



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES EN ECONOMÍA

**Valoración del Impacto del Huracán Patricia (2015) en  
los rendimientos agrícolas en México**

**ENSAYO**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**Especialista en Economía Ambiental y Ecológica**

PRESENTA:  
**Karla Citlallin Sánchez Lara**

TUTOR:  
**Dr. Saúl Basurto Hernández**

Ciudad Universitaria, Cd. Mx, Junio 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por la invaluable formación académica y por abrir mi mente en tantas áreas diferentes.

Al Dr. Saúl Basurto Hernández por la enorme paciencia, las enseñanzas y por contagiarnos con su pasión en cada una de sus clases de la especialidad. ¡Toda mi admiración!

A mi abuelo,  
Luciano Lara Flores

## **Resumen**

Entre los eventos hidrometeorológicos, los huracanes pueden actuar como choques exógenos para la agricultura y tener consecuencias sobre la infraestructura, los cultivos, la degradación del suelo y causar la pérdida de ecosistemas. La presente investigación tiene como objetivo analizar el efecto del Huracán Patricia (2015) sobre los rendimientos agrícolas de mango y tamarindo en México a través del método de diferencias en diferencias (DID). Aunque no se identificó una pérdida significativa en alguno de los rendimientos de los cultivos analizados, en el caso del tamarindo, Colima y Guerrero presentaron un aumento en sus rendimientos del 34.5%,  $p < 0.01$  y Michoacán del 23.4%,  $p < 0.1$  cuando se comparan con Nayarit. Mientras que, para los rendimientos de mango, Colima presentó un aumento del 53.3%,  $p < 0.01$ , Guerrero del 35.4%,  $p < 0.1$  y Jalisco del 28.1%,  $p < 0.1$ , al compararse con Zacatecas. Por su parte Durango y Querétaro tuvieron una reducción del 40.03%, \*\*  $p < 0.05$  y 54.3%, \*\*  $p < 0.05$ , respectivamente al compararse con el mismo estado. Los resultados mostrados pueden deberse a la resiliencia de los productores al sembrar cultivos de desarrollo asincrónico entre los estados, cuya cosecha tiene lugar antes de la época de huracanes en México y que son tolerantes a inundaciones y a vientos.

**Palabras clave:** Diferencias en diferencias, agricultura, mango, tamarindo, rendimientos, huracán Patricia.

**Clasificación JEL:** Q1, Q5

## **Abstract**

Among the hydrometeorological events, hurricanes can act as exogenous shocks for agriculture and have consequences on infrastructure, crops, soil degradation and cause loss of ecosystems. This research aims to analyze the effect of Hurricane Patricia (2015) on agricultural yields of mango and tamarind in Mexico through the difference-in-differences (DID) method. Although no significant loss was identified in any of the yields of the analyzed crops, in the case of tamarind, Colima and Guerrero achieved an increase in their yields of 34.5%,  $p < 0.01$ , and Michoacán 23.4%,  $p < 0.1$  in comparison with Nayarit. While, for mango, Colima presented an increment of 53.3%,  $p < 0.01$ , Guerrero of 35.4%,  $p < 0.1$  and Jalisco of 28.1%,  $p < 0.1$ , when compared to Zacatecas. On the other hand, Durango and Querétaro had a reduction of 40.03%,  $** p < 0.05$  and 54.3%,  $** p < 0.05$  respectively, when compared to the same state. This result may be due to the resilience of the producers when sowing crops with asynchronous development between the states, whose harvest takes place before the hurricane season in Mexico and which are tolerant to floods and winds.

**Key words:** Differences in differences, agriculture, mango, tamarind, crop yields, hurricane Patricia.

**JEL Classification:** Q1, Q5

## 1. Introducción

La frecuencia y cantidad de los desastres relacionados con el clima ha aumentado en los últimos años. Para el decalustro comprendido entre 1970 a 2019 los peligros meteorológicos, climáticos e hídricos, representaron el 50% del total de todos los desastres, el 45% de las muertes y el 74% de las pérdidas económicas reportadas (WMO, 2021). Entre los eventos hidrometeorológicos, los ciclones tropicales y los huracanes son particularmente relevantes por que generan alteraciones estructurales y funcionales en el ambiente y porque impactan negativamente en el crecimiento de las actividades económicas de las poblaciones de zonas costeras, cuyos medios de vida son particularmente vulnerables (Pickett et al, 2019). Y aunque los impactos a nivel de mortalidad se han reducido en la actualidad (BANXICO, 2018), el aumento en la frecuencia temporal y de intensidad de los huracanes en los últimos años, podría poner en riesgo la capacidad resiliente de los ecosistemas, por su potencial destructivo y debido a la reducción en los intervalos de tiempo entre un evento y otro (Botelo et al., 2019).

Los huracanes pueden afectar la seguridad alimentaria de diversas formas e impactar negativamente a la salud pública al limitar la disponibilidad de recursos y/o el acceso a suficientes alimentos inocuos y nutritivos que permitan un adecuado desarrollo para llevar una vida activa y saludable (FAO, s/f), ya que pueden: a) impactar en la destrucción tanto de infraestructura rural como de sistemas de riego y activos productivos, lo que reduce la capacidad de producción total de alimentos (FAO, 2021), b) destruir cultivos, recursos ganaderos y pesqueros, c) disrumpir en el acceso a los mercados, el comercio y el suministro de alimentos, d) contribuir en la degradación y pérdida de ecosistemas, incluido el aumento de la erosión del suelo, la disminución de la calidad de los pastizales y salinización de suelos y el aumento en la degradación ambiental que reduce la disponibilidad de bienes y servicios, así como las oportunidades económicas y las opciones de subsistencia (FAO, 2015),e)

pueden favorecer sedimentación, salinización, contaminación y erosión de tierras (Galindo et al, 2010).

### **1.1 Huracanes en México**

México se posiciona en Latinoamérica como el país con mayor número de desastres ocasionados por fenómenos naturales y como el quinto con la mayor cantidad de daños y pérdidas totales por ellos (ONU-Habitat, 2019). Además, es especialmente vulnerable a fenómenos geológicos e hidrometeorológicos (CENAPRED, 2022) debido a que su territorio se ubica entre las fallas de la placa de Norte América y la placa de Cocos, lo que define ciertas zonas del país como regiones altamente sísmicas, aunado a que se encuentra entre dos de las grandes regiones de formación de ciclones tropicales; los océanos Pacífico y Atlántico (Zepeda-Gil, et al., 2018).

Entre 2000 y 2018, 2050 municipios de México fueron mencionados en las declaratorias de desastre hidrometeorológico o geológico emitidas por las entidades federales y de estos el 84.1% estuvieron afectados por fenómenos hidrometeorológicos (ONU-Habitat, 2019), que comprenden aquellos peligros causados por la ocurrencia, el movimiento y la distribución de agua dulce y salada superficial y subterránea (EM-DAT, s/f).

Los ciclones tropicales, son sistemas atmosféricos de tormenta que se forman como resultado de la combinación de intensidad, tamaño, velocidad sostenida, avance de los vientos y volúmenes de lluvia. Se forman en el océano por la presencia de aguas con temperaturas de alrededor de 26.5°C, que por el movimiento de rotación planetario se mueve de forma circular acoplado agua del mar en su camino. En zonas como las costas, encuentran las condiciones adecuadas para convertirse en tormentas que van girando rápidamente y cuando los vientos alcanzan velocidades constantes de 119 kilómetros por hora, se les da la categoría de huracanes (UNAM., 2016).



En el país, la temporada de ciclones tropicales va del 15 de mayo al 30 de noviembre (NOAA, 2021), como se muestra en la tabla 1, en la década comprendida de 2011 a 2021 se registraron huracanes de categoría 1 a 5 que impactaron en las costas de la República Mexicana por el Pacífico: Baja California, Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Y de estas las entidades federativas con mayor exposición son Baja California Sur, Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero (Solomon, et al., 2014; Juárez-Torres y Puigvert 2021) .

**Tabla 1. Huracanes del Océano Pacífico que afectaron las costas de la República Mexicana y los principales estados afectados para el periodo 2011 - 2021**

<b>Año</b>	<b>Nombre</b>	<b>Etapas o categoría</b>	<b>Periodo</b>	<b>Estados afectados</b>	<b>Vientos sostenidos máximos (km/h)</b>	<b>Rachas de viento (km/h)</b>
<b>2011</b>	Beatriz	Huracán, categoría I	19-21 de junio	Jalisco y Guerrero	150	185
	Jova	Huracán, categoría III	5-12 de octubre	Jalisco, Colima y Michoacán	205	250
<b>2012</b>	Bud	Huracán, categoría III	20-26 de mayo	Jalisco	185	220
	Carlotta	Huracán, categoría II	13-16 de junio	Oaxaca	165	205
	Paul	Huracán, categoría III	13-17 de octubre	Baja California Sur	195	230
<b>2013</b>	Barbara	Huracán, categoría I	28-30 de mayo	Baja California Sur y Sonora	120	150
	Manuel	Huracán, categoría I	13-19 de septiembre	Colima, Jalisco, Guerrero, Michoacán y Sinaloa	120	150
<b>2014</b>	Odile	Huracán, categoría 4	10-17 de septiembre	Baja California Sur y Sonora	215	260
	Vance	Huracán, categoría 3	30 de octubre-5 de noviembre	Sinaloa	175	215
<b>2015</b>	Blanca	Huracán, categoría 4	31 de mayo – 9 de junio	Baja California Sur	215	260
	Carlos	Huracán, categoría 1	10-17 de junio	Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Puebla, Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco	140	165
	Patricia	Huracán, categoría 5	20-24 de octubre	Jalisco, Michoacán y Colima	325	400
<b>20 16</b>	Newton	Huracán, categoría 1	4-7 de septiembre	Baja California Sur, Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua y Nayarit	150	189
<b>2017</b>	Max	Huracán, categoría 1	13-15 de septiembre	Guerrero	130	155

<b>2018</b>	Bud	Huracán, categoría 4	9-15 de junio	Baja California Sur, Sonora	215	260
	Rosa	Huracán, categoría 4	25 de septiembre-2 de octubre	Baja California, Sonora	230	275
	Sergio	Huracán, categoría 4	29 de septiembre-12 de octubre	Baja California Sur, Sonora, Sinaloa	220	270
	Willa	Huracán, categoría 5	20-24 de octubre	Nayarit, Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Colima, Durango, Zacatecas	260	315
<b>2019</b>	Lorena	Huracán, categoría 1	17-22 de septiembre	Jalisco, Colima, Nayarit, Michoacán, Baja California Sur	140	165
<b>2020</b>	Genevieve	Huracán, categoría 4	16-19 de agosto	Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca	215	260
<b>2021</b>	Enrique	Huracán, categoría 1	25-30 de junio	Baja California Sur	150	180
	Nora	Huracán, categoría 1	25-30 de agosto	Guerrero, Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa	140	165
	Olaf	Huracán, categoría 2	7-11 de septiembre	Jalisco, Baja California Sur, Michoacán, Colima, Nayarit, Sinaloa y Durango	155	195
	Pamela	Huracán, categoría 1	10-13 de octubre	Colima, Jalisco, Baja California Sur, Sinaloa, Durango, Coahuila	120	150
	Rick	Huracán, categoría 2	22-25 de octubre	Guerrero, Michoacán, Jalisco	165	205

Información obtenida de la Comisión Nacional del Agua, 2011-2021

### ***1.1.1 El caso del Huracán Patricia***

El 20 de octubre de 2015, Patricia fue clasificado como depresión tropical en el Golfo de Tehuantepec y se fue fortaleciendo hasta que el 23 de octubre, se convirtió en huracán categoría 5. Sin embargo, una vez que tocó tierra entre las costas de Jalisco y Nayarit fue perdiendo fuerza rápidamente hasta convertirse en ciclón tropical. Afectando a 3,500 viviendas en los estados de Colima, Jalisco, Nayarit y Michoacán, con una pérdida económica estimada de 1,32 millones de dólares estadounidenses (Rodríguez-Velázquez, et al., 2017). Sin embargo, los estados más afectados fueron: Jalisco, Michoacán y Colima, que sufrieron efectos por lluvias a causa de este fenómeno.

Del total del impacto económico, el 43.5% correspondió a Colima, con efectos principalmente en la infraestructura hidráulica, el 18 % correspondió a Michoacán con impactos principalmente sobre la infraestructura pública y el 38.5 % a Jalisco que presentó grandes daños en la infraestructura hidráulica y en su sector agrícola, siendo las consecuencias en los cultivos de casi una tercera parte de los efectos computados en el estado por efectos de las lluvias y de los vientos que acompañaban al ciclón. Del estado, 10,305 hectáreas de diversos cultivos resintieron los efectos del huracán, pero los cultivos de mango y tamarindo presentaron cerca de 60 % de las hectáreas siniestradas. En general, en el sector agrícola se identificaron pérdidas también en cultivos tales como papaya, sandía, tomate y chile, así como pérdidas (Rodríguez-Velázquez, et al., 2017).

## **1.2 Justificación**

En diversos estudios se han examinado los impactos económicos de los huracanes en el sector agrícola y sus implicaciones sobre los rendimientos nacionales, pero no ha recibido atención detallada el impacto sobre los rendimientos agrícolas. El objetivo de este estudio es estimar

el impacto del Huracán Patricia (2015), considerado como el ciclón más intenso del que jamás se ha tenido registro en el Pacífico Norte y del Atlántico Norte, sobre los rendimientos agrícolas municipales de mango y tamarindo antes (2014) y después (2015) de su paso, a través del método de diferencias en diferencias (DID).

El estudio se organiza en cinco secciones: La primera sección, describe el método de DID, la segunda está constituida por una revisión de literatura relacionada a estudios que utilizan DID o analizan los impactos en el sector agrícola de los huracanes. En el siguiente apartado se detalla la metodología para evaluar los impactos en los rendimientos tras el paso del Huracán Patricia así como las variables que se incluyeron en él. A continuación, se presentan los resultados de las estimaciones del modelo y finalmente se presentan las conclusiones del análisis.

## **2. Revisión bibliográfica**

Las aplicaciones del método DID, se encuentra en general a lo largo de la literatura bancaria, en la instauración y evaluación de programas de política pública, en estudios de epidemiología y salud pública, o en el análisis de algún evento que tiene un efecto exógeno y donde el diseño de la elección de los grupos control y de tratamiento son consecuencia del cambio. El primer estudio científico que usa explícitamente un enfoque de diferencia en diferencia fue el de Snow (1855), quien aplicó esta metodología en el campo de la epidemiología y cuya investigación pretendió determinar la causa del cólera que azotó Londres. En su análisis comparó dos compañías; Southwark and Vauxhall Water y Lambeth Water, las cuales extraían agua directamente de pequeños afluentes del río Támesis donde desechos humanos eran vertidos. Sin embargo, la compañía Lambeth Water trasladó sus instalaciones río arriba donde las aguas no estaban contaminadas, con lo que Snow pudo comparar las tasas de mortalidad antes y después de esta relocalización y demostró que en

hogares abastecidos por Southwark and Vauxhall Water, la tasa de mortalidad por cólera era 8,5 veces mayor a la de hogares abastecidos por Lambeth Water Company.

En 1915 Marie Obenauer y Bertha von der Nienburg, evaluaron los impactos diferenciales entre hombres (grupo control) y mujeres (grupo tratado) del establecimiento del salario mínimo en áreas del mercado laboral en California, obteniendo un resultado predominantemente específico de género en el sentido de imponer un límite inferior solo a los ingresos de las mujeres. Posteriormente Lester (1946), aplicó la metodología DID en el campo de la economía laboral para analizar los efectos de los salarios mínimos en el empleo. Rose (1952) analizó los efectos de un régimen de mediación obligatoria en paros laborales entre estados con y sin la ley y a estos antes y después de la puesta en vigor de la operación de la norma. Ashenfelter (1978) estudió el efecto de los programas de formación sobre los ingresos y Card y Krueger (1994), analizaron los impactos del incremento del salario mínimo en Nueva Jersey, en comparación con el estado de Pensilvania; concluyendo que los incrementos de salario mínimo por hora en Estados Unidos, no tuvieron efectos negativos en el empleo como se había predicho en el modelo económico tradicional, donde se proponía que el aumento en el salario mínimo reduciría las contrataciones. Los análisis relacionados a este tema, le valieron a David Card, en 2021 el Premio Nobel de Economía por sus contribuciones empíricas a la economía laboral.

La metodología, también se ha utilizado para analizar la variación espacial y temporal en el comportamiento de los huracanes como un diseño cuasi-experimental para evaluar el efecto causal promedio de la exposición materna a la destrucción por huracanes (Grabich, et al., 2015). A través de DID, también se ha analizado el impacto en el paso del huracán Floyd (1999) en el número de consultas ambulatorias por enfermedades transmitidas por el agua en Carolina del Norte, a través de la comparación de condados que se vieron afectados leve, moderada o gravemente por el huracán, utilizando los condados no afectados y el año anterior al huracán como controles y resultando en un aumento en las visitas por infecciones intestinales inespecíficas en los condados grave y moderadamente afectados por el paso del huracán, en relación con los condados no afectados (Dominó, et al., 2003).

En la literatura económica el estudio de los efectos de los huracanes en el sector agrícola se centra en estimaciones a nivel de país mientras que la evidencia más desagregada sobre cómo unidades económicas que se ocupan de la exposición a ciclones tropicales es escasa (Torres, 2021). El estudio de los efectos de los ciclones tropicales sobre la actividad económica comenzó con el artículo de Nordhaus (2010), que examinó los impactos económicos de los huracanes estadounidenses desde 1900 a 2008. Asimismo, Hsiang (2010) examinó los efectos de tormentas de viento, con base en sus trayectorias, en las actividades económicas de 28 países en la cuenca del Caribe, mostrando que las pérdidas de producción debidas a los ciclones tropicales en las industrias no agrícolas superan las pérdidas en el sector agrícola. Hsiang y Jina (2014) estudiaron los efectos a largo plazo de los ciclones sobre el crecimiento económico, encontrando evidencia de un efecto negativo en el crecimiento de los ingresos a largo plazo tanto para los países desarrollados como para los países en desarrollo, cuando tiene lugar un huracán. Otros estudios de los efectos de huracanes en el sector agrícola se describen en la Tabla 2.

**Tabla 2. Resumen de literatura consultada sobre el tema**

<b>Referencia</b>	<b>Título</b>	<b>Método</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Variables independientes</b>
Chi-Chung Chen & Bruce McCarl, 2009	Hurricanes and Possible Intensity Increases: Effects on and Reactions from U.S. Agriculture	Máxima verosimilitud	Rendimientos agrícolas	Superficie cultivada, intensidad del huracán y tendencia temporal
Hsiang, 2010	Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America	Regresiones de panel multivariable	Producción agrícola	Temperatura, precipitación y exposición a ciclones
Thor Jakobsen, et al., 2012	In the Eye of the Storm—The Welfare Impacts of a Hurricane	DID y modelos de equilibrio general computable	Cambio absoluto en la propiedad de activos de los hogares	Variable que determina si los hogares se vieron afectados por el huracán, vector de las características del hogar relevantes para la acumulación de activos (tamaño, número de hijos y acceso a mano de obra asalariada no agrícola)
Spencer, N., & Polachek, S., 2015	Hurricane watch: Battening down the effects of the storm on local crop production	Modelo de panel de efectos fijos	Logaritmo natural del rendimiento del cultivo	Índice de afectación por huracán, cambio porcentual en el rendimiento del cultivo por unidad de área de tierra entre el trimestre anterior y posterior a intervención
Mohan, & Stroble, 2016	Hurricane damage risk assessment in the Caribbean: An analysis using synthetic hurricane events and nightlight imagery	Función de pérdida	Producción agrícola	Trayectorias de huracanes históricas y generadas sintéticamente, Exposición de las tierras de cultivo a los huracanes, Conjunto de variables que determinan la producción agrícola
Mohan, 2019.	Impact of Hurricanes on Agriculture: Evidence from the Caribbean	Regresión de datos agregados	Toneladas de exportaciones agrícolas	Temperatura, precipitación, índice de potencial de destrucción del huracán que afecta al país

Elaboración propia con base a los artículos citados



### 3. Metodología

#### 3.1 Diferencias en Diferencias

DID es uno de los métodos econométricos más utilizados para analizar un impacto de un evento aleatorio sobre un sistema cuando la variable de interés cambia en el tiempo para un grupo de estudio. La metodología se utiliza para estimar el efecto de una intervención específica al comparar los cambios en los resultados a lo largo del tiempo entre una población que está bajo el efecto de algún tratamiento (el grupo de intervención) y una población que no lo está (el grupo control) (Columbia Public Health, s/f).

El término “diferencia en diferencias” alude a que este método calcula el efecto del tratamiento como una resta entre dos restas. DID generalmente se implementa como un término de interacción entre el tiempo y las variables ficticias del grupo de tratamiento en un modelo de regresión. El método tiene una larga historia en disciplinas relacionadas a la salud y su uso es relativamente menos común en análisis de impactos de desastres naturales ya que se pueden aplicar a cualquier modelo donde se observan en un mínimo de dos grupos en dos puntos diferentes del tiempo, asumiendo que los factores de confusión son invariantes en el tiempo.

El grupo bajo el tratamiento o la intervención de análisis debe tener un estado de exposición que cambia a través de los dos puntos de tiempo, mientras que el referente el grupo permanece no expuesto en ambos periodos de tiempo. La estimación en el grupo no expuesto luego se resta de la del grupo expuesto. Esto elimina los sesgos resultantes de las características estáticas de la población entre los dos puntos de tiempo.

En el presente trabajo, la variación de los rendimientos agrícolas tras el impacto del huracán Patricia, se estima bajo el siguiente modelo:

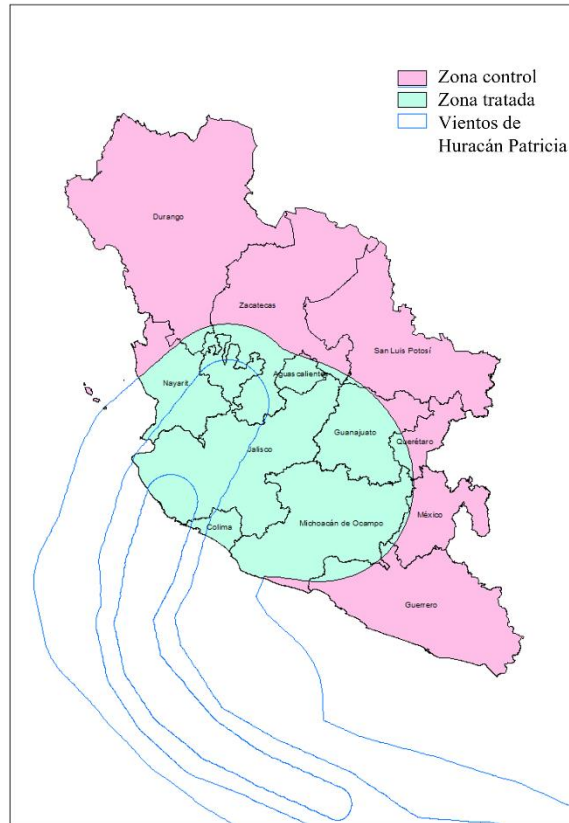
$$Y = \beta_0 + \beta_1 * [\text{Tiempo}] + \beta_2 * [\text{Intervención}] + \beta_3 * [\text{Tiempo} * \text{Intervención}] + \beta_4 * [\text{Variables de control}] + \epsilon$$

<b>Coefficiente</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Interpretación</b>
$\beta_0$	B	Línea base promedio
$\beta_1$	D-B	Diferencia del rendimiento en el tiempo sin considerar los grupos
$\beta_2$	A-B	Diferencias estructurales entre los dos grupos (tratado y control)
$\beta_3$	(C-A)-(D-B)	Efecto causal del huracán. Evalúa los cambios que no se relacionan a la temporalidad ni al espacio

### 3.2 Datos

En la Figura 1, se muestra el área impactada por el paso del huracán Patricia, la cual se definió con ayuda de los productos en formato shape del National Hurricane Center (NHC) que definen espacialmente la extensión de los radios de los vientos relacionados a la trayectoria del huracán de entre 34 kt hasta 64 kt, que impactaron a 12 estados y 347 municipios, teniendo una zona de influencia espacial de 4,989,701.79 ha. Y la zona control, se definió por los municipios dentro de los estados impactados, que no fueron alcanzados por los vientos del huracán.

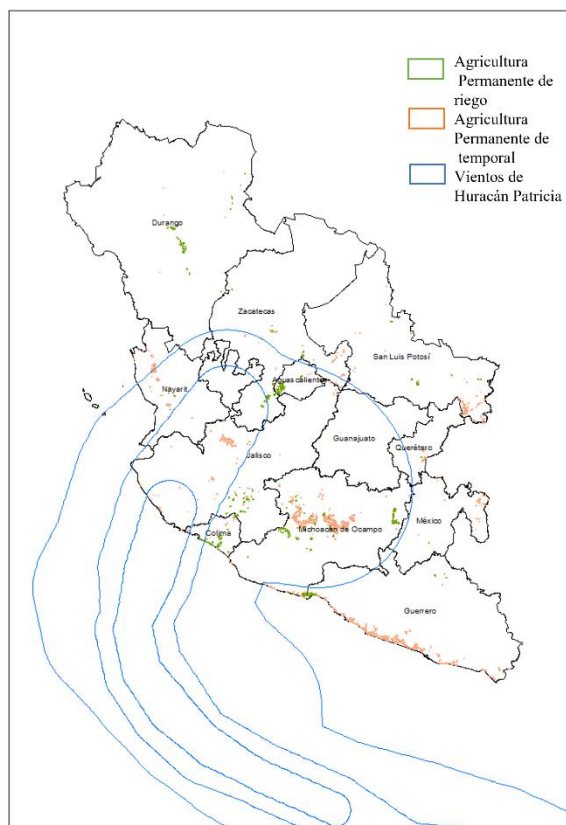
**Figura 1. Zona de estudio.**



La distribución espacial, extensión y ubicación de las áreas de agricultura perenne; de riego y temporal se definieron utilizando la carta de uso de suelo y vegetación, serie VI del INEGI, 2017.

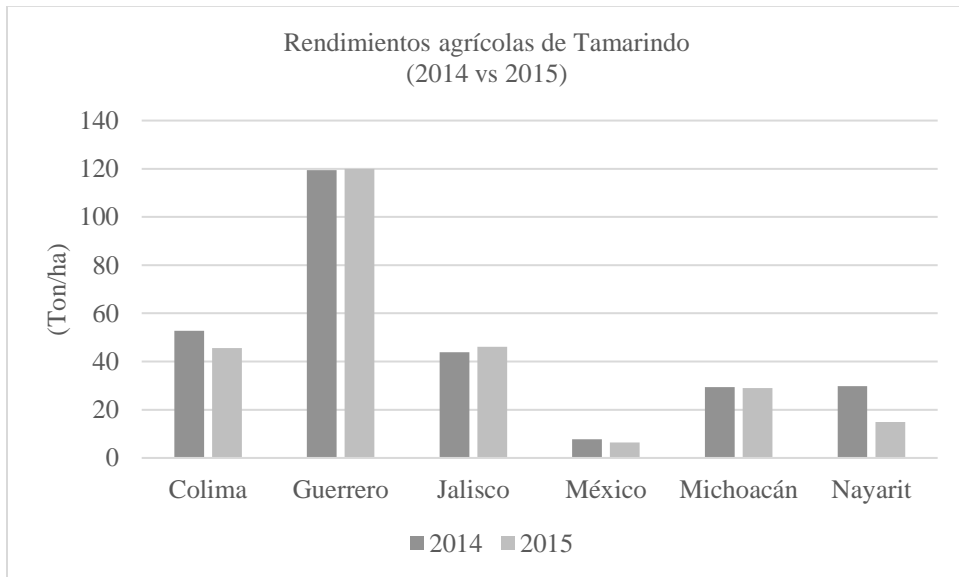
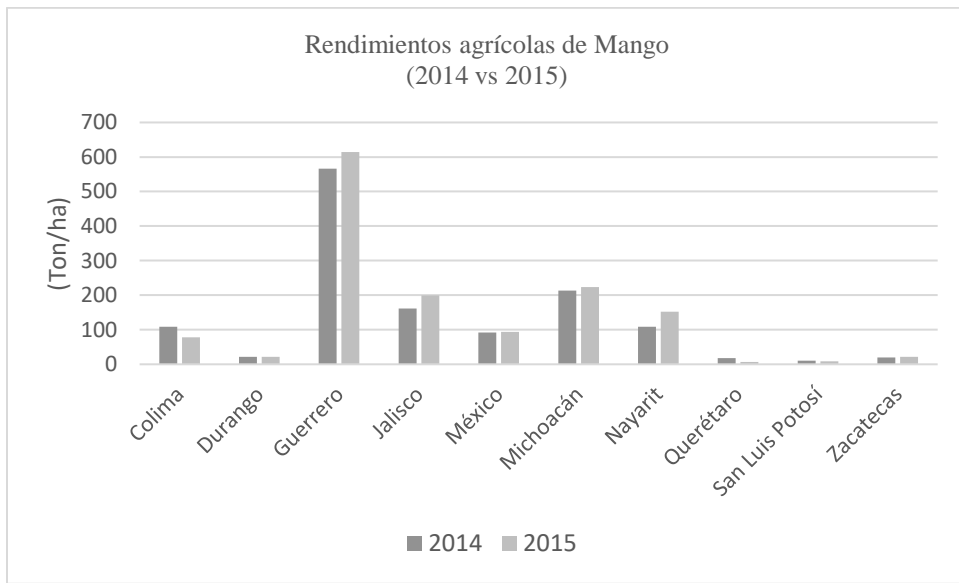
Los campos agrícolas se dividieron por municipio y área impactada y no impactada para obtener la superficie de cada uno, para finalmente calcular el área total agrícola por municipio. A partir de estos datos se generó una variable dummy “tratado” con valor de 1 si el área agrícola se encontró dentro de la zona de impacto del huracán y 0 si corresponde a la zona control.

**Figura 2. Suelo agrícola permanente bajo modalidad de riego y permanente para la zona de estudio**



Los datos de volumen de producción y área cosechada anuales se obtuvieron a partir del cierre agrícola del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) del periodo 2014-2015 y con estos datos se calcularon los rendimientos. Los estados productores de mango y tamarindo de la zona de análisis y sus rendimientos se muestran en la gráfica 1. Los rendimientos analizados, corresponden a los municipios definidos dentro de los estados productores de la zona.

**Gráfica 1. Rendimientos agrícolas de Mango y Tamarindo para 2014 y 2015, para los estados que se identificaron dentro de la zona de análisis**



Elaboración con datos de SIAP 2014 y 2015

En la tabla 3 se presentan las variables y sus unidades, así como el valor para cada uno de los cultivos analizados.

**Tabla 3. Descripción y estadísticas de las variables del modelo**

Variable	Descripción	Tamarindo					Mango				
		Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<b>Idestado</b>	Estado	112	12.5	3.416969	6	18	307	14.12378	4.020087	6	32
<b>Idmunicipio</b>	Municipio	112	32.26786	27.92364	1	100	307	40.14007	32.11005	1	123
<b>ren_cos</b>	Rendimientos en toneladas/hectáreas	112	4.866685	1.382699	1.02	8.2	307	8.926604	3.677099	2.1	21.44863
<b>tratado</b>	Variable dicotómica con valor de 1 para los municipios impactados por los vientos del huracán y de 0 para los no impactados	112	0.1071429	0.3106849	0	1	307	0.0912052	0.2883708	0	1
<b>tiempo</b>	Variable dicotómica con valor de 1 para el año 2015 y 0 para 2014	112	0.5	0.5022472	0	1	307	0.5016287	0.5008137	0	1
<b>lrencos</b>	logaritmo de variable rendimiento	112	1.530094	0.3565247	0.0198026	2.104134	307	2.101554	0.4278891	0.7419373	3.065661
<b>estado1</b>	Colima	112	0.1607143	0.3689179	0	1	307	0.0521173	0.2226264	0	1
<b>estado2</b>	Durango						307	0.0325733	0.1778068	0	1
<b>estado3</b>	Guerrero	112	0.4107143	0.4941746	0	1	307	0.3843648	0.487239	0	1
<b>estado4</b>	Jalisco	112	0.1964286	0.399082	0	1	307	0.1205212	0.3261015	0	1
<b>estado5</b>	México	112	0.0357143	0.1864109	0	1	307	0.0716612	0.2583473	0	1

<b>estado6</b>	Michoacán	112	0.1071429	0.3106849	0	1	307	0.1889251	0.3920882	0	1
<b>estado7</b>	Nayarit	112	0.0892857	0.2864373	0	1	307	0.1042345	0.3060634	0	1
<b>estado8</b>	Querétaro						307	0.019544	0.1386529	0	1
<b>estado9</b>	San Luis Potosí						307	0.0065147	0.0805814	0	1
<b>estado10</b>	Zacatecas						307	0.019544	0.1386529	0	1

#### 4. Resultados y Discusión

Se utilizó el software Stata 16 para analizar los rendimientos antes y después del impacto del huracán Patricia; tanto en la zona tratada como en la zona control y los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.

Se generó una variable dicotómica para el año 2015 (después del impacto del huracán) y se generó una nueva variable “nueva” que tomó el valor del producto de la dummy del año “y15” y de la dummy “tratado”. Finalmente, se ejecutó una regresión agrupada para obtener el error estándar para el estimador DID con los rendimientos agrícolas por cultivo como variable dependiente y como variables independientes la dummy de tratado, la dummy de tiempo y la variable de interacción “c.tiempo#c.tratado”.

**Tabla 4. Estadísticas descriptivas antes y después del impacto del huracán Patricia, en la zona tratada y control**

		Mango					Tamarindo				
	Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Tratado	ren_cos	14	9.32	2.59	5.85	16.94	6	4.86	0.58	4.11	5.52
año 2014											
Tratado	ren_cos	14	11.00	3.77	3.40	16.97	6	4.62	0.42	4.06	5.12
año 2015											
Control	ren_cos	139	8.556	3.67	2.88	19.29	50	5.08	1.47	1.2	8.20
año 2014											
Control	ren_cos	140	9.04	3.72	2.10	21.44	50	4.68	1.42	1.02	8.00
año 2015											

Para la regresión se estimó el logaritmo de los rendimientos por año (2014 y 2015), así como por zona (impactada y no impactada) y posteriormente se evaluó la significancia del estimador DID. El modelo utilizado se describe a continuación



$$\text{rendimientos} = \beta_0 + \beta_1[\text{Tiempo}] + \beta_2[\text{Tratado}] + \beta_3[\text{Tiempo} \cdot \text{Tratado}] + \beta_4[\text{estados}] + \varepsilon$$

Debido a que los huracanes actúan como grandes choques externos que pueden causar daños considerables a la agricultura, especialmente para economías cercanas a la costa se esperaba identificar una pérdida significativa en alguno de los rendimientos de los cultivos analizados para el año 2015 en la zona bajo influencia del huracán. Sin embargo, como lo muestra la Tabla 5 contrario a lo esperado el huracán no tuvo un efecto de reducción de rendimientos. En el caso del tamarindo Colima y Guerrero presentaron un aumento en comparación con Nayarit de 34.5%,  $p < 0.01$ , mientras que Michoacán tuvo un aumento del 23.4%,  $p < 0.1$  en comparación. La cosecha de este cultivo es asincrónica entre los estados, ampliándose su época de enero a abril. Sin embargo, está descrito que es un cultivo tolerante a inundación temporal y al viento constante, pudiendo ser plantado cerca de las costas. Sin embargo, es intolerable al fuego y a heladas.

**Tabla 5. Resultado de la regresión de DID para rendimientos agrícola de mango**

VARIABLES	Tamarindo	Mango
	Lrencos	Lrencos
Tiempo	-0.0917 (0.0654)	0.0537 (0.0455)
Tratado	0.225 (0.157)	0.0964 (0.127)
c.tiempo#c.tratado	0.0441 (0.200)	0.0719 (0.151)
Colima	0.345*** (0.130)	0.533*** (0.183)
Durango		-0.403** (0.199)
Guerrero	0.345*** (0.114)	0.354** (0.163)
Jalisco	-0.0553	0.281*

	(0.136)	(0.169)
México	-0.0396	0.203
	(0.193)	(0.178)
Michoacán	0.234*	0.103
	(0.140)	(0.167)
Nayarit		0.159
		(0.171)
Querétaro		-0.543**
		(0.222)
San Luis Potosí		0.401
		(0.312)
Zacatecas	-	
Constant	1.340***	1.836***
	(0.108)	(0.161)
Observations	112	307
R-squared	0.220	0.241

Error estándar en paréntesis. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

En el caso del mango Colima presentó un rendimiento mayor a del 53.3%, p<0.01, Guerrero del 35.4%, p<0.1 y en Jalisco del 28.1%, p<0.1, al compararse con Zacatecas. De los estados donde se identificó producción de mango, los efectos del huracán sobre los rendimientos de los cultivos fueron significativas y negativos, en comparación con Zacatecas, para los estados de Durango con una reducción del 40.03%, \*\* p<0.05 y Querétaro con una reducción del 54.3%, \*\* p<0.05.

Debido a que el clima y las condiciones del suelo son las óptimas, la temporada de mango en México inicia en febrero y se extiende hasta agosto con cosechas asincrónicas entre los estados durante estos meses y es capaz de soportar periodos de inundación más prolongados que otros cultivos; de modo que el paso del huracán podría no haber significado un impacto relevante al momento de la cosecha del fruto y el aumento en rendimientos en Colima, Guerrero y Jalisco

podrían estar relacionados a que el suelo se vea favorecido con las lluvias resultantes del fenómeno hidrometeorológico.

Dado que la exposición al huracán se definió a nivel municipal, las tendencias temporales que influyen en los rendimientos agrícolas puede ser resultado de sesgos propios de cada municipio antes ó después del impacto del huracán. Sin embargo, el modelo DID asume que los municipios tuvieron variables climáticas similares de manera independiente al Huracán y otros fenómenos naturales, pero durante los años analizados tuvieron lugar otros fenómenos naturales como los huracanes Odile y Vance en 2014 y Blanca y Carlos en 2015. Ante esto, el efecto del huracán Patricia podría ser difícil de aislar por una superposición espacial del impacto para algunos de los municipios analizados.

Además, en 2015 el fenómeno meteorológico El Niño se intensificó durante el último trimestre y hasta enero de 2016, también el 2015 fue el año más cálido a nivel nacional (igualó a 2014); según registros desde 1971 a 2017. Teniendo una predominancia en entidades como Nayarit, Jalisco, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Y derivando también en el fenómeno de sequía en el Pacífico sur (específicamente en Oaxaca). Por otro lado, en Chihuahua, Sonora y Durango tuvieron lugar heladas que afectaron esencialmente a la población y sus cultivos. En cuanto a los eventos hidrometeorológicos, agruparon 96.2% del total de los efectos computados; en 2015 tuvo lugar el tornado en Ciudad Acuña, Coahuila, el 25 de mayo, con vientos que alcanzaron 200 km/h y un impacto económico por poco más de 250 millones de pesos.

Por otro lado, el modelo no diferencia la intensidad de impacto que pudieron sufrir las áreas agrícolas. Sin embargo, la velocidad del viento con la que fue impactada cada unidad de estudio puede ser diferente por lo que las pérdidas implícitas, pueden diferir considerablemente espacialmente entre municipios. Strobl, 2012, ha sugerido que idealmente se necesita modelar la velocidad del viento localmente para tener en cuenta esta heterogeneidad; otro factor es la

precipitación para la que Riehl, 1954, identificó que es más alta cerca del ojo de la tormenta y que las pérdidas esperadas varían considerablemente en la región donde las unidades son más pequeñas, teniendo muchas más probabilidades de verse afectadas negativamente.

Finalmente, al momento del impacto del Huracán, los cultivos podrían tener diferentes progresiones y etapas de desarrollo, como es el caso del mango que se cosecha en diferentes meses del año en los diferentes estados.

Los puntos previos pudieron haber limitado la capacidad para comprender los efectos independientes del huracán Patricia a través de DID que tiene como supuesto la tendencia paralela de los grupos.

## **5. Conclusiones**

Existe un debate sobre si los huracanes se deben a los ciclos naturales o el cambio climático ya que recientemente se han vuelto más intensos y a que la duración de la temporada de tormentas está aumentando.

El presente trabajo, ilustró un método para el análisis del impacto de un fenómeno meteorológico sobre los rendimientos agrícolas. Este análisis difiere de los usos que se ha dado al método de DID al demostrar su aplicación con datos a nivel municipal. Sin embargo, bajo este método no se identificó una asociación entre el paso el choque exógeno y los rendimientos agrícolas de los cultivos de tamarindo y mango.

La evidencia sugiere que el huracán Patricia no causó un impacto significativo en los rendimientos de mango y tamarindo. Sin embargo, es probable que, ante la recurrencia de huracanes en las costas mexicanas, así como la periodicidad ya bien definida, los agricultores ya estén sembrando cultivos resilientes ya sea por la época de siembra y cosecha o por las

características fisiológicas de la planta y su capacidad de soportar inundaciones y fuertes vientos. O que ya se estén implementando estrategias que vuelvan a los productores más resilientes.

Dado que los impactos relacionados con los desastres naturales están influenciados por el crecimiento de la población, el aumento de los asentamientos costeros y el cambio climático global sería ideal adicionar otras variables explicativas al modelo para representar de una manera más robusta la heterogeneidad entre los campos agrícolas de las zonas de estudio. Estas deberían incluir variables climáticas pues el modelo asume que los municipios tuvieron una progresión similar de estas durante el año agrícola, sin embargo, se han reportado otros eventos hidrometeorológicos durante el mismo periodo con impacto espacial diferencial.

## Referencias

- An R, Qiu Y, Xiang X, Ji M, Guan C. Impact of Hurricane Katrina on Mental Health among US Adults. *Am J Health Behav.* 2019 Nov 1;43(6):1186-1199. doi: 10.5993/AJHB.43.6.15. PMID: 31662176. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31662176/>
- Banco de México. El Impacto de los Ciclones Tropicales en la Actividad Económica Regional (2018). <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-las-economias-regionales/recuadros/%7BF65987DA-4142-E859-56CA-397E48668F4D%7D.pdf>
- Botello A.V., S.Villanueva, J. Gutiérrez y J.L. Rojas Galaviz (eds.). (2017). Vulnerabilidad de las zonas costeras de Latinoamérica al cambio climático. *ujat, unam, uac.* 476 p. <https://www.redicomar.com/wp-content/uploads/2018/10/Vulnerabilidad-de-las-Zonas-Costeras-de-Latinoame%CC%81rica-al-Cambio-Clima%CC%81tico.pdf>
- Card, D., & Krueger, A. B. (2000). Minimum Wages and Employment: A Case Study of the Fast-Food Industry in New Jersey and Pennsylvania: Reply. *The American Economic Review*, 90(5), 1397–1420.

[https://inequality.stanford.edu/sites/default/files/media/\\_media/pdf/Reference%20Media/CARD%20and%20Krueger\\_2000\\_Policy.pdf](https://inequality.stanford.edu/sites/default/files/media/_media/pdf/Reference%20Media/CARD%20and%20Krueger_2000_Policy.pdf)

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2022). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México: atlas nacional de riesgos de desastres en México. Centro Nacional de Prevención de Desastres, Secretaría de Gobernación, México.  
<http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/>

Cerda y Valdivia (2007) John Snow, la epidemia de cólera y el nacimiento de la epidemiología moderna. Rev Chil Infect; 24 (4): 331-334  
[http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/revchilenainfectol24\(4\)\\_331\\_4\\_2007.pdf](http://www.ph.ucla.edu/epi/snow/revchilenainfectol24(4)_331_4_2007.pdf)

Columbia Public Health (s/f) Difference-in-Difference Estimation .  
<https://www.publichealth.columbia.edu/research/population-health-methods/difference-difference-estimation>

Comisión Nacional del Agua.(2011-2020) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2011.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2012) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2012.pdf>

<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2013.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2014) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2014.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2015) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2015.pdf>

<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2016.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2017) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2017.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2018) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2018.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2019) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2019.pdf>

Comisión Nacional del Agua.(2020) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2020.pdf>

- Comisión Nacional del Agua.(2021) Ciclones Tropicales  
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/DATA/Ciclones%20Tropicales/Resumenes/2021.pdf>
- Domino, M. E., Fried, B., Moon, Y., Olinick, J., & Yoon, J. (2003). Disasters and the public health safety net: Hurricane Floyd hits the North Carolina Medicaid program. *American journal of public health*, 93(7), 1122–1127. <https://doi.org/10.2105/ajph.93.7.1122>
- EM-DAT. The International Disaster Database. Centre for research on the Epidemiology of Disasters-CRE. (s/f) <https://www.emdat.be/classification>
- Galindo, L. 2010. La Economía del Cambio Climático en México. México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.  
[http://ceiba.org.mx/publicaciones/Centro\\_Documentacion/2010\\_Economia.del.CC\\_galindo.pdf](http://ceiba.org.mx/publicaciones/Centro_Documentacion/2010_Economia.del.CC_galindo.pdf)
- Grabich, Shannon & Robinson, Whitney & Engel, Stephanie & Konrad, Charles & Richardson, David & Horney, Jennifer. (2015). County-level hurricane exposure and birth rates: application of difference-in-differences analysis for confounding control. *Emerging Themes in Epidemiology*. 12. 10.1186/s12982-015-0042-7.
- Hsiang, S.M. (2010). Temperatures and cyclones strongly associated with economic production in the Caribbean and Central America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 15367 - 15372.
- INEGI (2017). Uso de suelo y vegetación. <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/#Descargas>
- Juárez-Torres y Puigvert. (2021). The effect of tropical cyclones on economic activities: micro level evidence from Mexico for secondary and tertiary activities.  
<https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/documentos-de-investigacion-del-banco-de-mexico/%7B2184C60D-C481-F808-549C-37CCEE1298C%7D.pdf>
- Lechner, Michael. (2011). The Estimation of Causal Effects by Difference-in-Difference Methods Estimation of Spatial Panels. *Foundations and Trends® in Econometrics*. 4. 165-224. 10.1561/08000000014. [https://michael-lechner.eu/ml\\_pdf/journals/2011\\_Lechner\\_DiD\\_2011\\_ECO%200403%20Lechner\\_darf%20aufs%20Netz.pdf](https://michael-lechner.eu/ml_pdf/journals/2011_Lechner_DiD_2011_ECO%200403%20Lechner_darf%20aufs%20Netz.pdf)
- Lester, R. A. (1947). Marginalism, Minimum Wages, and Labor Markets. *The American Economic Review*, 37(1), 135–148. <http://www.jstor.org/stable/1802863>

Luisito Bertinelli, Preeya Mohan, Eric Strobl, (2016).Hurricane damage risk assessment in the Caribbean: An analysis using synthetic hurricane events and nightlight imagery, Ecological Economics, Volume 124, Pages 135-144. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.02.004>.

McCarl, Bruce & Chen, Chi-Chung. (2009). Hurricanes and Possible Intensity Increases: Effects on and Reactions from U.S. Agriculture. Journal of Agricultural and Applied Economics. 41. 10.1017/S1074070800002595.

Mohan, Preeya. (2016). Impact of Hurricanes on Agriculture: Evidence from the Caribbean. Natural Hazards Review. 18. 04016012. 10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000235.

National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center. National Oceanic & Atmospheric Administration. (s/f). NHC GIS Archive - Tropical Cyclone Best Track [https://www.nhc.noaa.gov/gis/best\\_track/ep202015\\_best\\_track.zip](https://www.nhc.noaa.gov/gis/best_track/ep202015_best_track.zip)

National Hurricane Center Tropical Cyclone Report. (2016) Hurricane Patricia. Noaa.gov. Recuperado el 13 de marzo de 2022, de [https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015\\_Patricia.pdf](https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/EP202015_Patricia.pdf)

NOAA´s Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory. U. S. Department of Commerce (2021). Huracanes preguntas frecuentes. <https://www.aoml.noaa.gov/es/hrd-faq/>

Notas de microeconomía aplicada (s/f) <https://bookdown.org/viclrzr/notasmicro/diferencias-en-diferencias.html>

Obenauer, Marie Louise , Nienburg, Bertha M. (Bertha Marie), 1890- , United States. Bureau of Labor Statistics. Industrial Relations Division and United States. Bureau of Labor Statistics. Effect of Minimum-Wage Determinations in Oregon : Bulletin of the United States Bureau of Labor Statistics, No. 176, Washington, D.C: Government Printing Office, July 1915,<https://fraser.stlouisfed.org/title/3831>. <https://fraser.stlouisfed.org/title/effect-minimum-wage-determinations-oregon-3831>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (s/f) Hambre e inseguridad alimentaria. <https://www.fao.org/hunger/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Rome, Italy. <https://doi.org/10.4060/cb3673en>



- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). Climate change and food security: risks and responses; Rome, Italy ; 110 pp. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/82129a98-8338-45e5-a2cd-8eda4184550f/>
- Pickett, S. T., Wu, J., y Cadenasso, M. L. (1999). Patch dynamics and the ecology of disturbed ground: a framework for synthesis. *Ecosystems of the World*, 707-722. <http://leml.la.asu.edu/jingle/Wu-Publications-PDFs/1995-1999/Pickett-Wu-Cadenasso-1999.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat) (2019). Guía metodológica: Estrategia Municipal de Gestión Integral de riesgos de desastres. Un paso a paso desde la identificación de riesgos hasta la reconstrucción. <https://publicacionesonuhabitat.org/onuhabitatmexico/Gu%C3%ADa-Metodol%C3%B3gica-EMGIRDE.pdf>
- Rodríguez-Velázquez, Velázquez-Alzúa, Guevara-Ortiz (2017) Impacto Socioeconómico de los principales Desastres ocurridos en la República Mexicana en 2015. CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. <https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/382-IMPACTOSOCIOECONMICO2015.PDF>
- Secretaría de Gobernación. Coordinación Nacional de Protección Civil. Centro Nacional de Prevención de Desastres. (s/f). Cartel Ciclones Tropicales. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/20231/107-CARTELCICLONESTROPICALES.PDF>
- Setzer C, Domino ME. Medicaid outpatient utilization for waterborne pathogenic illness following Hurricane Floyd. *Public Health Rep.* 2004 Sep-Oct;119(5):472-8. doi: 10.1016/j.phr.2004.07.004. PMID: 15313110; PMCID: PMC1497662. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15313110/>
- Solomon M. Hsiang & Amir S. Jina, 2014. "The Causal Effect of Environmental Catastrophe on Long-Run Economic Growth: Evidence From 6,700 Cyclones," NBER Working Papers 20352, National Bureau of Economic Research, Inc. <https://ideas.repec.org/p/nbr/nberwo/20352.html>

- Spencer, Nekeisha & Polachek, Solomon. (2015). Hurricane watch: Battening down the effects of the storm on local crop production. *Ecological Economics*. 120. 234-240. 10.1016/j.ecolecon.2015.10.006.
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2016) El huracán Patricia en la costa de Jalisco. <http://www.iies.unam.mx/laboratorios/socioecologia-comunicacion-sustentabilidad/wp-content/uploads/2018/08/Informe-HP-jun2016.pdf>
- World Meteorological Organization. (2021) Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019). [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10989](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10989)
- Zahran S, Breunig IM, Link BG, Snodgrass JG, Weiler S, Mielke HW. Maternal exposure to hurricane destruction and fetal mortality. *J Epidemiol Community Health*. 2014 Aug;68(8):760-6. doi: 10.1136/jech-2014-203807. Epub 2014 May 8. PMID: 24811774. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24811774/>
- Zepeda-Gil, Huerta-Pineda, Sánchez-Correa y Sánchez-Ramírez. (2018) La vulnerabilidad de México ante el cambio climático: una revisión del Sistema Nacional de Protección Civil. [http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4108/Cuaderno%20SIN APROC%20FinalWeb%20sencillas%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=yWorld](http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/4108/Cuaderno%20SIN%20APROC%20FinalWeb%20sencillas%20OK.pdf?sequence=1&isAllowed=yWorld)
- Meteorological Organization. (2021) Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970–2019). [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10989](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10989)