

# ANÁLISIS DE EXTERNALIDADES MEDIO AMBIENTALES GENERADAS POR LA ACTIVIDAD FLORÍCOLA EN EL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

**ISIDRO GUILLERMO ROSALES SALINAS**

Centro Universitario UAEM Tenancingo / Universidad Autónoma del Estado de México  
Carretera Tenancingo-Villa Guerrero km 1.5, Tenancingo, Estado de México, México

**JESICA ALEJANDRA AVITIA RODRIGUEZ**

Centro Universitario UAEM Tenancingo / Universidad Autónoma del Estado de México  
Carretera Tenancingo-Villa Guerrero km 1.5, Tenancingo, Estado de México, México

**JAVIER JESUS RAMIREZ HERNANDEZ**

Centro de Estudios e Investigación en Desarrollo Sustentable / Universidad Autónoma del Estado de México  
Toluca, Estado de México, México

e-mail: ig.rosaless@hotmail.com

Teléfono: +521 722256999

## Resumen

La floricultura en el sur del Estado de México es la actividad más importante en el sector agrícola, tanto por la generación de empleos como por los volúmenes de producción, tan solo los municipios de Coatepec Harinas, Tenancingo y Villa Guerrero representan el 70% de la producción nacional (SAGARPA, 2015). Sin embargo, a pesar de los beneficios económicos derivados de dicha actividad, se originan externalidades positivas o negativas en los ámbitos económico, social y ambiental. Siendo este último el más significativo de los efectos derivados de la actividad florícola de la región. En México las variaciones en las condiciones ambientales han sido poco estudiadas, al igual que el impacto de ciertas actividades productivas generan hacia el medio ambiente. El objetivo de la investigación es analizar las externalidades en el medio ambiente generadas por la actividad florícola. La metodología utilizada es la modelación de los efectos en el medio ambiente dada la actividad florícola, por ello se hacen regresiones lineales de 1977 a 2015. Los modelos a nivel municipal indican, primero, que la superficie cultivada si es una variable explicativa de la temperatura, segundo que dicha superficie explica la precipitación. De esa forma, el aumento de la superficie cultivada ha llevado a una reducción en la precipitación y un aumento en la temperatura. floricultura. Se puede concluir que el cambio climático es consecuencia total o parcial en las actividades humanas, dentro de las actividades agrícolas como la floricultura la cual contribuyen de manera sustancial al cambio en las tendencias de precipitación y temperatura.

Palabras clave: Externalidades ambientales, Floricultura, Estado de México.

Área Temática: Economía del Medio Ambiente y Recursos Naturales

## Abstract

In the south of the state of Mexico the floriculture is the most important activity in the agricultural sector. Therefore, jobs generation and production volume, only Coatepec Harinas, Tenancingo y Villa Guerrero represent 70% of national production (SAGARPA, 2015). Nevertheless, despite the economic benefits that floriculture produces, positive and negative externalities are originated in the economic, social and environmental feild. The last one is the most significant of the affected by the floricultural activity in the region. In Mexico the less studied has been the variations in the ambiental conditions, as well as the impact of several productive activities generate against the environment. The objetive of this research is to analyze the externalities in the environment generated by the floritultural activity. The methodology used is the modeling of the effects on the environment generated by the floricultural activity. Therefore, linear regressions are made from 1977 to 2015. The models at the municipal level indicate, first, that the cultivated area is an explanatory variable of the temperatura; second, the surface explains precipitation. In this way, the increase in cultivated area has led to a reduction in precipitation and an increase in temperature. It can be concluded that climate change is a total or partial consequence of human activities, inside of the agricultural activities such as floriculture, which contributes substantially to the change in precipitation and temperature trends.

Key Words: Environmental externalities, floriculture, State of Mexico

Thematic Area: Economics of Natural Resources and the Environment

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, El principal productor de flores ornamentales es el Estado de México, la entidad es favorecida por la condición geográfica, física y climática, con disponibilidad de recursos naturales. La floricultura ornamental en el sur del estado, representa una de las actividades productivas de importancia económica en el sector agrícola. Las flores se cultivan a cielo abierto o bajo invernadero, y tiene una destacada contribución en el ingreso familiar (Cabrera & Orozco, 2003).

Al sur del Estado de México se encuentran los principales municipios productores de flores: Coatepec Harinas, Tenancingo y Villa Guerrero aportan el 90 por ciento de la producción estatal y el 63 por ciento de la producción nacional (SAGARPA, 2014). La superficie destinada al cultivo de flores en estos municipios es de 4218.08 hectáreas representando el 17.03 por ciento de la superficie total agrícola de los municipios. Cabe señalar que la producción se realiza a cielo abierto y en invernadero.

En toda actividad económica converge la generación de un bien y la generación de efectos externos de diferente índole (positivos y negativos; ambientales, económicos y sociales). Este estudio se trata a las externalidades generadas en la floricultura hacia el medio ambiente. En general, las externalidades ambientales pueden ser: efectos en el paisaje, pérdida del equilibrio ecológico, efectos en los acuíferos y cuerpos de agua superficiales, cambios en la calidad del aire, cambios en el nivel de precipitación, efectos en suelos o calentamiento global (Alberto & Tinoco, 2006).

El análisis de las externalidades se centra en los efectos negativos ambientales como lo es el cambio climático los cuales se deben al impacto de las actividades productivas que éstas pueden provocar (Ibarrarán, 2010). Dentro del amplio conjunto de sustancias responsables del calentamiento global y otros efectos asociados al cambio climático, el análisis de externalidades debe centrarse en los efectos básicamente por el aumento de la temperatura, que previsiblemente inducirá un aumento del nivel del mar, una variación de la magnitud y distribución de las precipitaciones y un aumento en la recurrencia de los fenómenos climáticos extremos (sequías, huracanes, etcétera).

El impacto de las actividades productivas existe un elevado grado de incertidumbre en torno a los efectos del cambio climático que estas pueden provocar, el objetivo de la investigación es analizar las externalidades generadas por la actividad florícola dado que éstas impactan al medio ambiente, en particular, las referentes a las medioambientales tales como cambios en temperatura y en precipitación. En otras palabras, se busca modelar que los cambios en el medioambiente (registrado en la temperatura promedio y los cambios en los niveles de precipitación en los municipios productores de flores) son influenciados por las variaciones en la actividad florícola (registrada en la cantidad de hectáreas destinadas al cultivo).

## 2. ANTECEDENTES

Toda actividad económica (producción) tiene un fin concreto: obtención de bienes (productos o servicios), sin embargo, generan externalidades ya sean positivas y negativas en las dimensiones de corte económico, social o ambiental. Las actividades no reflejan adecuadamente los precios de mercado de los bienes o servicios (que pagan los consumidores). Ya que no reflejan las externalidades negativas generadas que estas pueden provocar.

Analizar las externalidades de diferentes actividades económicas (industria, agricultura, provisión de agua potable, transporte, conversión de energía, etc.) es relevante, entre otros motivos: el mercado tiende a generar demasiada actividad en sectores económicos donde las externalidades existen. Para contrarrestar esta tendencia (que no se refleja en la valoración de bienes relativos a través de los precios de mercado), o mitigar sus impactos, es precisa la intervención del sector público (Naciones Unidas, 2008).

En el caso particular de la floricultura, la cual se desarrolla en el sur del Estado de México se ha expandido en los últimos 30 años, Sin embargo, además de generar externalidades positivas tal como la infraestructura local (creación o pavimentación de caminos) ya que no solo benefician a los inmersos en la actividad, también a la sociedad en general, por otra parte, genera efectos negativos como los deterioros del medio ambiente.

Las externalidades ambientales son una clase particular de externalidades (o efectos externos). Generalmente tiende a hablarse de ellas como efectos intangibles. Se argumenta que el mayor obstáculo para incorporar estas

externalidades en el análisis económico de políticas públicas o decisiones privadas tiene que ver con su dificultad para ser valoradas monetariamente (CEPAL, 2008).

La acumulación de gases invernadero de las actividades económicas está produciendo un efecto invernadero reforzado, en consecuencia, se presenta lo que hoy en día se conoce como el calentamiento global del planeta y el cambio climático. Actualmente, la temperatura media del planeta está aumentando. Este calentamiento no se da igual en las distintas zonas del planeta. Se pronostican aumento en las temperaturas en las zonas de latitudes altas como en la península Antártica. Por otro lado, las partes más cálidas del mundo experimentarán periodos anormalmente fríos. Otro efecto del calentamiento global es la fusión de los glaciares que está elevando el nivel del mar, los patrones de precipitaciones cambiarán, así algunas zonas de la Tierra se volverán más húmedas, mientras que otras tenderán a padecer sequías. Para revertir este proceso, un gran número de países han firmado el Protocolo de Kioto de 1997 para controlar las emisiones de dióxido de carbono.

## 2.1. FLORICULTURA Y EL IMPACTO EN CAMBIO CLIMÁTICO

La agricultura de hortalizas, frutales, maíz comercial, oleaginosas, biocombustibles y la ganadería, entre otros cultivos que no tienen la finalidad primaria de producir alimentos, sino mercancías para la comercialización nacional o su exportación, se han expandido sobre la frontera forestal, reduciendo los bosques, lo que trae aparejados serios impactos en la naturaleza (OCDE & FAO, 2014).

La agricultura siempre ha supuesto un impacto ambiental fuerte. Hay que talar bosques para tener suelo apto para el cultivo (GREENPEACE, 2012). En medida a que la modernización agrícola avanza, la relación entre la agricultura y la ecología fue quebrada en la medida en que los principios ecológicos son ignorados y/o sobrepasados. De hecho, muchos científicos agrícolas han llegado al consenso de que la agricultura moderna confronta una crisis ambiental (Conway & Pretty, 1991). Al presentarse una reducción en la productividad, los agricultores recurren a la utilización de un mayor número de fertilizantes y pesticidas que, a su vez, aumentan la contaminación por nitratos del suelo y de las aguas subterráneas. El resultado es un círculo vicioso, un efecto perverso de la contaminación a largo plazo que se refleja en la calidad de la agricultura, de los acuíferos y del agua de consumo doméstico (Villota & Orbe, 2010).

La producción agropecuaria tiene unos profundos efectos en el medio ambiente en conjunto pues son la principal fuente de contaminación del agua por nitratos, fosfatos y plaguicidas. También son la mayor fuente antropogénica de gases responsables del efecto invernadero, metano y óxido nitroso, contribuyen en gran medida a otros tipos de contaminación del aire y del agua. Los métodos agrícolas, forestales y pesqueros y su alcance son las principales causas de la pérdida de biodiversidad del mundo (FAO, 2002).

La agricultura contribuye al cambio climático y se ve afectada por el cambio climático. La agricultura en particular libera importantes cantidades de metano y óxido nitroso, dos potentes gases de efecto invernadero. El metano es producido por el ganado durante la digestión debido a la fermentación entérica y se libera por los eructos. También puede ser liberado por el estiércol y los residuos orgánicos almacenados en los vertederos. Las emisiones de óxido nitroso son un producto indirecto de los fertilizantes nitrogenados orgánicos y minerales (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015).

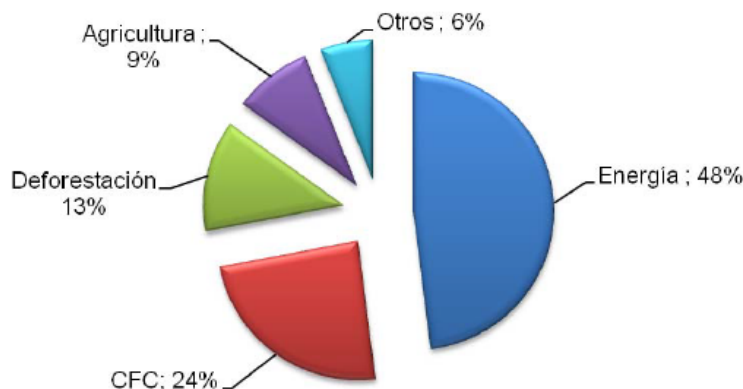
Se entiende por clima al conjunto de las principales características estadísticas de la temperatura, las precipitaciones, el viento, etc. A diferencia del “tiempo meteorológico” (cuyas constantes variaciones son predichas en cualquier programa televisivo), los parámetros estadísticos que definen “un clima” poseen una mayor estabilidad dinámica, aunque con modificaciones en el largo plazo. La porción de la tierra en la cual se producen las interacciones físicas que condicionan dichos parámetros estadísticos constituye el “sistema climático”: la atmósfera, la hidrosfera líquida, la hidrosfera sólida o criósfera, los primeros metros del suelo y la biósfera (Álvarez, Bour, & Cacault, 2008).

El sistema climático está condicionado por diversos factores, entre ellos los denominados “forzamientos externos”. Éstos a su vez son clasificados en dos grupos: a) Forzamientos externos por causas naturales, dentro de los cuales engloba: la radiación solar que puede modificarse por procesos que acontecen intrínsecamente en el sol o por cambios de la órbita terrestre, cambios en la composición química de la atmósfera, procesos geológicos como cambios en la distribución de mar y tierra o por modificación en la orografía; b) Forzamientos externos

antrópicos, dentro de los cuales encontramos las modificaciones en la superficie terrestre (construcción de ciudades, la deforestación y los cambios de la cubierta vegetal, se modifica la reflexión de luz y se altera el balance hídrico), cambios en la composición química atmosférica producida por las emisiones de ciertos gases (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015).

La deforestación y la agricultura propician el cambio climático, en el caso particular que nos ocupa, la floricultura para tener una mayor producción, se requiere mayor superficie cultivada, por lo que la eliminación de la vegetación que es conocida como cambio de uso del suelo, es decir pasar de una zona boscosa, a ser zonas agrícolas, para la producción de los alimentos y de otros tantos bienes y servicios, generan una gran cantidad de gases de efecto invernadero (SEMARNAT, 2015).

En la figura 1 se muestra el porcentaje de contribución de factores (algunas son actividades económicas) en el calentamiento global, donde la agricultura y la deforestación representan el 22 por ciento, se encuentra la actividad florícola. Si se considera el factor de producción tierra (hectáreas cultivadas) además para hacer utilizable las tierras, se requieren cambios de uso de suelo, en consecuencia, dicha deforestación de la vegetación, así como otros factores tales como el establecimiento de cubiertas para invernadero y el uso intensivo de agroquímicos, en conjunto provocan alteraciones expresadas en el cambio climático.



**Figura 1:** Contribución de diversas actividades humanas al calentamiento global  
**Fuente:** Barros, V. (2006).

Estudios realizados en 2015 por organizaciones como la FAO (Food and Agriculture Organization), el IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change), Green Peace y la CEPAL (Comisión Económica para América Latina), demuestran que el cambio climático se debe al ser humano. Dichos estudios señalan que la agricultura en el mundo influye en el cambio climático, ya que entre 2001 y 2011, las emisiones globales de la producción agrícola y ganadera crecieron un 14 por ciento. Este incremento se registró sobre todo en los países en desarrollo debido al crecimiento de la producción agraria total (Agencia Europea del Medio Ambiente, 2015), ello provocará que las temperaturas globales medias aumenten entre 1,4°C y 5,8°C para 2100. En el año 2030, el incremento será bastante inferior a éste, entre 0,5 y 1°C; así mismo cambiarán la temporalidad de la precipitación y haciéndolas más variables ya que en algunas épocas serán más secas y en otras provocará fuertes tormentas y huracanes (Álvarez, Bour, & Cacault, 2008).

En resumen, el crecimiento de la actividad económica como la agricultura genera incrementos en la temperatura: Mayor superficie cultivada (número de hectáreas cultivadas, HC) causa aumentos en la temperatura (temperatura promedio, TC):

$$TP = f(HC)$$

(+)

Además, el crecimiento de la actividad agrícola provoca una reducción de la precipitación: Mayor superficie cultivada (número de hectáreas cultivadas, HC) causa decrementos en la precipitación (precipitación promedio, PP).

$$PP=f(HC)$$

(-)

### 3. METODOLOGÍA

La investigación consiste en realizar modelos de regresión lineal por municipio en los cuales se explique que la actividad florícola tiene efectos en el medio ambiente, de esa forma evidenciar las externalidades. Se emplean datos de superficie cultivada, temperatura ambiente y precipitación pluvia, obtenidos en el periodo 1977-2015 a nivel municipal (véase CLIACOM & CONAGUA, 2016 y SIAP, 2016). Los datos utilizados son anuales promedio de temperatura (grados centígrados) y precipitación (metros cúbicos) además superficie de cultivo de flores (hectáreas) para cada municipio.

Para analizar la causalidad entre las variables se utiliza el modelo de regresión lineal  $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$ . Además, las ecuaciones se evalúan para indicar que sus coeficientes son significativos que éstas en su estimación cumplan con los supuestos subyacentes al modelo econométrico, se analizan autocorrelación serial (multiplicadores de Lagrange, LM), heteroscedasticidad (ARCH y White), linealidad (RESET) y normalidad (JB) (véase Castro, Loría y Mendoza, 2000), se emplea Eviews versión 9.0.

En la evaluación de la significancia de los coeficientes puede emplearse la probabilidad  $p$ , es decir,  $p$  sea menor a 0.05 para aceptar la hipótesis nula de ser estadísticamente significativo. Por su parte, en la evaluación de cumplimiento de los supuestos del modelo se considera el valor de la probabilidad  $F$  estadístico el cual debe ser estadísticamente significativo, es decir mayor a 0.05, para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa que es la ausencia del no cumplimiento de supuesto.

### 4. RESULTADOS: MODELACIÓN Y PRUEBAS DE EVALUACIÓN

La modelación, tanto su estimación y su evaluación, de los efectos en el medio ambiente derivado de la actividad florícola muestra el comportamiento correlacional, si los resultados esperados se sujetan se presentan en el mismo sentido al referente teórico considerado (signo esperado). Inicialmente se propone presentar un modelo de explicación de la temperatura y de la precipitación por municipio, sin embargo, solo se obtienen modelos de regresión para Coatepec de Harinas y Villa Guerrero, así es posible mostrar dos modelos por municipio para explicar el cambio climático generado por la actividad florícola.

Para probar que los coeficientes de la estimación son estadísticamente significativos y teóricamente aceptables. Se utiliza la probabilidad  $p$ , prueba de estadística utilizada generalmente, para rechazar hipótesis nulas asociadas con el coeficiente de regresión.

#### 4.1. Modelos para el municipio de Coatepec Harinas.

##### Modelo A: Precipitación

##### *Función del modelo:*

$$PPCH = f(LHCCH)$$

Donde:

PPCH = Precipitación promedio de Coatepec Harinas

LHCCH = Hectáreas cultivadas de Coatepec Harinas (en logaritmos)

La estimación del modelo A queda expresada en la siguiente ecuación:

**Ecuación del modelo:**

$$PPCH = -0.6948 + 0.6672 * LHCCH$$

p (probabilidad) (0.6552) (0.0134)

Pruebas de cumplimiento de los supuestos aplicados a la ecuación del modelo.

$R^2 = 0.1624$  JB= 1.5768

LM(1)= 0.5759 LM(2)= 0.8337

ARCH(1)= 0.8147 ARCH(2)= 0.5320 WHITE(n.c.)= 0.1195 WHITE(c)= 0.2040

RESET(1)= 0.1833 RESET(2)= 0.3496

Los supuestos evaluados en función de la probabilidad, indican que la ecuación de precipitación cumple con la correcta especificación del modelo y se cumplen los supuestos econométricos al 95 por ciento de significancia. Tanto los coeficientes son significativos como los supuestos de la modelación se cumplen.

Es posible inferir según los coeficientes, que la cantidad de hectáreas destinadas al cultivo de flores en el municipio de Coatepec Harinas (LHCCH) cuando se incrementa en 1 por ciento entonces la precipitación promedio incrementa en 0.6672 m<sup>3</sup> de agua. En otras palabras, mayor actividad florícola trae como consecuencia mayor precipitación.

**Modelo B: Temperatura**

**Función del modelo:**

$$TPCH = f(LHCCH, TPCH_{t-1}, LHCCH_{t-1})$$

Donde:

TPCH = Temperatura promedio Coatepec Harinas

LHCCH = Hectáreas cultivadas Coatepec Harinas (logaritmos)

TPCH<sub>t-1</sub> = Temperatura promedio Coatepec Harinas

LHCCH<sub>t-1</sub> = Hectáreas cultivadas Coatepec Harinas (logaritmos)

**Ecuación del modelo:**

$$TPCH = 10.5585 + 2.7771 * LHCCH + 0.3898 * TPCH_{t-1} - 2.9606 * LHCCH_{t-1}$$

p (0.0031) (0.0592) (0.0160) (0.0374)

$R^2 = 0.3221$  JB= 4.1261

LM(1)= 0.1761 LM(2)= 0.0711

ARCH(1)= 0.6932 ARCH(2)= 0.8821 WHITE(n.c.)= 0.2724 WHITE(c)= 0.6366

RESET(1)= 0.6880 RESET(2)= 0.8346

Los supuestos evaluados en función de la probabilidad, indican que la ecuación de temperatura cumple con la correcta especificación del modelo además se cumplen los supuestos econométricos al 95 por ciento de significancia. Así, los coeficientes son significativos y los supuestos de la regresión no se violan.

Se infiere con base en los coeficientes de la cantidad de hectáreas destinadas al cultivo de flores en el municipio de Coatepec Harinas (LHCCH), al haber un incremento en el 1% en las hectáreas cultivadas provoca un aumento de la temperatura del municipio de 2.7771 grados centígrados.

De acuerdo con el coeficiente TPCH<sub>t-1</sub>, ante un aumento en 1 grado centígrado de temperatura en el periodo anterior, se causa un incremento en la temperatura presente de 0.3898 grados centígrados.

Además, según el coeficiente de LHCCH<sub>t-1</sub>, al mostrarse un incremento en 1 por ciento en la superficie cultivada del periodo previo, hay una variación en la temperatura presente de -2.9606 grados centígrados.

En otras palabras, mayor actividad florícola en el presente y mayor temperatura en el periodo previo trae como consecuencia mayor temperatura en el presente, sin embargo, no sucede en la relación superficie cultivada del periodo previo y la temperatura presente.

## 4.2. Modelos para el municipio de Tenancingo.

### Modelo A: Precipitación

#### Función:

$$PPTE = f(LHCTE_{t-2})$$

Donde:

PPTE = Precipitación promedio de Tenancingo

LHCTE<sub>t-2</sub> = Hectáreas cultivadas de Tenancingo (logaritmos)

#### Ecuación:

$$PPTE = 0.1701 - 4.9838 * LHCTE_{t-2}$$

(0.4666) (0.0689)

$$R^2 = 0.094 \quad JB = 4.6921$$

$$LM(1) = 0.3199 \quad LM(2) = 0.3526$$

$$ARCH(1) = 0.5217 \quad ARCH(2) = 0.7957 \quad WHITE(n.c.) = 0.3392 \quad WHITE(c) = 0.5918$$

$$RESET(1) = 0.6543 \quad RESET(2) = 0.7161$$

Los supuestos evaluados en función de la probabilidad, indican que la ecuación de precipitación cumple con la correcta especificación del modelo y no se violan los supuestos econométricos al 95 por ciento de significancia.

El coeficiente de PPTE permite inferir que, ante un incremento en 1 por ciento en la superficie cultivada de hace dos periodos pasados, entonces se presenta un decremento de  $-4.9838 \text{ m}^3$  en la precipitación presente.

Así, se infiere que la expansión de la floricultura en el pasado genera una reducción de precipitación en el presente para este municipio.

### Modelo B: Temperatura

#### Función:

$$TPTE = f(TPTE_{t-1}, LHCTE_{t-1}, LHCTE_{t-2})$$

Donde:

TPTE = Temperatura promedio de Tenancingo

TPTE<sub>t-1</sub> = Temperatura promedio de Tenancingo

LHCTE<sub>t-1</sub> = Hectáreas cultivadas de Tenancingo (logaritmos)

LHCTE<sub>t-2</sub> = Hectáreas cultivadas de Tenancingo (logaritmos)

#### Ecuación:

$$TPTE = 8.2606 + 0.7782 * TPTE(-1) - 4.6513 * LHCTE(-1) + 3.8746 * LHCTE(-2)$$

(0.1241) (0.0001) (0.0279) (0.0720)

$$R^2 = 0.7266 \quad JB = 0.1775$$

$$LM(1) = 0.1119 \quad LM(2) = 0.2880$$

$$ARCH(1) = 0.8850 \quad ARCH(2) = 0.5587 \quad WHITE(n.c.) = 0.3197 \quad WHITE(c) = 0.1062$$

$$RESET(1) = 0.2523 \quad RESET(2) = 0.2523$$

Los supuestos evaluados en función de la probabilidad, indican que la ecuación de temperatura cumple con la correcta especificación del modelo además se cumplen los supuestos econométricos al 95 por ciento de significancia. Así, los coeficientes son significativos y los supuestos de la regresión no se violan.

El coeficiente de  $TPTE_{t-1}$ , ante un incremento en 1 grado centígrado en el periodo previo, se genera un aumento en la temperatura presente en 0.7782 grados centígrados.

Por otro lado el coeficiente  $LHCTE_{t-1}$ , un incremento del 1 por ciento en las hectáreas cultivadas en Tenancingo en el periodo previo genera una elevación de la temperatura presente en -4.6513 grados centígrados.

En tercer lugar, el coeficiente  $LHCTE_{t-2}$ , un incremento del 1 por ciento en la superficie cultivada en 2 periodos previos causa un incremento de la temperatura presente en 3.8746 grados centígrados.

En este sentido, mayor temperatura en el periodo previo y mayor superficie cultivada en dos periodos previos trae como consecuencia mayor temperatura en el presente, sin embargo, no sucede en la relación superficie cultivada del periodo previo y la temperatura presente.

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo con el objetivo de esta investigación, analizar las externalidades en el medio ambiente generadas por la actividad florícola, se observa que si existen efectos en variables medioambientales como la precipitación y la temperatura que provienen de la actividad florícola pero sólo fue posible obtener modelos en los municipios de Tenancingo y Coatepec Harinas.

Sin embargo, los resultados no son contundentes en términos del sentido de la relación entre variables, pues para explicar la precipitación la superficie cultivada es significativa, pero en Coatepec Harinas es una relación directa y en Tenancingo (con dos rezagos) es inversa.

Caso similar ocurre en la explicación de la temperatura, dado que la superficie cultivada de periodos previos si genera un efecto en la temperatura, pero el sentido de la relación es directa sin rezagos e inversa con un rezago en Coatepec de Harinas, en tanto, Tenancingo tiene relación inversa con un rezago y positiva con dos.

Se puede concluir, con cierta robustez, que las actividades económicas de los humanos (agricultura) en estos municipios productores de flores si generan externalidades en el medio ambiente, aunque no es concluyente el sentido de los efectos (positivos o negativos) y no es generalizado todos los municipios analizados.

Si se utilizan más métodos de producción sostenible, se podrán atenuar los efectos de las actividades agrícolas sobre el medio ambiente. En algunos casos, estas actividades pueden desempeñar una función importante en la inversión de estos efectos, por ejemplo, la utilización de productos fertilizantes orgánicos, la conservación de los paisajes rurales y la biodiversidad, para evitar la deforestación y con eso efectos en el clima.

## REFERENCIAS

- AGENCIA EUROPEA DE MEDIO AMBIENTE (2015): *La agricultura y el cambio climático*. EEA, Dinamarca.
- ÁLVAREZ, D.; BOUR, E., & CACAULT, M. P. (2008): *Una externalidad relevante: el calentamiento global inducido por la actividad humana*. XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política.
- BARROS, V. (2006): *El Cambio Climático Global*. Del Zorzal, Buenos Aires.
- CABRERA, J. R. & OROZCO, M. (2003): *Diagnóstico sobre las plantas ornamentales en el estado de Morelos*. SAGARPA INIFAP. Zacatepec, México.
- CASTRO, C.; LORÍA, E. & MENDOZA, M. A. (2000): *Eudoxio. Modelo Macroeconómico de la Economía Mexicana*. UNAM, México.
- CEPAL (2008): *Guía para decisores análisis económico de externalidades ambientales*. Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CLICOM (2016): CLiimate COMputing Project, disponible en: <http://clicom-mex.cicese.mx/>
- CONAGUA (2016): Comisión Nacional del Agua, SMN, disponible en: <http://smn.cna.gob.mx/tools/RESOURCES/Diarios/15259.txt>



- CONWAY, G. R. & PRETTY, J. N. (1991): *Unwelcome harvest: agriculture and pollution*. Earthscan Publisher, Londres.
- FAO (2002): *Trabajando con los países para hacer frente al cambio climático por medio de la gestión forestal sostenible*, FAO, Roma.
- FAO (2015): *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. FAO, Roma.
- GREENPEACE (2009): *México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*. Greenpeace. México.
- GREENPEACE (2012): *La agricultura mexicana y el cambio climático*. Greenpeace Internacional.
- IBARRARÁN V., M. E. (2010): *Externalidades, Bienes Públicos y Medio Ambiente*. Universidad de las Américas Departamento de Economía, Puebla.
- MÁRQUEZ G., A. R.; RAMOS P., M. & MONDRAGÓN J., V. A., (2013): Percepción ciudadana del manejo de residuos sólidos municipales. El caso Riviera Nayarit. *Región y Sociedad*, XXV (58), pp. 87-121.
- OCDE & FAO (2014): *Los Bosques y el cambio climático*. Departamento Forestal FAO, Roma.
- FAO (2015): *Adaptación de la agricultura al cambio climático*. FAO, Roma.
- ONU (2011): *Análisis general de las externalidades ambientales derivadas de la utilización de combustibles fósiles en la industria eléctrica centroamericana*. ONU, México.
- ALBERTO J., P. & TINOCO L., R. O. (2006): Métodos de valuación de externalidades ambientales provocadas por obras de ingeniería. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*. VII (2), pp. 105-119.
- SAGARPA, (2014): *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera, SIAP*, disponible en [http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola\\_siap\\_gb/identidad/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/aagricola_siap_gb/identidad/index.jsp)
- SEMARNAT, (2009): *Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones*. SEMARNAT, México.
- VILLOTA A., L. M. & ORBE O., X. (2010): *La contaminación del sector de yahuarcocha, por las actividades antropogénicas de sus habitantes*, (Tesis). Universidad Técnica del Norte, Ecuador.