
Carne de porcinos  
Carne de pollo  
Huevo  
Leche

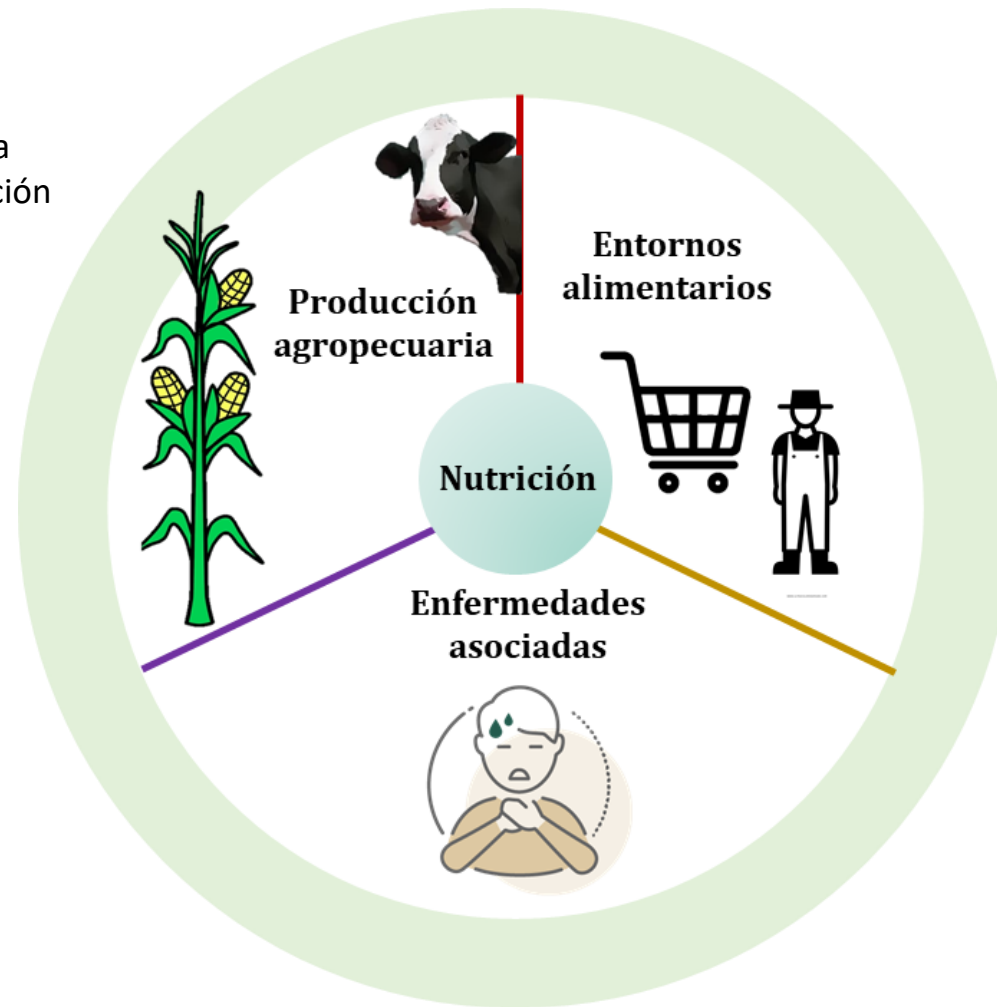


### Instituciones participantes:

- Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)
- Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco

# Etapa 1. Sistema agroalimentario

- Superficie sembrada
- Superficie cosechada
- Volumen de producción
- Rendimiento
- Precio Medio Rural

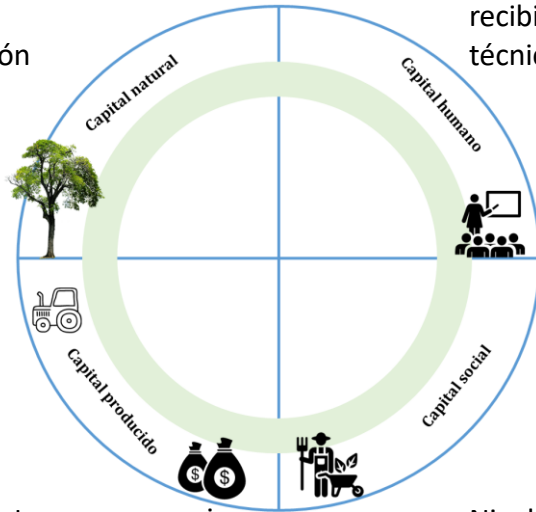


- Rezago social
- Marginación
- Autosuficiencia alimentaria
- Unidades económicas de distribución y comercialización de alimentos
- Consumo per cápita de alimentos

- Tasas y proporciones de ECNT y desnutrición infantil

# Etapa 1. Sistema agroalimentario

- Degradación de suelo
- Emisión de GEI
- Superficie de vegetación



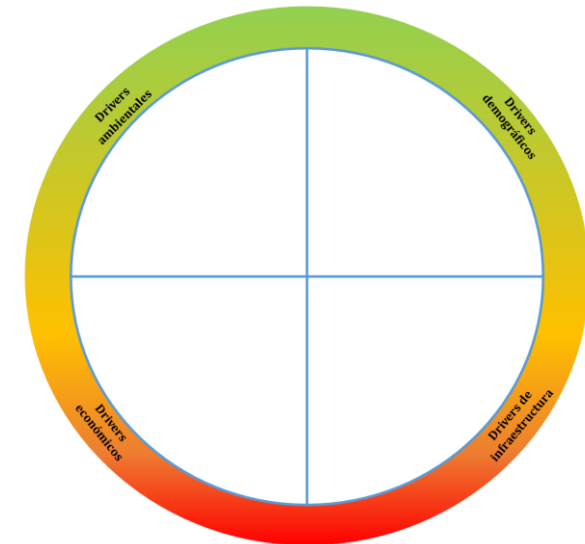
- Unidades de producción que recibieron capacitación y asistencia técnica.

- Inversión total en el sector agropecuario
- Unidades de producción con infraestructura (invernadero, tractor, entre otros)

- Nivel de organización de las unidades de producción
- Tenencia de la tierra

- Temperatura, Precipitación
- Eventos meteorológicos extremos (e.g. sequias, huracanes)
- Expansión de la superficie agropecuaria

- Indicadores demográficos\*
- Incremento en la superficie de asentamientos humanos



- Producción bruta total
- Inversión total

- Vías de comunicación

## Serie histórica censal e intercensal (2000-2020)



**2000**

2,443



**2005**

2,454



**2010**

2,456



**2015**

2,457



**2020**

2,469

Número de alcaldías y municipios

## Conjuntos de Datos Homologados

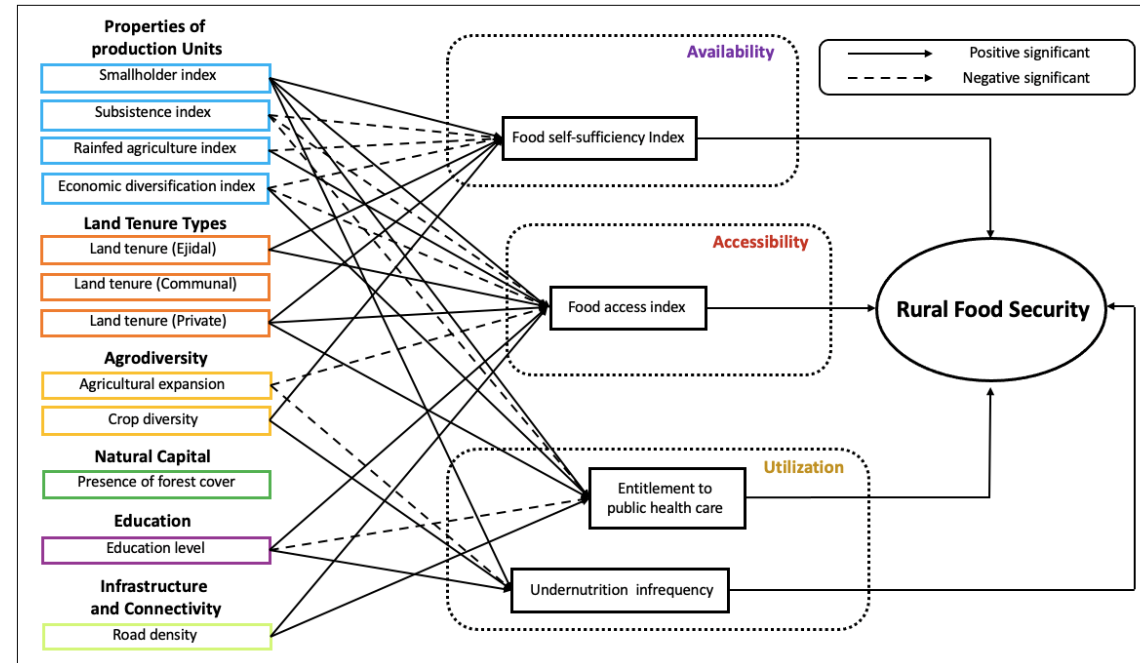
**Población total y de 5 años y más según características demográficas y sociales:** sexo, grupos quinquenales de edad, tamaño de localidad, condición de migración acumulada y reciente, condición de derechohabiencia a servicios de salud, habla indígena.

**Población de 12 años y más según características económicas y sociodemográficas:** sexo, nivel de escolaridad, grado promedio de escolaridad, condición de actividad económica.

**Ocupantes en viviendas particulares según características de las viviendas:** disponibilidad de drenaje, agua entubada, energía eléctrica, sanitario, combustible para cocinar, material en pisos, número de cuartos y dormitorios, disponibilidad de radio, TV, refrigerador, lavadora, auto, teléfono fijo o celular, computadora.

**Población en hogares censales según características del jefe:** tamaño del hogar, condición indígena del hogar, sexo del jefe, grupo de edad del jefe, nivel de escolaridad del jefe.

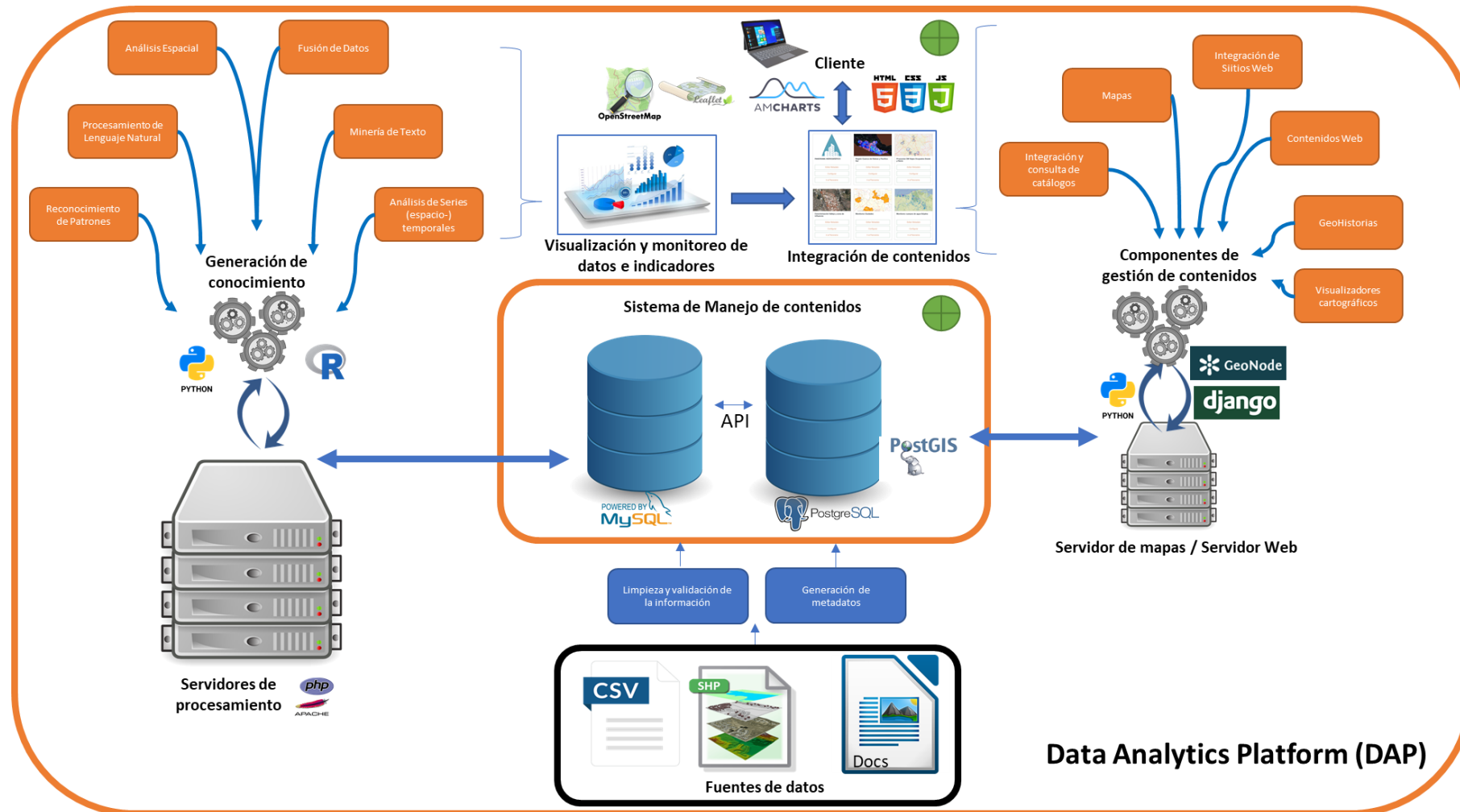
## 3. Recopilar, limpiar, procesar datos usando métodos estadísticos y de minería de datos y crear visualizaciones gráficas de los patrones, tendencias y evolución de la información resultado de la integración.

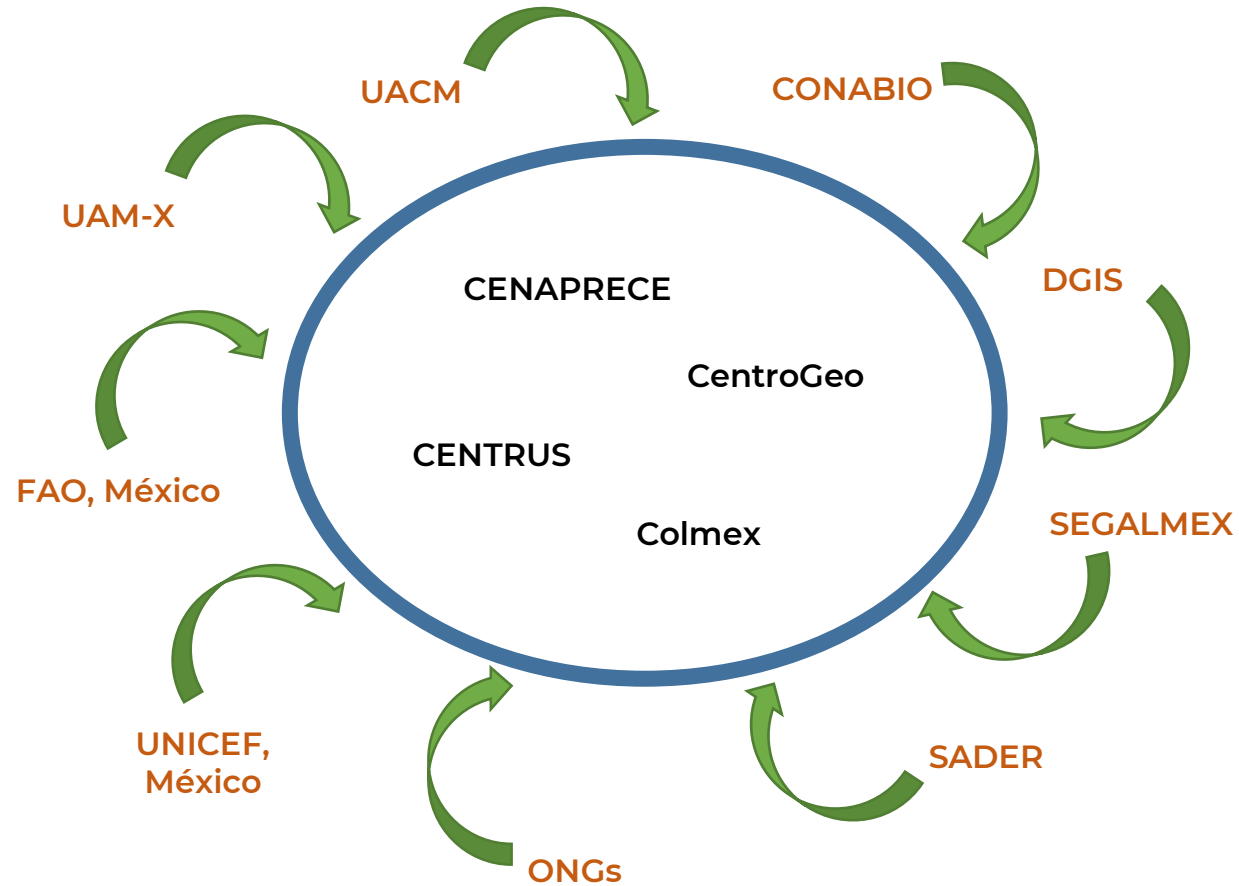


Los Modelo de Ecuaciones Estructurales **combinan el análisis factorial con la regresión lineal** para probar el grado de ajuste de datos observados a un modelo hipotético que es expresado mediante un diagrama o mapa mental.

# Etapa 2. Plataforma de información geoespacial

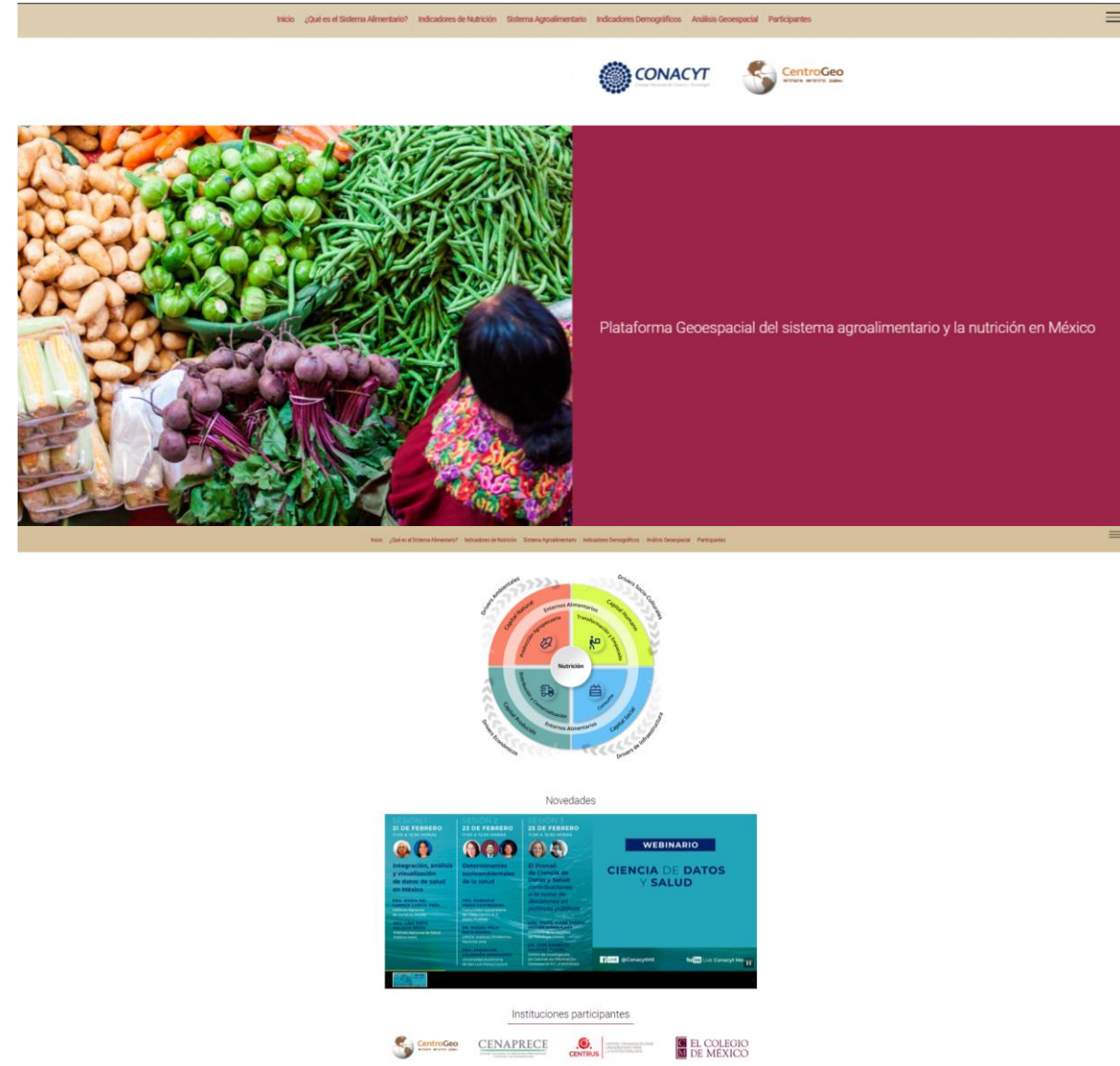
4. **Desarrollar una Plataforma de Información Geoespacial** que albergue datos y resultados de análisis realizados, así como diferentes elementos visuales de comunicación. La Plataforma y sus herramientas **podrán alojarse en los servidores de Conacyt, CentroGeo, las instituciones del sector salud y grupos intersectoriales emergentes.**





## Plataforma geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México

- A) Inicio/Presentación del proyecto** (Estructura/Acerca de la plataforma)
- B) ¿Qué es el sistema agroalimentario?**
- C) Indicadores de Nutrición**
  - a. Enfermedades crónicas no transmisibles
  - b. Desnutrición infantil
  - c. Tablero de indicadores
- D) Sistema agroalimentario**
  - a. Tablero de indicadores del sistema agroalimentario
  - b. Estrategia Nacional para una Alimentación Saludable, Justa y Sostenible
  - c. Estudios de caso
- E) Indicadores demográficos**
- F) Análisis geoespacial**
  - a. Clusters espacio-temporales 2000-2020
  - b. Determinantes espaciales
  - c. Modelo de ecuaciones estructurales del sistema agroalimentario y la nutrición
  - d. Entornos alimentarios
- G) Participantes**



The screenshot shows the web platform interface for the 'Plataforma Geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México'. The header includes navigation links: Inicio, ¿Qué es el Sistema Alimentario?, Indicadores de Nutrición, Sistema Agroalimentario, Indicadores Demográficos, Análisis Geoespacial, and Participantes. The main content area features a large image of fresh produce (potatoes, tomatoes, beans, and radishes) with a person in a colorful traditional Mexican blouse. Below the image is a red banner with the text 'Plataforma Geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México'. A circular diagram illustrates the relationship between 'Sistema Agroalimentario' and 'Nutrición', with 'Sistema Agroalimentario' divided into 'Producción' and 'Consumo', and 'Nutrición' divided into 'Estado Nutricional' and 'Seguridad Alimentaria'. Below the diagram is a 'Novedades' section with three webinar announcements for February 21, 23, and 25. At the bottom, the 'Instituciones participantes' section lists logos for CentroGeo, CENAPRECE, CENUSA, and EL COLEGIO DE MÉXICO.



Isquémicas del corazón

Enfermedades cerebrovasculares

Diabetes mellitus tipo II

Hipertensión

Desnutrición Infantil

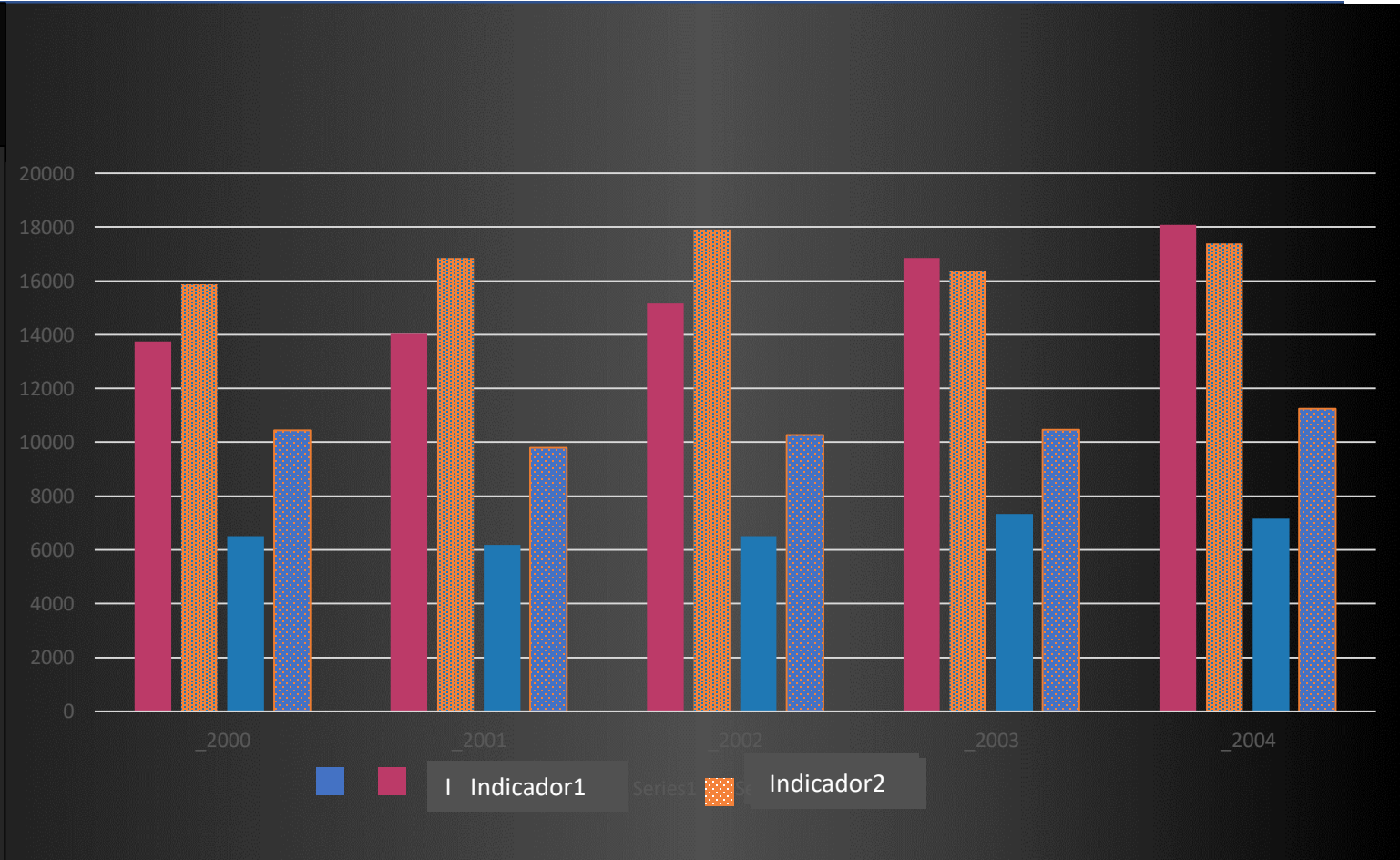
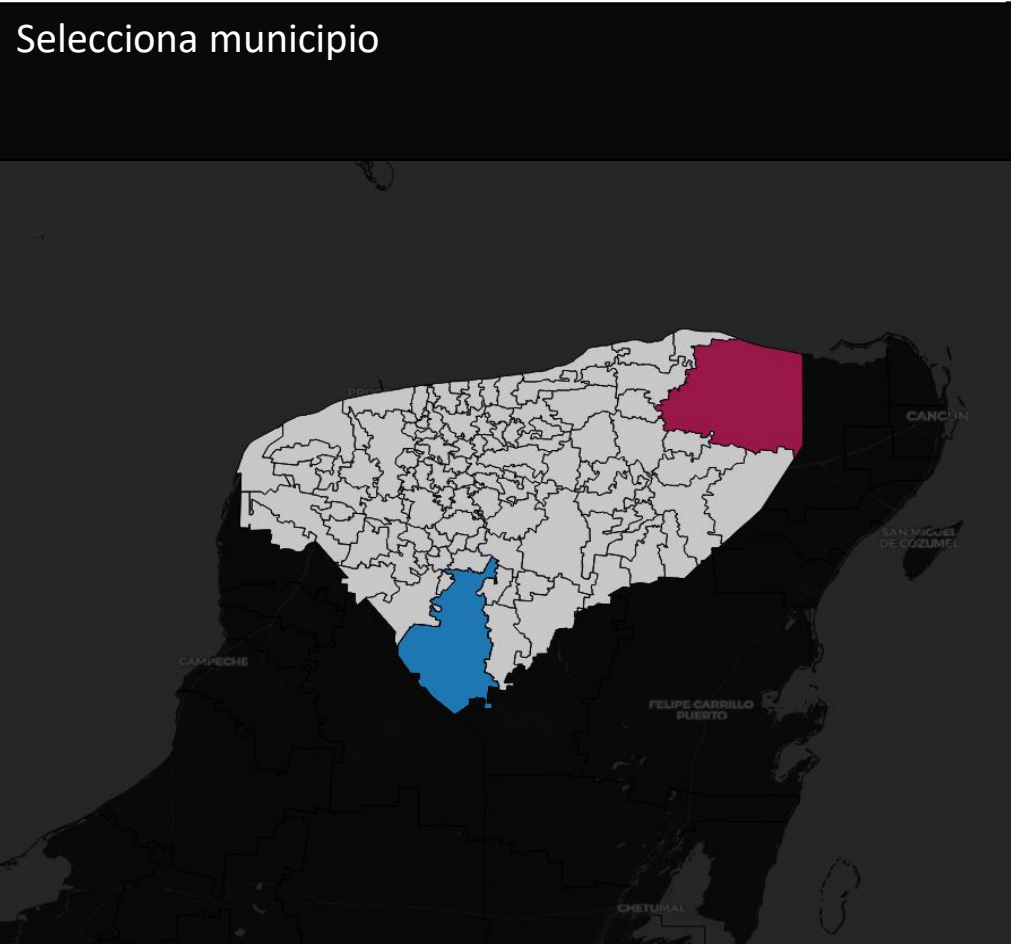
Indicador

Proporciones de egresos hospitalarios (25 a 59 años;  vs

Indicador

Enfermedades cerebrovasculares (25 a 59 años)

Filtrar años



Selección múltiple de municipios (máximo 3)

## Proporción de detecciones reportadas en adultos de 20 años o más, SSA.

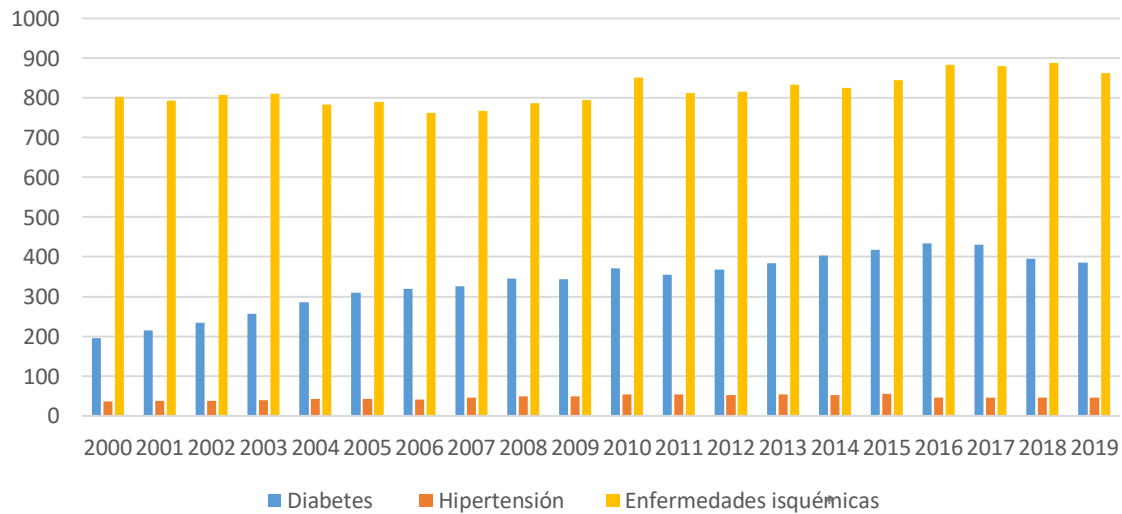
Año	Diabetes		Hipertensión		Obesidad	
	Total detecciones	% detecciones positivas	Total detecciones	% detecciones positivas	Total detecciones	% detecciones positivas
2000	4770881	8.2%	8162033	3.1%	ND	ND
2001	5703124	10.2%	7706159	3.2%	ND	ND
2002	6107822	13.3%	8599523	4.3%	2167511	18.5%
2003	6589585	17.1%	8697918	4.9%	3383464	20.8%
2004	7930974	20.1%	9712457	5.3%	5464317	22.0%
2005	10168915	22.6%	11775115	6.2%	7230286	23.6%
2006	12106378	23.5%	13272702	7.1%	9119326	24.7%
2010	8216137	13.5%	8813325	7.5%	7902440	26.2%
2011	9997146	12.6%	10418967	6.8%	9650994	22.8%
2012	11042335	12.4%	11489714	6.4%	10760949	19.8%
2013	11105175	12.4%	11617799	6.8%	10922546	19.7%
2014	12362757	12.8%	12812537	6.7%	12035652	18.5%
2015	12305765	13.8%	12613353	6.9%	9673522	17.0%
2016	11422596	12.6%	11886961	6.9%	11039557	18.6%
2017	10559352	14.2%	10842320	7.4%	10359969	20.0%
2018	9733419	14.9%	9926504	7.8%	9581671	20.5%
2019	9032518	14.3%	9280332	8.4%	8970702	19.9%
2020	4941622	15.8%	5040822	10.2%	4943564	20.4%

## Proporción de ingresos a tratamiento reportados en adultos de 20 años o más, SSA

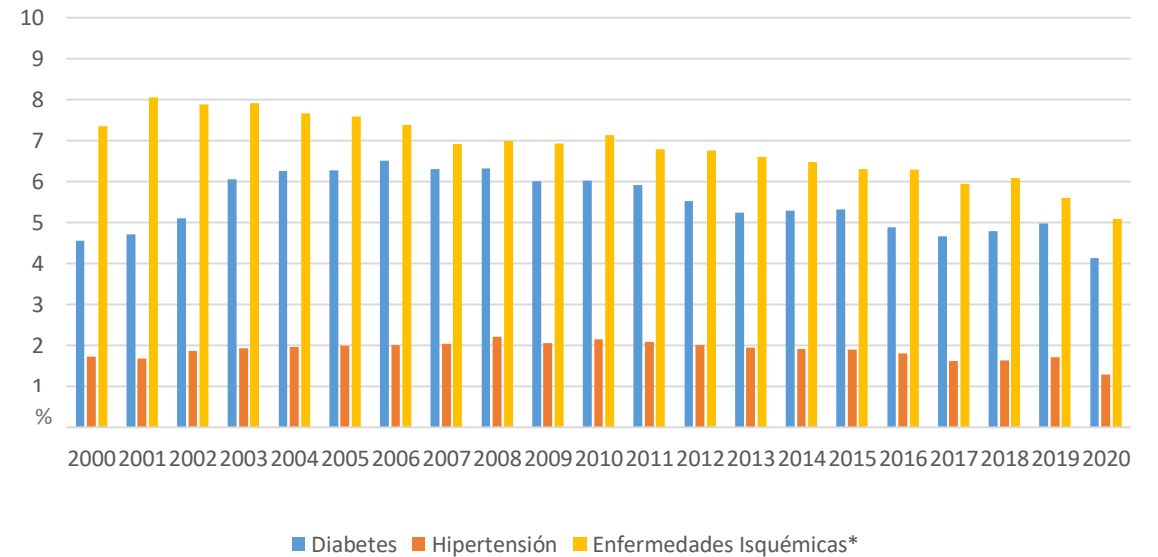
Año	Diabetes			Hipertensión			Obesidad		
	Ingresos	Detecciones positivas	%	Ingresos	Detecciones positivas	%	Ingresos	Detecciones positivas	%
2000	86340	391411	22.06	94076	251572	37.40	ND	ND	ND
2001	90400	582538	15.52	95560	246016	38.84	ND	ND	ND
2002	92435	812277	11.38	90645	368962	24.57	103127	400856	25.73
2003	93617	1127524	8.30	92028	423863	21.71	169855	703333	24.15
2004	99470	1596999	6.23	105578	517585	20.40	188933	1201229	15.73
2005	116307	2296290	5.06	122603	725535	16.90	199410	1706074	11.69
2006	115161	2850466	4.04	122603	944163	12.99	198165	2255240	8.79
2007	114504	1289758	8.88	131093	711765	18.42	137150	2256115	6.08
2008	114341	1269870	9.00	135157	684199	19.75	132882	2661346	4.99
2009	106289	1110795	9.57	134061	655757	20.44	99548	2140883	4.65
2010	113305	1107851	10.23	140673	658436	21.36	114610	2067522	5.54
2011	127590	1257745	10.14	153779	711327	21.62	113062	2202046	5.13
2012	136909	1370107	9.99	152775	737991	20.70	142668	2126087	6.71
2013	122029	1376370	8.87	137600	789429	17.43	132839	2148143	6.18
2014	128755	1585133	8.12	139701	859809	16.25	120896	2224956	5.43
2015	119196	1693657	7.04	126402	873796	14.47	103678	1644344	6.31
2016	81280	1435515	5.66	85288	818487	10.42	55928	2051522	2.73
2017	83178	1499655	5.55	82716	802044	10.31	61565	2074751	2.97
2018	80475	1453282	5.54	80430	774978	10.38	60126	1959667	3.07
2019	76922	1292131	5.95	77052	776719	9.92	49695	1785696	2.78
2020	51037	781979	6.53	52026	513822	10.13	30549	1010235	3.02

## ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE ENFERMEDADES CRÓNICAS LIGADAS A LA MALA NUTRICIÓN EN MÉXICO DE 2000 A 2020. (Artículo enviado)

Tasa de mortalidad por 100 000 habitantes, de diabetes, hipertensión y enfermedades isquémicas en adultos de 60 años o más México 2000-2019



Proporción de reportes de egresos hospitalarios por enfermedades crónicas en adultos de 60 años o más, SSA México 2000-2020



Análisis nacionales

Clusters espacio-temporales

Econometría espacial  
(determinantes)

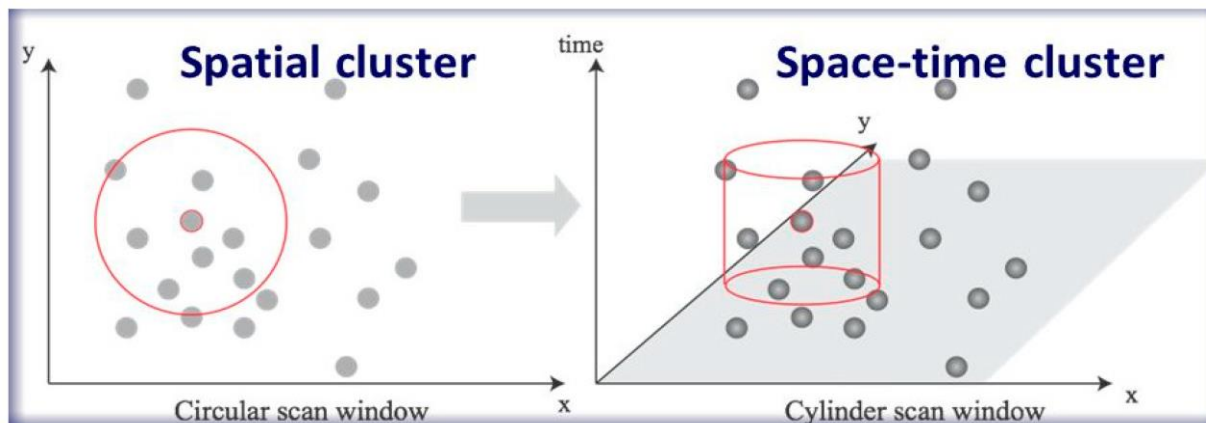
Modelo de ecuaciones estructurales

Entornos alimentarios

Modelo de Poisson discreto para analizar grupos espacio-temporales de casos para identificar los conglomerados espacio-temporales de los casos asociados a una enfermedad. Bajo la hipótesis nula, que el número esperado de casos en cada área es proporcional a su tamaño poblacional.

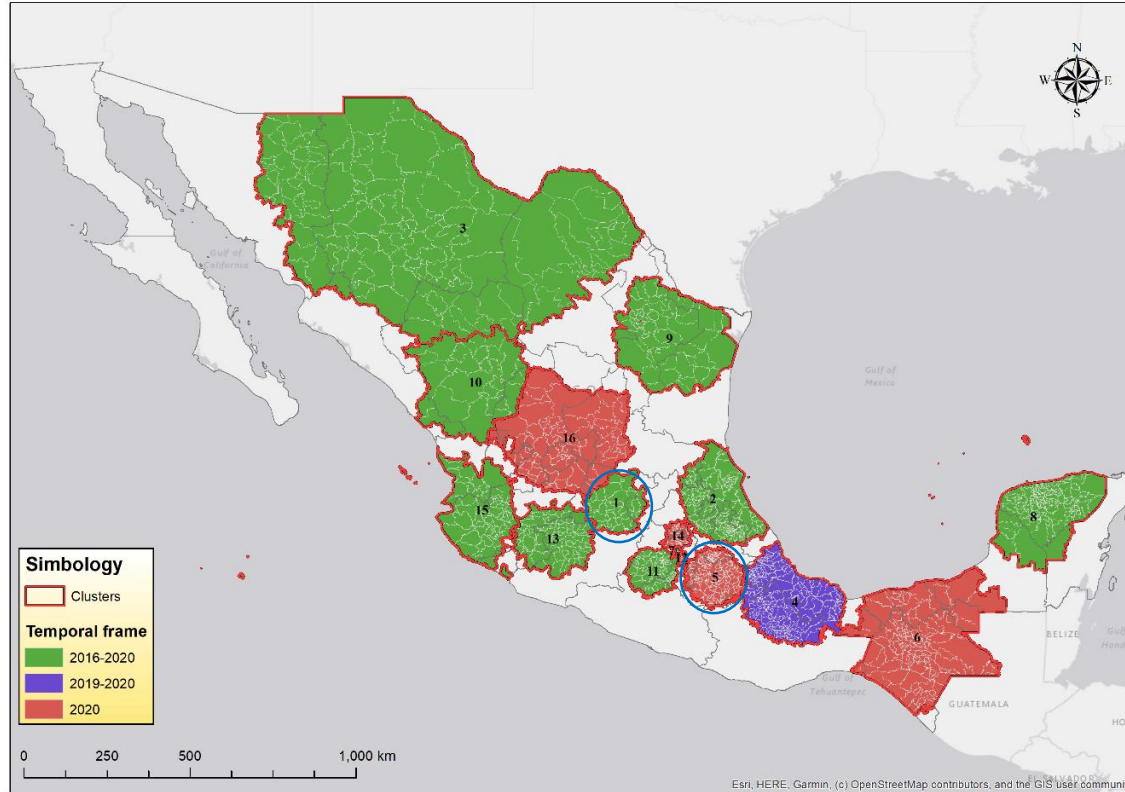
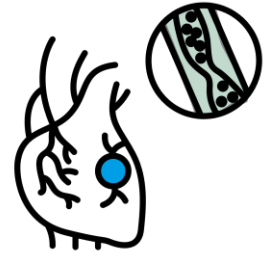
$$\mu = p * \frac{C}{P}$$

La proporción de casos observados con respecto a los esperados representa el riesgo dentro del cilindro, y el riesgo relativo representa el riesgo dentro de cilindro en comparación con el riesgo fuera de éste (Linton et al., 2014). Hipótesis nula  $H_0$ : “**No hay diferencia en el riesgo de cada enfermedad entre el interior y exterior del cilindro**”, y como hipótesis alternativa  $H_A$ : “**Existe un mayor riesgo dentro del cilindro**”.



$$\frac{L(Z)}{L_0} = \frac{\left(\frac{n_Z}{\mu(Z)}\right)^{n_Z} \left(\frac{N - n_Z}{N - \mu(Z)}\right)^{N - n_Z}}{\left(\frac{N}{\mu(T)}\right)^N}$$

# Conglomerados espacio temporales de la mortalidad por enfermedades isquémicas de corazón de población entre 60 años y más.



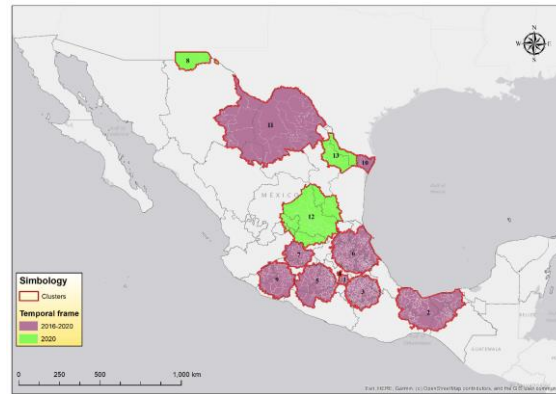
Se identificaron **16 conglomerados** estadísticamente significativos en el periodo de estudio.

- El conglomerado más probable (Cluster 1), según la razón de verosimilitud, con centro geométrico ubicado en el municipio de **Comonfort – Guanajuato**.
- El conglomerado con mayor riesgo relativo estimado estuvo asociado al municipio **Huehuetlán el Grande – Puebla**.

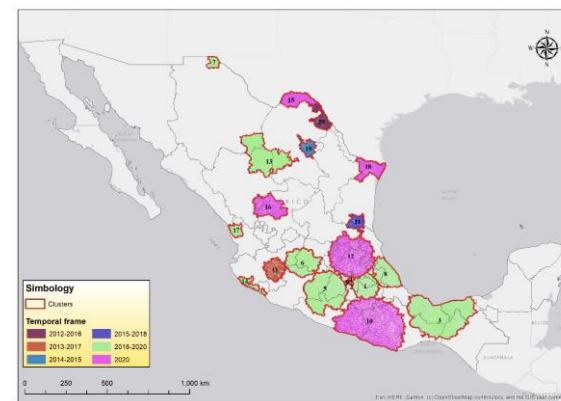
CLUSTER	LOC_ID	RADIUS	START_DATE	END_DATE	NUMBER_LOC	LLR	P_VALUE	OBSERVED	EXPECTED	REL_RISK	POPULATION
1	11009	88.0	01/01/2016	31/12/2020	43	2,873.07	<0.0001	24014	14156.1258	1.710	208,476
2	30160	144.5	01/01/2016	31/12/2020	171	2,703.87	<0.0001	26466	16300.7803	1.637	250,273
3	8015	507.1	01/01/2016	31/12/2020	149	2,564.92	<0.0001	27237	17131.7445	1.603	257,986
4	30045	150.9	01/01/2019	31/12/2020	276	2,017.01	<0.0001	13204	7201.27682	1.843	261,632
5	21150	86.0	01/01/2020	31/12/2020	194	1,628.03	<0.0001	7837	3813.59179	2.062	262,725



Isquémicas del corazón (20-59 años)



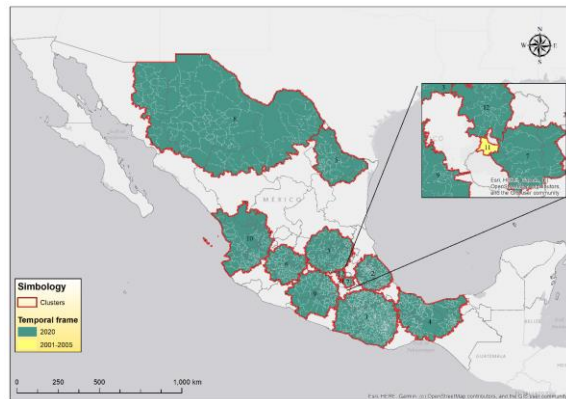
Diabetes mellitus tipo II (20-59 años)



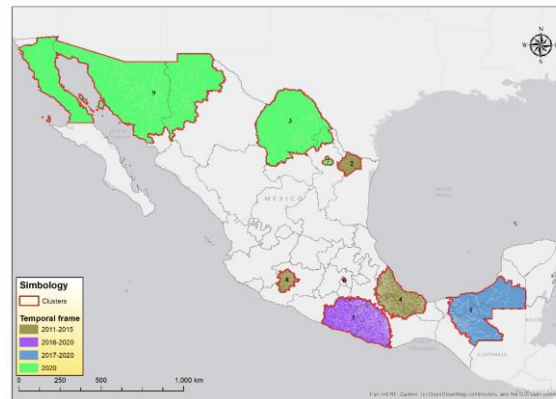
Diabetes mellitus tipo II (60 o más años)



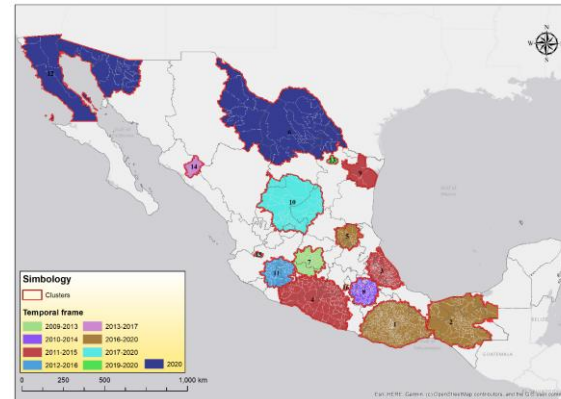
Cerebrovasculares (20 – 59 años)



Cerebrovasculares (60 o más años)



Hipertensión (20-59 años)



Hipertensión (60 o más años)



Desnutrición infantil (0 a 4 años)

Plataforma de información Geoespacial

Análisis comparativos respecto a Ensanut

Econometría espacial (determinantes)

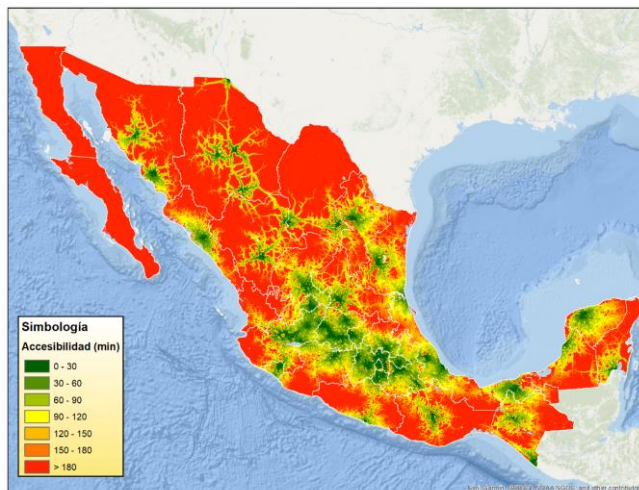
Modelo de ecuaciones estructurales

Entornos alimentarios

## Marginación Rezago social

FSI (Food self-sufficiency indicator)

$$FSI = \frac{\text{Producción} - \text{Consumo}}{\text{Consumo}}$$



Entornos alimentarios (proxy acceso económico y autosuficiencia)

Producción y productividad de los 11 productos agropecuarios

Mala nutrición

Accesibilidad

- Preparación de alimentos
- Disponibilidad de alimentos
- Diconsa/Liconsa

Accesibilidad  
Unidades Médicas

### Selección

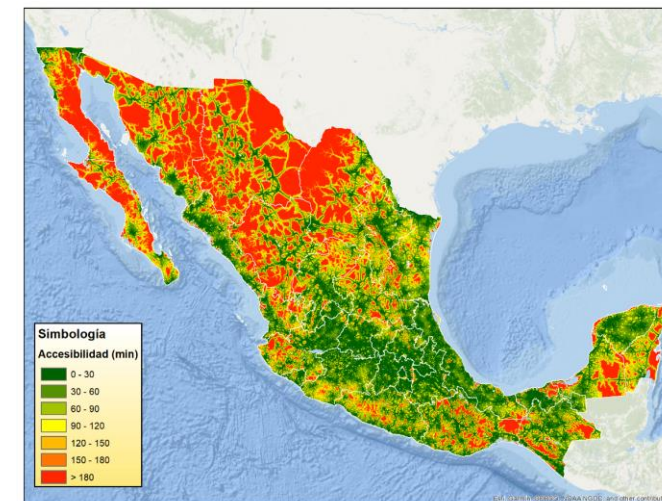
#### Cultivos Básicos

Maíz blanco y amarillo  
Frijol  
Arroz  
Trigo  
Hortalizas



#### Cárnicos Básicos

Carne de bovinos  
Carne de porcinos  
Carne de pollo  
Huevo  
Leche



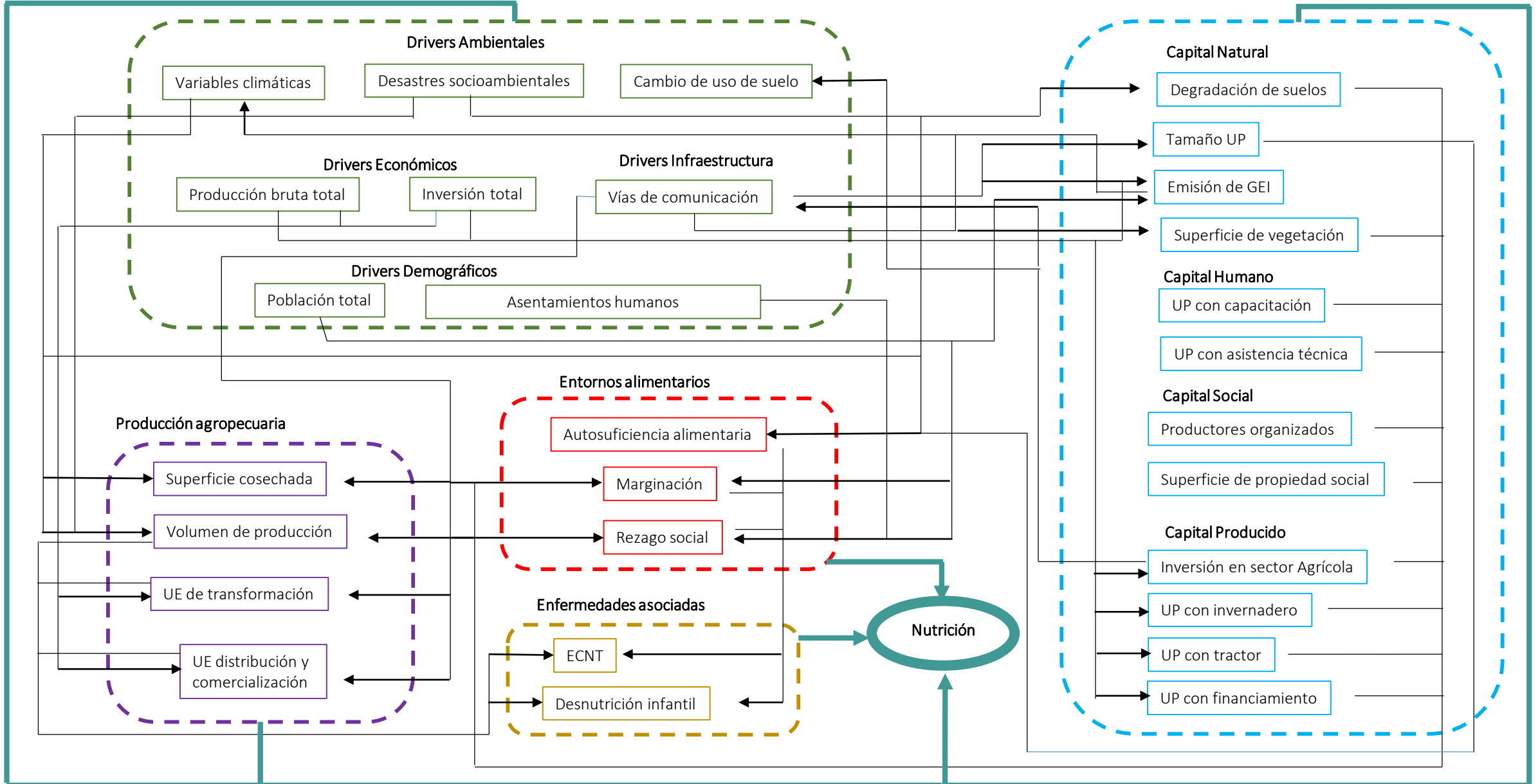
Plataforma de información Geoespacial

Análisis nacionales

Econometría espacial (determinantes)

Modelo de ecuaciones estructurales

Entornos alimentarios



Plataforma de  
información  
Geoespacial

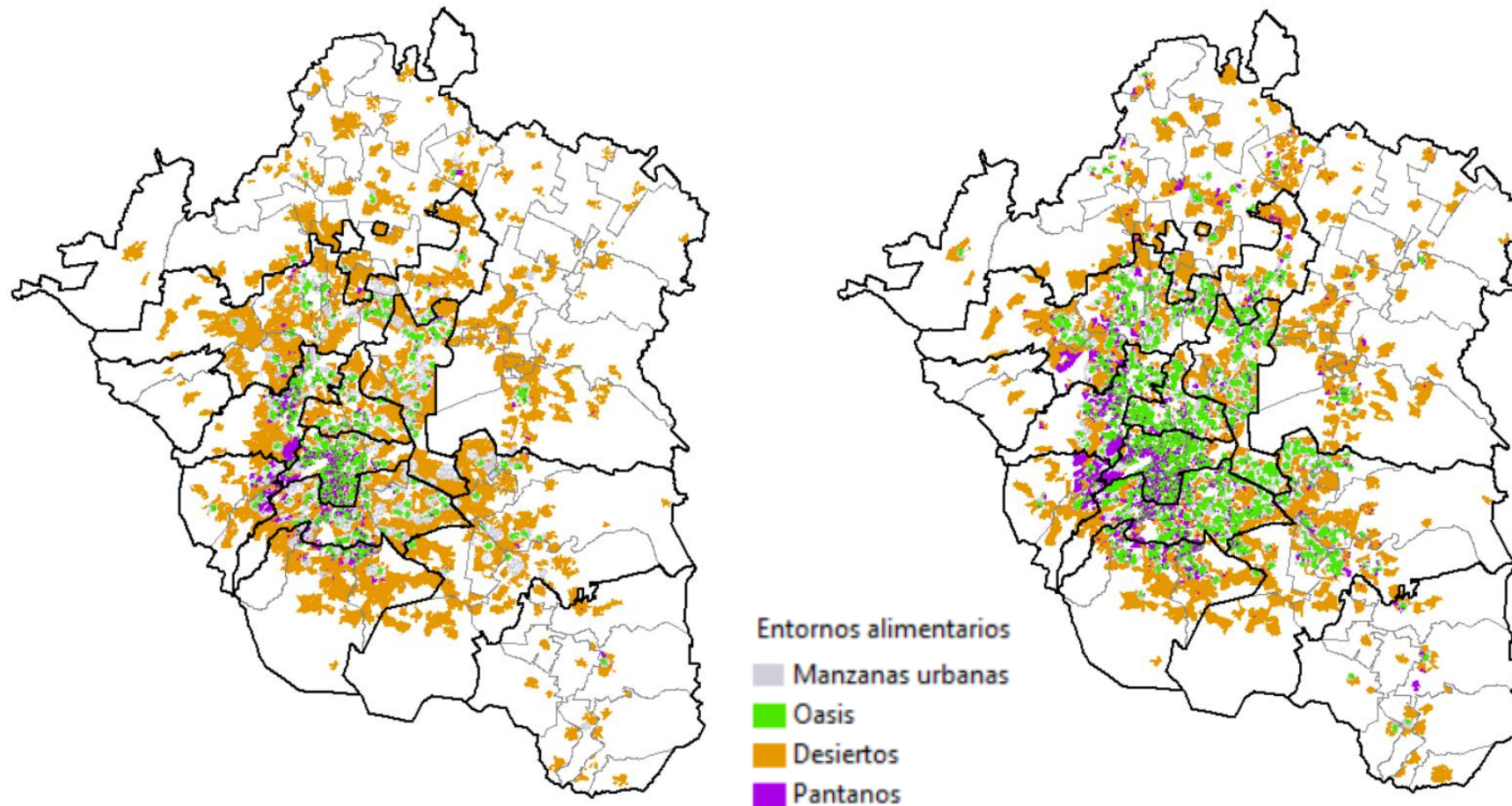
Análisis nacionales

Econometría  
espacial  
(determinantes)

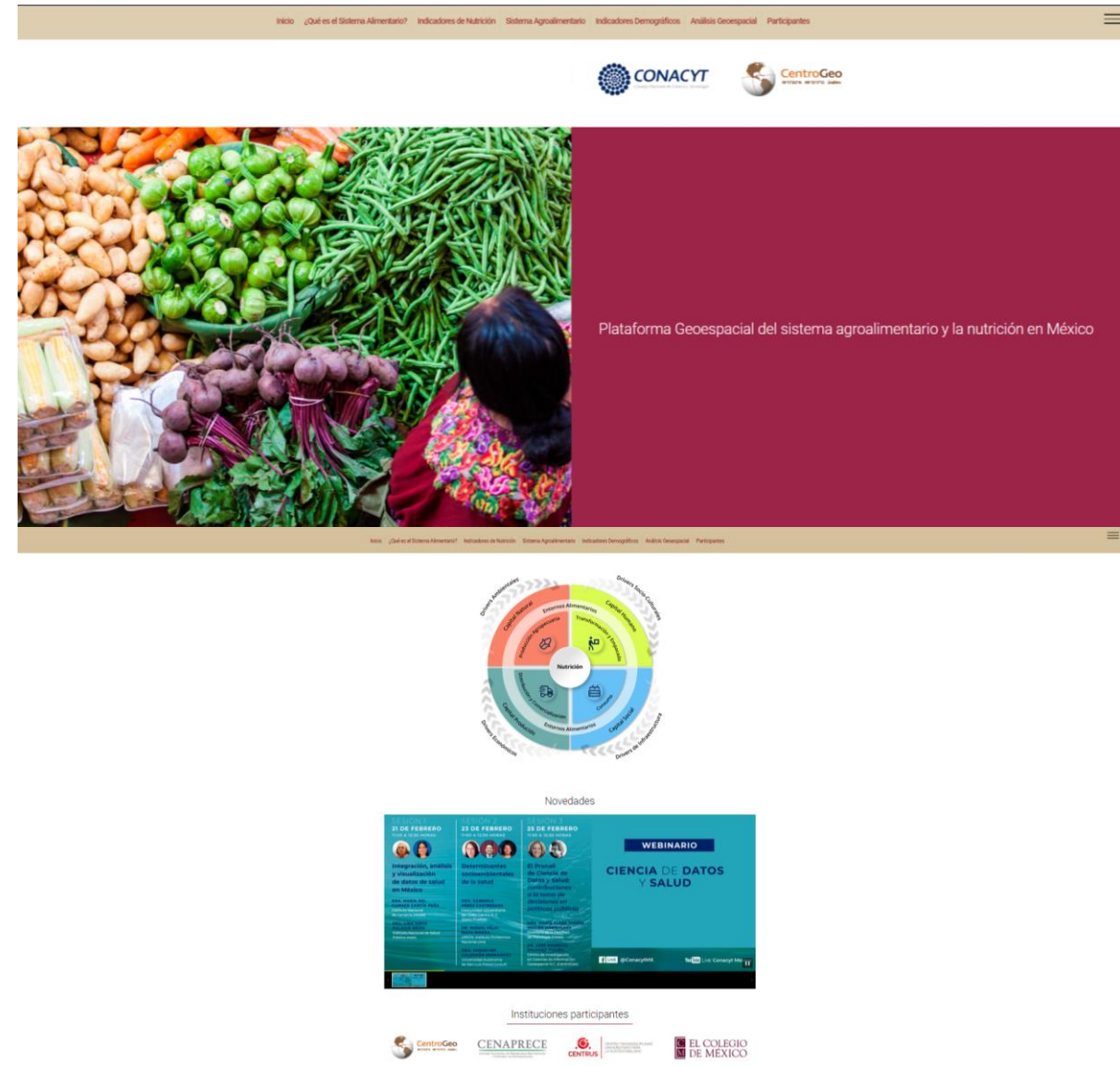
Modelo de  
ecuaciones  
estructurales

Entornos  
alimentarios

## Entornos alimentarios urbanos 2010-2020



- Acompañar los esfuerzos interinstitucionales del **grupo intersectorial de Salud, Alimentación, Medio Ambiente y Competitividad (GISAMAC)** en los diálogos nacionales de cara a la cumbre mundial de sistemas alimentarios.
- La plataforma de información geoespacial (producto final) escaló como un compromiso de la **Estrategia Nacional de Alimentación**, que comanda la Secretaría de Salud, en su apartado 4.1.1. que solicita el establecimiento de una plataforma de consulta y evaluación de indicadores del sistema agroalimentario y la mala nutrición en México que fomente la participación intersectorial libre de conflicto de interés a nivel federal, estatal y municipal.



The screenshot shows the website for the GeoSpatial Platform of the agro-food system and nutrition in Mexico. The header includes navigation links: Inicio, ¿Qué es el Sistema Alimentario?, Indicadores de Nutrición, Sistema Agroalimentario, Indicadores Demográficos, Análisis Geoespacial, and Participantes. Logos for CONACYT and CentroGeo are displayed. A large image of fresh produce is on the left, and a red banner on the right contains the text: "Plataforma Geoespacial del sistema agroalimentario y la nutrición en México". Below this is a circular diagram with "Nutrición" at the center, surrounded by four quadrants: "Sistema Alimentario", "Sistema Agroalimentario", "Sistema de Salud", and "Sistema de Medio Ambiente". Each quadrant contains icons for various indicators. A "Novedades" section lists three events from February 21st to 23rd, including a webinar on "CIENCIA DE DATOS Y SALUD". At the bottom, logos for participating institutions are shown: CentroGeo, CENAPRECE, CENEA, and EL COLEGIO DE MEXICO.

# ¡GRACIAS!

---

**Dr. Mauricio Galeana Pizaña**  
**mgaleana@centrogeo.edu.mx**

