

# Tópicos Selectos de Recursos

María Elena Tavera  
Joel Quintanilla  
German Raúl Chaparro  
Fernando Iglesias

*Directores*

**Desarrollo      Sustentable      y**  
**Finanzas**

# Tópicos Selectos de Recursos

---

Volumen V

---

Para futuros volúmenes:  
<http://www.ecorfan.org/bolivia/series/>

## **ECORFAN Tópicos Selectos de Recursos**

---

Las series ofrecerán los volúmenes de contribuciones seleccionadas de investigadores que contribuyan a la actividad de difusión científica de ECORFAN en su área de investigación en Recursos. Además de tener una evaluación total, en las manos de los editores de la Universidad, Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Instituto Politécnico Nacional, The University of Manchester, Universidad Autónoma Metropolitana, Universidad de Chapingo, Universidad Autónoma del Estado de México, Universidad Nacional Autónoma de México Sucre-Bolivia se colabora con calidad y puntualidad en sus capítulos, cada contribución individual fue arbitrada a estándares internacionales (LATINDEX-DIALNET-ResearchGate-DULCINEA-CLASE-HISPANA-Sudoc-SHERPA-UNIVERSIA-eRevistas), las series proponen así a la comunidad académica , los informes recientes sobre los nuevos progresos en las áreas más interesantes y prometedoras de investigación en Recursos.

**María Ramos · María Tavera · Joel Quintanilla · German Chaparro · Fernando Iglesias**

Editores

# Desarrollo Sustentable y Finanzas

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Julio 15, 2014.

# ECORFAN®

## *Editores*

María Ramos

maria.ramos@usfx.bo

Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

María Elena Tavera Cortes

marielena41@yahoo.com

Instituto Politécnico Nacional -UPIICSA

Joel Quintanilla Domínguez

joel\_quintanilla79@yahoo.com.mx

Universidad Tecnológica del Sur Oeste de Guanajuato

German Raúl Chaparro

gchapparoc@ucentral.edu.co

Universidad Central

Fernando Iglesias Suarez

iglesias@ecorfan.org

ECORFAN-Bolivia

ISBN- 978-254-6876-34-9

ISSN-2007-1582

e-ISSN 2007-3682

ECORFAN-Bolivia

Número de Control TSR: 2014-01

Clasificación TSR (2014): 150714-0501

## ©ECORFAN-Bolivia.

Ninguna parte de este escrito amparado por la Ley de Derechos de Autor ,podrá ser reproducida, transmitida o utilizada en cualquier forma o medio, ya sea gráfico, electrónico o mecánico, incluyendo, pero sin limitarse a lo siguiente: Citas en artículos y comentarios bibliográficos ,de compilación de datos periodísticos radiofónicos o electrónicos. Para los efectos de los artículos 13, 162,163 fracción I, 164 fracciones I, 168, 169,209 fracción III y demás relativos de la Ley de Derechos de Autor. Violaciones: Ser obligado al procesamiento bajo ley de copyright boliviana. El uso de nombres descriptivos generales, de nombres registrados, de marcas registradas, en esta publicación no implican, uniformemente en ausencia de una declaración específica, que tales nombres son exentos del protector relevante en leyes y regulaciones de México-Bolivia y por lo tanto libre para el uso general de la comunidad científica internacional. PCA es parte de los medios de ECORFAN ([www.ecorfan.org](http://www.ecorfan.org))

## Prefacio

Una de las líneas estratégicas de la misión y visión universitaria ha sido la de impulsar una política de ciencia, tecnología e innovación que contribuya al crecimiento económico, a la competitividad, al desarrollo sustentable y al bienestar de la población, así como impulsar una mayor divulgación en beneficio del índice de desarrollo humano, a través de distintos medios y espacios, así como la consolidación de redes de innovación de la investigación, ciencia y tecnología en Bolivia.

La Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca visualiza la necesidad de promover el proceso de la investigación, proporcionando un espacio de discusión y análisis de los trabajos realizados fomentando el conocimiento entre ellos y la formación y consolidación de redes que permitan una labor investigativa más eficaz y un incremento sustancial en la difusión de los nuevos conocimientos. Este volumen V contiene 10 capítulos arbitrados que se ocupan de estos asuntos en Tópicos Selectos de Recursos, elegidos de entre las contribuciones, reunimos algunos investigadores y estudiantes.

*Luis Álvaro Gallardo Eraso & Germán Chaparro*; construye modelos particulares sin referente teórico. Se plantean como una disciplina que se encarga de hacer modelos específicos despreocupándose de las teorías generales, solo existen premisas básicas y herramientas técnicas comunes, una estrategia que termina por negar cualquier credibilidad a los modelos en economía; *Román Moreno Soto* pretenden explicar y comprender los fenómenos y los procesos económicos de manera científica, de aquellos que no son más que meras justificaciones ideológicas de las relaciones sociales establecidas y del statu quo vigente en cierto momento y lugar *Juan Silva Contreras*; es la aportación que hacen los miembros del propio Estado, este problema está estrechamente vinculado con el de los fines y atribuciones del mismo Estado, porque precisamente necesita la riqueza para estar este en posibilidades de lograr los fines y atribuciones que se le han asignado por los mismos miembros de esta sociedad denominada Estado *David Israel Contreras Medina, Patricia del Carmen Mendoza García; María Guadalupe Uribe Plaza; Lidia Ramírez Lemus y Teresa Ramírez Can*; Como se puede apreciar, la competitividad es un concepto que ha cobrado importancia en el ámbito mundial, y con el paso del tiempo, han existido diversas investigaciones, regionales o nacionales, relacionando a la competitividad con diversos paradigmas *David Israel Contreras Medina, Patricia del Carmen Mendoza García; María Guadalupe Uribe Plaza; Lidia Ramírez Lemus y Teresa Ramírez Cano*; la planeación estratégica es utilizada en todas las organizaciones a nivel mundial como un punto clave para lograr la competitividad, lo cual ha permitido a los propietarios y accionistas la proyección de sus recursos y plantear las estrategias necesarias para su desarrollo empresarial; *María Elena Tavera Cortés y Raúl Junior Sandoval Gómez* ha propuesto a la producción de fresa en maceta como una técnica que puede evitar la utilización de Bromuro de Metilo y el peat moss, que actualmente es el principal sustrato para la producción en contenedores; *Pablo Emilio Escamilla García y María Elena Tavera Cortés* el presente artículo muestra un análisis del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en la Ciudad de México; *Martha Jiménez García, María Elena Tavera Cortés y Francisco Pérez* considerando que las TIC, en cuanto al internet, tienen un efecto positivo en el crecimiento económico, se investigó la relación entre la formación bruta de capital, el costo del internet, los kilómetros de fibra óptica y la población económicamente activa, para ver el impacto en México; *Edmar Salinas Callejas* el ensayo analiza las características de la agricultura orgánica como una alternativa emergente en el mundo desarrollado y en las localidades rurales de pequeños agricultores indígenas y mestizos de los países subdesarrollados.

*Horacio Eliseo Alvarado Raya, María Elena Tavera, Gustavo Mena Nevárez, Guillermo Calderón Zavala, R. López García y Edmar Salinas Callejas* es importante considerar que el desarrollo sustentable incorpora indicadores ambientales, lo cual es un punto crítico porque depende de diversos aspectos.

Quisiéramos agradecer a los revisores anónimos por sus informes y muchos otros que contribuyeron enormemente para la publicación en éstos procedimientos repasando los manuscritos que fueron sometidos. Finalmente, deseamos expresar nuestra gratitud a la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca en su Dirección de Producción Científico y Tecnológica en el proceso de preparar esta edición del volumen.

Sucre, Bolivia.  
Julio 15, 2014

*María Ramos  
María Elena Tavera  
Joel Quintanilla  
German Chaparro  
Fernando Iglesias*

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>1 ¿Son los modelos creaciones de mundos creíbles? Un análisis acerca de la necesidad de su justificación teórica</b> <i>Luis Álvaro Gallardo Eraso &amp; Germán Chaparro</i>	1-10
<b>2 Algunas consideraciones en torno a la cientificidad de la economía</b> <i>Román Moreno Soto</i>	11-22
<b>3 Estudio y análisis general al impuesto empresarial a tasa única</b> <i>Juan Silva Contreras</i>	23-32
<b>4 La competitividad educativa local. Aplicación del índice de ventajas comparativas reveladas en ciudades del estado de Guanajuato</b> <i>David Israel Contreras Medina, Patricia del Carmen Mendoza García; María Guadalupe Uribe Plaza; Lidia Ramírez Lemus y Teresa Ramírez Cano</i>	33-41
<b>5 Los cambios regulatorios en México. Análisis de la planeación estratégica de una empresa de la industria de la construcción</b> <i>David Israel Contreras Medina, Nélida Carmona García, Yuridia Guadalupe Santamaría Ramírez y Thania Elena Cabrera Ybarra</i>	42-49
<b>6 Crecimiento y producción de fresa (fragaria x ANANASSA DUCH) en sustratos a base de compostas</b> <i>Horacio Eliseo Alvarado Raya, María Elena Tavera, Gustavo Mena Nevárez, Guillermo Calderón Zavala, R. López García y Edmar Salinas Callejas</i>	50-63
<b>7 Análisis del sistema de gestión de residuos sólidos de la ciudad de México: la incursión del sector privado y el desarrollo de proyectos de mejora</b> <i>Pablo Emilio Escamilla García y María Elena Tavera Cortés</i>	64-79
<b>Crecimiento económico en función de la formación bruta de capital, internet, fibra óptica y empleo en México</b> <i>Martha Jiménez García, María Elena Tavera Cortés y Francisco Pérez Soto</i>	80-89
<b>La agricultura orgánica como modelo alternativo</b> <i>Edmar Salinas Callejas</i>	90-105
<b>Desarrollo sustentable y calidad del aire</b> <i>María Elena Tavera Cortés y Raúl Junior Sandoval Gómez</i>	106-117
Apéndice A. Directorio Institucional de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca	118



Apéndice B. Consejo Editorial ECORFAN-Bolivia	119
Apéndice C. Comité Arbitral ECORFAN-Bolivia	121

# **¿Son los modelos creaciones de mundos creíbles? Un análisis acerca de la necesidad de su justificación teórica**

Luis Álvaro Gallardo y Germán Chaparro

L. Gallardo y G. Chaparro.

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Correo electrónico. [alv\\_gallardo@yahoo.es](mailto:alv_gallardo@yahoo.es).

Universidad Central. Correo electrónico. [gchaparro@ucentral.edu.co](mailto:gchaparro@ucentral.edu.co).

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo sustentable y finanzas, Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

The present study aims to contribute in the understanding of the cognitive connotation of economic models. These models were analyzed from a perspective that is justified from the literate fiction. The utility of this justified strategy can be understood as a point of view considering the questions that this position genera. The solution of these questions is just possible thought the theoretical justification of the models; it means that although the models could be understood like literary fictions their justification pass for the evaluation of the economic theory from they are par. It is something that the economic orthodoxy don't pretend do. Because their strategy is been showed as a methodology that built particular models without a theory referent. It is proposed as a discipline which is in charge of built specific models, without think about general models, only exist basic premises and common tools, a strategy that finish denying any credibility to the economic models.

## 1 Introducción

En las ciencias sociales los criterios de justificación son variados, sin embargo en muchas de ellas funciona la metodología inductiva donde a partir de estudios de caso se interroga por una determinada realidad; en otras se construyen edificios teóricos a partir de los cuáles se entiende la realidad desde ópticas explicativas o incluso funcionalistas. En el caso particular de la economía, por ser una ciencia cuantitativa en el sentido que su objeto de estudio es la coordinación mercantil de agentes que buscan su propio interés a través de los *precios*, ha instituido una herramienta utilizada en un principio en las ciencias naturales, para legitimar su actividad y es la modelación a partir de estructuras que aparentemente no tienen nada que ver con la realidad, en este sentido, la pregunta es ¿cómo se justifica la construcción de diversos modelos –característica básica de la economía teórica y aplicada– si ellos no son construcciones que nacen de lo real sino que tienen su origen en construcciones hipotético-deductivas?

El presente documento busca contribuir en el entendimiento de la connotación cognitiva de los modelos económicos. Éstos se analizan desde la perspectiva que los justifica en los mismos términos, que las ficciones literarias. Se plantea a su vez, que la utilidad de ésta *estrategia* de justificación es sólo un punto de partida por los interrogantes que la misma posición genera. La solución de estos interrogantes sólo es posible a través de una justificación teórica de los modelos; en otras palabras, a pesar que los modelos se entiendan similarmente a las ficciones literarias su justificación pasa por la evaluación de la teoría económica a la que pertenecen los modelos.

Desde la perspectiva de Nelson Goodman se analiza la importancia de los modelos y su relación con los argumentos teóricos previos. Desde este autor, se justifica la necesidad de amparar la solidez de los modelos no solo con inferencias inductivas del modelo a la realidad o creando ficciones que tienen en común elementos con la realidad, sino amparando esa solidez, en la creación de mundos que necesariamente se relacionan con los previamente creados y que han sido exitosos en su relación con la realidad. Esto en lenguaje de los modelos científicos, quiere decir que los modelos solo se justifican en los modelos previamente construidos que a su vez dependen, de los elementos teóricos que los sustentan.

Para abordar la problemática anteriormente descrita el documento se estructura de la siguiente manera: en la primera parte se desarrollan los argumentos de Roman Frigg sobre la estrategia de modelación en las diversas ciencias y su relación con las ficciones literarias; en la segunda parte se analizan los planteamientos de Robert Sugden donde los modelos económicos son concebidos como mundos creíbles y paralelos con la realidad que tienen en común elementos causales, igualmente, se estudia la perspectiva de Goodman sobre la creación de mundos en el desarrollo de conocimientos no denotativos y en una tercera parte se concluye que la analogía con la ficción no es suficiente y es necesario justificar los modelos con la teoría económica a la que pertenecen, de lo contrario se abre una peligrosa vía al relativismo porque los mundos de los modelos pueden llegar a ser arbitrarios puesto que son productos de la imaginación del modelador.

### 1.1 La relación de los modelos con las ficciones

El argumento por la necesidad de la modelación es que ante la complejidad de los fenómenos bajo estudio es necesario realizar una serie de abstracciones para aislar lo más importante y eliminar los elementos obstaculadores para así saber las propiedades causales de los fenómenos. Esta es una característica de las construcciones teóricas y algunos modelos nacidos de las perspectivas teóricas de muchas ciencias empíricas y de la economía de inspiración clásica. La justificación de estos modelos se hace por medio de la contrastación empírica, es decir, de hipótesis derivadas de la transformación empírica de los modelos científicos.

Recientemente ha crecido una amplia literatura crítica de esta posición que muestra que realmente no se están aislando fenómenos sino que por el contrario, se están creando nuevos mundos porque los fenómenos estudiados incluyen elementos adicionales que no existen en el mundo real, que se pretende estudiar con el modelo, son como diría Goodman una de las muchas maneras de hacer mundos<sup>1</sup>.

Como la mayoría de los modelos científicos no son “objetos físicos” ¿qué clase de entidad son los modelos? y ¿cómo aprendemos de lo real a través de ellos?

Frigg (2009) nos plantea que los modelos tienen una relación muy estrecha y común con la ficción literaria. Una analogía que se da en varios sentidos, donde los más importantes pueden resumirse en los siguientes términos:

---

<sup>1</sup> La gama de autores que plantea la relación entre modelos y ficciones literarias en economía y las ciencias en general se ha ampliado. Frigg (2009) nos lo muestra de manera clara:

“En años más recientes, el paralelismo entre los modelos y la ficción también ha sido trazado específicamente. Cartwright observa que ‘un modelo es un trabajo de ficción’ o una ‘construcción intelectual’, lo que le motiva a contemplar la física como al teatro y a sugerir posteriormente un análisis de los modelos como fábulas. Fine observa que el modelado de los fenómenos naturales en cada área de la ciencia implica ficciones y Elgin argumenta que la ciencia comparte prácticas epistémicas importantes con la ficción artística. Hartmann y Morgan enfatizan que las historias y las narraciones juegan un papel importante en los modelos, y Morgan acentúa la importancia de la imaginación en la construcción de un modelo. Sugden señala que los modelos económicos describen ‘mundos contrafácticos’ que son construidos por el constructor de modelos, y McCloskey considera a los economistas como ‘contadores de historias y fabricantes de poemas.’”(Frigg, 2009, 5)

En la literatura de ficción:<sup>2</sup> no hay nada en el mundo de las novelas que sea **denotativo**, lo particular es que esta también es una característica del mundo de los modelos: "...agentes perfectamente racionales, mercados sin costos de transacción y una adaptación inmediata a los choques no son sino objetos o características que figuran prominentemente en muchos sistemas-modelo y aun así fallan a la hora de tener contrapartidas en el mundo real" (Frigg, 2009, 7).

La descripción del sistema-modelo solo especifica unas propiedades que según el creador del modelo son esenciales, sin embargo como las obras literarias dan pie a que otras propiedades sean verdaderas aunque no estén incluidas en la descripción. Esto quiere decir que existe un contenido que va más allá de lo enunciado explícitamente por el modelo. Igualmente el modelo como la novela, da la posibilidad de entender este contenido extra usando reglas de inferencia. Sugden (2009) y (2000) muestra como los modelos económicos son una clase aplicable a gran variedad de fenómenos no hechos explícitos en los modelos; por ejemplo el mercado de carros usados de Akerlof permite explicar fenómenos como el mercado de seguros, el comportamiento del mercado laboral, el estado de los negocios en los países en desarrollo y otros más donde la información asimétrica existe.

Cuando se lee una obra literaria terminamos en la mayoría de los casos y casi de manera natural, haciendo comparaciones entre situaciones de la ficción y situaciones del mundo real y "haciendo esto aprendemos sobre el mundo" igualmente ocurre en el caso de los modelos.

Para que estas propiedades de la literatura se produzcan nos dice Frigg que el elemento central es el uso de la imaginación, gracias a ella es posible que una ficción se amplíe y genere su propia autonomía y su propio juego de hacer-como-que, produciendo verdades directas (primarias) y verdades indirectas, es decir, aquellas que nacen por inferencia de la obra<sup>3</sup>.

En el caso de los modelos pasa lo mismo

"Lo que está explícitamente enunciado en una descripción-modelo (que los planeta-modelo son esféricos, etc.) son las verdades primarias del modelo, y lo que se sigue de ellas, vía leyes o principios generales, son las verdades implicadas; los principios de la generación directa son las convenciones lingüísticas que nos permiten entender la descripción relevante, y los principios de la generación indirecta son las leyes que se usan para derivar resultados ulteriores a partir de las verdades primarias" (Frigg, 2009, 7).

En síntesis se puede defender la idea que a pesar de que no existen en el mundo los sistemas-modelo, su justificación se enmarca en un juego de hacer-como-que, que nos permite por medio de la imaginación inferir que la entidad a pesar de no tener existencia física tiene las propiedades de la realidad; igualmente, se puede justificar que a pesar de que los agentes del modelo no se comportan igual que los seres humanos, se puedan porque son proposiciones trans-fictivas; así comparar al protagonista de una obra literaria cualquiera con un amigo no es comparar a mi amigo con alguien inexistente sino más bien, que ambos poseen ciertas propiedades relevantes. Con este tipo de propiedades relevantes es posible también justificar que los sistemas-modelo se puedan calificar como verdaderos o falsos si hay o no las propiedades relevantes.

---

<sup>2</sup> Para Frigg la literatura de ficción es aquella que nos invita a imaginar ciertas cosas mientras que un informe de un hecho nos conduce a creer lo que dice. "Podemos imaginar tanto lo que es el caso como lo que no lo es y de aquí que la verdad fictiva sea compatible y pueda de hecho coincidir con la verdad real; pero esto no hace de un texto fictivo uno no fictivo, como el hecho de que una noticia sea mentira no la convierte en ficción". (Frigg, 2009)

<sup>3</sup> Debemos recordar que fue Adam Smith el primer economista en plantear la importancia de la Imaginación para la ciencia. Pensaba este autor que los mecanismos causales estaban ocultos a los ojos del hombre y por ende la ciencia es la encargada de imaginar mecanismos que el "teatro de la naturaleza" no podía mostrarnos directamente. (Smith, 1776)

Frigg sustenta este planteamiento de la siguiente manera:

“...cuando digo que la población de conejos en un cierto ecosistema se comporta como la población del modelo predador-presa, lo que asevero es que estas poblaciones poseen ciertas propiedades relevantes que son similares en aspectos relevantes. ... el enunciado que hace esta comparación es verdadero sí el enunciado que compara unas propiedades con otras es verdadero”. (Frigg, 2009, 14)

En síntesis, como se puede ver, la relación entre los modelos y la realidad es como la existente entre las obras literarias de ficción y la realidad misma, esto quiere decir que la relación es basada en ciertas propiedades similares, sin embargo y como bien lo reconoce el autor, la relación modelos con ficciones literarias es sólo “un punto de partida” la pregunta es ¿qué debe seguir entonces?

## 1.2 Los modelos en economía desde la perspectiva de sugden

La perspectiva de Sugden planteada en el año 2000 abrió dos tipos de interpretación sobre los modelos económicos una como herramienta que aísla ciertos fenómenos bajo estudio<sup>4</sup> y otra defendida por Sugden y que Grune-Yanoff (2009) llamó ficcionalismo y que trata a los modelos como

“mundos ficcionales paralelos, poblados por agentes e instituciones de ficción, y operando posiblemente bajo principios y fuerzas ficcionales. En analogía a la ficción literaria, tales modelos nunca deben ser verdaderos, pero deben ser juzgados como creíbles o plausibles. Bajo ciertas condiciones, y relacionados a estos juicios de plausibilidad, es justificado hacer inferencias de tal mundo de modelos ficcionales al mundo real, estableciendo así la significancia epistémica de los modelos” Grune-Yanoff (2009,2)

Sugden (2009) comienza a reflexionar a partir del hecho conocido que los modelos son altamente abstractos, lo que le hace preguntarse, entonces ¿cómo ellos nos ayudan a entender el mundo?

La respuesta la presenta el autor a través de la idea de proponer “los modelos como creíbles pero nacidos de mundos contrafactuales que son paralelos al mundo real” (Sugden, 2009,3). Nace así el interrogante de cómo relacionar este mundo paralelo con el mundo real, la respuesta del autor se hace a través de lo que él llama una *inferencia inductiva* es decir con juicios de similaridad. Analicemos detenidamente como es el proceso de inferencia inductiva.

Sugden plantea la misma tesis de Frigg sobre la generalidad de los modelos a otro tipo de fenómenos ficticios pero también reales que los modelos tienen, más exactamente:

“El razonamiento inductivo trabaja encontrando algunas regularidades R en algún conjunto de observaciones  $x_1 \dots x_n$ , y luego infiriendo que las mismas regularidades probablemente se encontrarán en un conjunto de fenómenos S, que contienen no sólo  $x_1 \dots x_n$  sino elementos que todavía no han sido observados” (Sugden, 2000, negrilla añadida)

Por similaridad se entiende que un simple conjunto de factores causales F están presentes en dos mundos diferentes. Un ejemplo usado por Sugden ilustra lo planteado: en el modelo de Schelling, las ciudades imaginarias viven la segregación racial a partir de problemas de coordinación de las preferencias individuales.

---

<sup>4</sup> Los defensores más importantes de esta perspectiva son Uskali Maki (2009) y Nancy Cartwright (2009) en estas perspectivas “los modelos son considerados como verdaderos si de manera correcta aíslan un factor. Su contribución epistémica está relacionada con esta descomposición y con la identificación de factores causales y sus formas de operación” Grune-Yanoff (2009)

En el caso de la segregación lo que muestra el trabajo de Schelling es que “la marcada segregación a nivel social es el resultado no buscado de las acciones individuales que son motivadas solamente por la preferencia de no vivir en un área en la cuál las personas de otro color forman una abrumadora mayoría” (Sugden (2000, 3-4). Según Sugden los procesos causales que conducen a la segregación racial también se aplican a ciudades reales multiétnicas, lo que hace explícito que el modelo permite entender muchas realidades similares y paralelas al modelo.

Sugden fortalece sus argumentos comparando el mundo del modelo con los mundos creados en las novelas, las novelas son mundos imaginarios pero que invitan a ser creíbles en muchos aspectos. Se encuentran acciones creíbles de los individuos en la novela así como cosas que nunca pasarían en la realidad.

Así pasa con los modelos, las inferencias son creíbles en algunos aspectos y en otros no, los modelos son generalizables a una gran cantidad de fenómenos que ni siquiera pasaron por la cabeza del modelador y a otros no. La virtud de los modelos entonces está en su capacidad de crear mundos paralelos con aspectos de la realidad y por esta vía sirven para hablar de lo real.

En los planteamientos de Frigg y de Sugden se le da un papel central como elemento cognitivo a la facultad de la imaginación, en este sentido, surge la pregunta de cómo controlar los productos de la imaginación, más en una disciplina como la economía que se ha especializado en construir una gran cantidad de modelos y basa su estructura académica en generar nuevas metodologías y que busca abarcar diversos problemas con nuevos resultados nacidos de este proceso.

Esta es una preocupación que tienen los autores antes mencionados y Frigg ya nos aclaró y clarificó que la analogía entre modelos y novelas de ficción era simplemente un punto de partida; por otro lado, Sugden nos plantea el interrogante de cuáles son las inferencias que son válidas y cuales no y esto nos lleva a una perspectiva diferente a la de Frigg, de hecho los modelos no son puntos de partida sino que dependen de una relación causal con modelos anteriormente construidos, que como se tratará de demostrar, dependen a su vez de las construcciones teóricas; así la creación de los modelos no es un punto de partida de la investigación, sino más bien un punto intermedio que va de la teoría, los modelos previamente hechos y el problema empírico a tratar.

La pregunta por cómo hacer que los modelos deben ser controlados en su arbitrariedad necesita mayor clarificación y para ello es importante apoyarnos en el trabajo del filósofo Nelson Goodman autor al que haremos referencia a continuación. Para este autor un elemento central de los argumentos de este autor es que el paralelismo y el conocimiento que generan los modelos no denotativos se fundamentan en *rehacer mundos previos*<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Los modelos científicos no harían parte del mundo científico porque este se caracteriza al decir de Goodman, por ser denotativo, mientras que si le hacemos caso a Frigg y a Sugden lo que caracteriza a los modelos es que son creaciones de mundos no denotativos. Por lo tanto la actividad científica basada en modelos es afín a las creaciones artísticas en general y las literarias en particular. La situación sería diferente si la estrategia de modelación es la de generar mecanismos causales a través del aislamiento de fenómenos complejos y que es el planteamiento de autores como Maki y Cartwright anteriormente citados. En este último caso los modelos serían denotativos y tendrían las características básicas de la creación científica. Sin embargo, en este ensayo asumimos *como-si* los modelos en economía fueran ficciones a la manera planteada por Sugden.

Los modelos no pueden ser así productos arbitrarios de la imaginación sino que rehacen mundos previamente contruidos y que han sido útiles en nuestra relación con el mundo.

En este sentido, los lentes que usamos para analizar la realidad (es decir los modelos) se paran en los hombros de los otrora creadores de modelos, que han logrado con sus construcciones, poder actuar en la realidad.

Goodman hace un análisis en los mismos términos como lo había hecho Frigg sobre la similaridad entre la ficción y la realidad solo que agregándole una utilidad central a este tipo de argumentos y que tiene que ver con la ampliación del conocimiento:

“la aplicación del término de ficción Don Quijote a personas reales, al igual que acontece con la aplicación metafórica del término no ficcional Napoleón a otros generales...produce una reorganización de nuestro mundo cotidiano”; en otras palabras, la creación de mundos cumple una función esencial que Goodman expresa de la siguiente forma: “La construcción de mundos altera a veces el énfasis que reciben las diversas entidades, sin tenerse que implicar por ello la supresión o la adición de entidades nuevas” (Goodman, 1990, 142).

Igualmente en Goodman está la idea que las obras expresan y se amplían a elementos mas allá de lo explícito

“una novela o un retrato ejemplifican o expresan llegan a reorganizar un mundo de forma más drástica que aquello que esa obra dice o representa tanto en forma literal como figurativa, y otras veces el tema sirve sólo de vehículo de aquello que se ejemplifica o que se expresa” (Goodman, 1990, 146)

Esta idea es retomada por Sugden quién argumenta que los modelos necesáriamente se basan en modelos previos que tienen la propiedad de ser normativos es decir de ser los modelos para una sociedad ideal pintada gracias a los argumentos teóricos de los economistas Neoclásicos de fines del siglo XIX y mediados del siglo XX.

En este sentido, la fortaleza de los nuevos modelos se basa en la fortaleza de los modelos norma cuya fuerza se basa no en responder a preguntas del mundo real sino en responder la pregunta teórica por la coordinación de las relaciones económicas a partir de seres que buscan su propio interés. Esta es la conocida pregunta de Adam Smith (1776) que para algunos teóricos del pensamiento económico instituyó la ciencia económica y que estudia el proceso de coordinación mercantil a través de un proceso anónimo (mano insible) de interacción de agentes económicos.

En otras palabras, la solidez de los modelos se basa en modelos previos que a su vez se basan en la fortaleza de la teoría que les dio vida, en nuestro caso la teoría walrasiana o neoclásica. Esto último quiere decir que si la teoría no es fuerte es decir: no es capaz de responder a la pregunta por la coordinación, los modelos económicos que aparentemente no tienen relación con la teoría pierden toda solidez o justificación epistémica. A este tema haremos referencia en la sección final de este documento.

De la anterior revisión se puede deducir que la actividad de modelación no tiene como objetivo encontrar hechos sino fabricar mundos. Sin embargo, esto nos da pie a una pregunta ¿Qué hace que la fabricación de mundos sea o no adecuada? Esta pregunta indaga sobre la posibilidad de elegir las versiones correctas o verdaderas de los mundos contruidos y no caer en el relativismo en el que toda creación de mundo vale y sólo la coherencia les daría validez a los modelos.



En síntesis: “construcción de mundos, tal como la conocemos, parte siempre de mundos preexistentes de manera que hacer es, así rehacer” (Goodman, 1990, 24) esto nos lleva a interrogarnos por el tipo de mundos que son alterados por los modelos porque no podemos compararlos con una realidad, más exactamente “no nos es posible comprobar una versión comparándola con un mundo no descrito, no representado, no percibido” (Goodman, 1990, 21) La respuesta a estas preguntas para los modelos económicos, nos la da el mismo Sugden con su concepto de empirismo causal que describiremos en la siguiente sección.

### **1.3 El empirismo causal en economía y la necesidad de la teoría económica**

Sugden llama empirismo causal a un proceso para dar cuenta de la realidad con la ayuda de los modelos, que parte de comparar el nuevo modelo con uno ya realizado y luego generar las instituciones para que el nuevo modelo se ajuste a las mejores condiciones descritas del modelo anterior; en otras palabras, como en Goodman se hace un mundo rehaciendo un mundo previo.

En el caso del mercado de carros usados es clara la situación: Akerlof compara un mundo de información asimétrica con otro mundo conceptual aceptado por la comunidad de economistas el mundo de la información simétrica.

Las conclusiones son diferentes, los modelos simétricos no son extendibles a todas las situaciones, en un lenguaje analítico no son robustos, sin embargo los modelos con simetría tienen una propiedad especial: su equilibrio tiene la propiedad normativa de ser eficiente. Son modelos de equilibrio eficiente por lo que el modelo de información asimétrica si se presenta en la realidad (por inferencia) debe crear las condiciones institucionales para tender al mundo simétrico que exhibe la propiedad de eficiencia.

Esto quiere decir que solo en una teoría aceptada, se puede plantear un modelo de información asimétrica, lo anterior permite la flexibilidad de la teoría para dar cuenta de nuevas conclusiones en el mundo de la información asimétrica, sin embargo la realidad no esta en ninguna parte, lo que existen son mundos familiares ya creados y eso es lo que realmente les da fuerza y lo que los hace no arbitrarios, similarmente como dice Goodman:

“Tanto Cervantes, como el Bosco de Goya...Boswell, Newton o Darwin, parten de mundos familiares, los deshacen, los rehacen y vuelven a partir de ellos, y reformulan, así, esos mundos de diversas maneras, a veces notables y a veces recónditas, pero que acaban por ser reconocibles, es decir reconocibles” (Goodman, 1990).

En general no es la construcción de modelos arbitrarios que son paralelos a la realidad lo que les da solidez, más bien, el paralelismo con la realidad se hace a través de un lenguaje teóricamente aceptado por los economistas y su comunidad, un lenguaje definido a través de los modelos norma, es decir de los modelos que tienen la propiedad de eficiencia; en otras palabras son los modelos de equilibrio general el punto de partida para el análisis de empirismo causal.

El nuevo modelo en este sentido, no es arbitrario, lo sería si se usa otro lenguaje no aceptado por la comunidad, en este caso sería una ficción mal hecha. Para que un modelo sea aceptado se debe hablar siempre en el mismo lenguaje nacido del equilibrio general que se convierte en norma de evaluación de los subsiguientes modelos, que terminan siendo modelos imperfectos del mundo perfecto definido en el ideal mundo del equilibrio general.

Acercarnos a la realidad sería trascender esta dimensión y hacer una discusión de visión del mundo y de teorías que el mundo de los constructores de modelos no está dispuesto a hacer. Se piensa explícitamente, que la construcción teórica neoclásica es una buena pintura del mercado o implícitamente que no necesitan de esta construcción teórica sino simplemente de su método de trabajo.

Sin embargo, como hemos planteado con Sugden esta segunda estrategia es equivocada porque llevaría a la arbitraria construcción de modelos que nos lleva a concluir que si bien pueden pensar que no necesitan de la teoría, implícitamente lo hacen cuando usan como lo hace Akerloff los modelos eficientes como norma de evaluación por el método de empirismo causal, de los modelos creados a través de la imaginación.

Ahora bien, si nos centramos en la teoría como el empirismo causal nos lo propone, nos encontramos con un problema profundo: los modelos hechos por los economistas desde este lenguaje ortodoxo, se fundan en la explicación de la coordinación mercantil sin embargo, la mejor explicación dada al respecto, que es el modelo de equilibrio general fracasa en su propósito (y esto lo dicen los mismos neoclásicos Hahn, 1987)

Más exactamente esta perspectiva del mercado no es capaz de explicar ni siquiera en condiciones ideales:

1. Los procesos de coordinación de agentes en desequilibrio,
2. Una teoría de formación de precios y
3. Una teoría descentralizada de las transacciones económicas (al respecto ver Benetti 1997 y Cataño 2004).

De lo anterior se puede concluir que si el modelo que sirve de base de los demás modelos, no es una buena explicación del mercado entonces no pueden ser una base de evaluación de otros modelos, es decir, que no puede ser la norma que limita la arbitrariedad de la imaginación que crean los diversos modelos nacidos de la teoría económica contemporánea.

En otras palabras, si el empirismo causal hace los modelos no arbitrarios porque permiten rehacer los anteriores mundos teóricos y también evaluarlos, y si la norma de evaluación tiene fallas nada justifica la credibilidad de los mundos creados por los modelos económicos.

La estrategia de modelación a pesar de su fortaleza en ganar precisión conceptual se convierte en una manera poco pertinente para dar cuenta de los fenómenos del mundo, la comparación se queda en el mundo ideal que no tiene ningún asidero con lo real dado que los mundos paralelos no son representaciones bien hechas que se puedan comparar con la realidad.

#### 1.4 Referencias

- Benetti, Carlo (1997) “El Método Normativo de la Teoría Económica Positiva”, *Cuadernos de Economía*, Volumen X *Cuadernos de Economía*, Volumen XVI, No 26: 7-19.
- Cataño, José Felix (2004) “La Teoría Neoclásica del Equilibrio General. Apuntes críticos, *Cuadernos de Economía*, Volumen XXIII No 40: 175-204.
- Cartwright, Nancy (2009) “If no Capacities then no Credible Worlds, but can Models reveal Capacities?” *Erkenntnis* 70 (1): 45-58.
- Frigg, Roman (2009) “Los Modelos y la Ficción”, forthcoming in Pablo Lorenzano (ed.): *Modelos y Teorías en Biología*. Buenos Aires: Prometeo.
- Goodman, Nelson (1990) *Maneras de Hacer Mundos*. y Visor Distribuciones, España
- Hahn, Frank (1987) “Auctioneer” in *New Palgrave: A Dictionary of Economics* edit by John Eatwell, London, Macmillan Press.
- Maki, Uskali (2009) “Missing the World. Models as Isolations and Credible Surrogate Systems” *Erkenntnis* 70 (1): 29-43.
- Smith, Adam (1998) *Ensayos filosóficos*. Editorial Pirámide. Capítulo I
- Sugden, Robert (2000), "Credible worlds: The status of theoretical models in economics", *Journal of Economic Methodology* 7 (1):1–31.
- (2009), “Credible worlds, Capacities and Mechanisms”, *Erkenntnis* 70 (1): 3-27
- Grune-Yanoff (2009) “Preface to ‘Economic Models as Credible Worlds or as Isolating Tools?’”, *Erkenntnis* 70 (1): 1.2

## **Algunas consideraciones en torno a la cientificidad de la economía**

Román Moreno

R. Moreno

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía.  
economia\_aragon@hotmail.com

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

The purpose of the economy as science is explain and understand different phenomena and processes concerning to the material reproduction of the society in the different historic times, based in the scientific method. The present essay aimed to analyze about the historic development of the economy as a science. The essay concluded that is needed think in the transformation more complete, free and multicultural with the purpose to give value to the economy as science.

## 2 Introducción

El cometido de la economía como ciencia, es explicar y comprender los fenómenos y los procesos atinentes a la reproducción material de la sociedad en los distintos periodos históricos, sujeto a un método científico. Y decimos “un” método y no “el” método porque el perfil metodológico de cada ciencia está condicionado por la naturaleza de su respectivo objeto de estudio. Al respecto conviene recordar que observación y experimentación no se efectúan de la misma manera en la lógica, en la física, en la química, en la matemática, en la economía, sino que dicho método, debe de adecuarse al objeto de estudio. El hecho de ser una ciencia que se ocupa de una especificidad de lo social (en el caso de la economía se trata de la reproducción material de la sociedad humana) esto implica que el material bajo estudio –la sociedad- es un ente vivo sometido a transformaciones permanentes, muchas veces sustanciales.

Ahora bien, ¿esto significa que la economía está ontológicamente impedida de formular leyes? ¿O que no puede utilizar un método científico? Consideramos que no. Pero aquí hay que hacer un punto y aparte para discernir entre los aportes que pretenden explicar y comprender los fenómenos y los procesos económicos de manera científica, de aquellos que no son más que meras justificaciones ideológicas de las relaciones sociales establecidas y del statu quo vigente en cierto momento y lugar.

Este sentido el presente ensayo tiene por objeto, el reflexionar sobre el avance histórico de la ciencia económica, para ello se dividió en tres partes: en la primera se desarrolla los elementos fundamentales del conocimiento científico; en la segunda se aborda de manera concreta el avance del pensamiento científico y su impacto en el surgimiento de la economía política como ciencia, situando el punto de inflexión que derivó en su transición hacia la economía vulgar; por último se realizarán unas reflexiones finales y se anotara la bibliografía.

### 2.1 El conocimiento científico

El origen del conocimiento científico se encuentra en las diversas actividades humanas, desde sus comienzos, la ciencia ha avanzado mediante la elaboración teórica y la sistematización racional, pero exigiendo siempre como condición ineludible la de que esos desarrollos puedan ser comprobados en la práctica, es decir, que permitan interpretar la realidad objetiva.

Este aspecto de su aplicación y su verificación en las actividades prácticas del hombre, sigue siendo la base necesaria e imprescindible en que se apoya el desenvolvimiento de la parte abstracta y especulativa de la ciencia.

Por ciencia entendemos la explicación objetiva y racional del universo. Como explicación, la ciencia describe las diversas formas en que se manifiestan los procesos existentes, distingue las fases sucesivas y coexistentes observadas en su desarrollo, desentraña sus enlaces internos y sus conexiones con otros procesos, pone al descubierto las acciones recíprocas entre unos y otros, además de encontrar las condiciones y los medios necesarios para permitir la intervención humana en el curso de los propios procesos, ya sea acelerándolos, retardándolos, intensificándolos, atenuándolos o modificándolos de otras varias maneras.<sup>6</sup>

La explicación científica es objetiva, porque establece, por medio de la razón, las conexiones que son posibles entre todos y cada uno de los conocimientos adquiridos.

Así se construye una densa red de vínculos, implicaciones y otros tipos de relaciones posibles entre los procesos conocidos. Luego, dichas conexiones racionales son sometidas a la prueba decisiva de la experiencia, ajustándolas, modificándolas y afinándolas cuantas veces sea necesario, hasta conseguir que representen los enlaces que existen efectivamente entre los procesos reales. Y cuando eso se logra, y sólo entonces, las conexiones racionales se convierten en conocimientos objetivos.

Por otra parte, los cambios sociales influyen poderosamente en el campo de la ciencia, por lo tanto la ciencia no existe por sí misma, ni puede separarse de las otras actividades humanas, sino que es un producto de la vida social del hombre y, al mismo tiempo, ejerce una acción definida sobre la sociedad.

El conocimiento científico tiene necesariamente un carácter limitado, puesto que depende fundamentalmente de las condiciones en las cuales ha sido logrado. Sin embargo, esas condiciones no son invariables. Por el contrario, se modifican constantemente, y, de hecho, cada conocimiento adquirido viene a establecer nuevas posibilidades para el mejoramiento de las propias condiciones de adquisición del conocimiento.

En consecuencia, los límites del conocimiento se ensanchan con el avance del conocimiento mismo. La determinación científica de algún aspecto de la existencia universal, siempre trae aparejado el descubrimiento de otros aspectos más profundos y de mayor amplitud; los cuales a su vez, al quedar determinados, ponen de manifiesto otros aspectos distintos, y así sucesivamente, de modo interminable. Por lo tanto, en la imitación relativa y transitoria que observamos en el conocimiento, tenemos una contradicción que jamás se puede resolver en manera compleja y absoluta. Pero, al mismo tiempo, esta contradicción continuamente renovada constituye el principal incentivo del progreso y se resuelve, de manera incesante e ininterrumpida, en el desarrollo fecundo e infinito del conocimiento.

Luego entonces, como resultado del conocimiento científico sabemos que el universo no es un conjunto de cosas terminadas por completo, sino un complejo de procesos en el cual los objetos, aparentemente estables, pasan por un cambio ininterrumpido de devenir y de caducidad, el cual, finalmente, a pesar de todas las contingencias mostradas y de los retrocesos transitorios, termina por producir un desarrollo progresivo.

Por ello, correspondiendo este movimiento del universo, y reflejándolo de cierta manera, la investigación científica es, ella misma, un proceso dialéctico.<sup>7</sup>

<sup>6</sup> Gortari, Elí de, Introducción a la lógica dialéctica, Ed. F.C.E., cuarta edición, México 1972, p. 13.

<sup>7</sup> *Ibíd.*, pp.18-21. Las cursivas son nuestras.

Todas las ciencias se ocupan, por lo tanto, de encontrar una explicación objetiva y racional a las diversas manifestaciones del universo existente. Manteniendo esta caracterización común a todas las disciplinas científicas, cada ciencia concentra su interés en ciertos grupos de procesos, o en algunos aspectos observados en todos los procesos existentes.

La economía política clásica, que veremos aparecer en el siglo XVIII, es uno de los frutos de la revolución que en las ideas relativas al conocimiento científico se produce en el siglo XVII. A continuación, trataremos de situar la ruptura marcada por el pensamiento científico en el marco definido por el movimiento filosófico de la modernidad europea, identificando los rasgos que caracterizan a dicho pensamiento, para ello, es preciso partir del planteamiento general de la filosofía de Aristóteles, puesto que el nuevo método habrá de definirse por oposición a él.

## 2.2 Génesis y formalización del pensamiento científico

Para Aristóteles, el mundo está concebido como un conjunto de seres estrictamente jerarquizados, desde el mineral hasta Dios, pasando por el vegetal, el animal, el hombre y las esferas celestes. Para sostener hasta el final su propia concepción del mundo, Aristóteles se había visto obligado a negar gran número de fenómenos observables, o a dar de ellos interpretaciones puramente verbales. Para explicar que el humo sube en tanto que la piedra cae, clasificó los cuerpos en dos categorías: los "graves" que tienden a moverse hacia abajo y los "ligeros" que tienden a subir. Sobre todo impuso para mucho tiempo, especialmente en contra de los discípulos de Pitágoras, la teoría de la tierra como cuerpo inmóvil y como centro del mundo.<sup>8</sup>

El predominio de la filosofía aristotélica y del pensamiento escolástico durante la Edad Media Europea perfiló la construcción de un conocimiento que se caracterizó por presentar rasgos pre-científicos en la explicación de las realidades físico/natural y sociales.

La observación fundada más en la creencia de lo visto por los individuos; la explicación de los hechos buscada en una causa última que se definía como razón de todo; la supremacía del principio de autoridad en tanto opinión emitida sobre la base de formas y prácticas religiosas por un personaje destacado de la comunidad; y el argumento de que todos los fenómenos están dotados de cierta espiritualidad y voluntarismo; fueron todos ellos rasgos de un pensamiento pre-científico que se heredaron desde la filosofía griega antigua y que se llevaron a su más acabada expresión con la hegemonía ideológica de la iglesia católica en Europa durante más de mil años. La creencia irrefutable de que "la tierra era el centro del universo" representó un claro ejemplo de este tipo de pensamiento.<sup>9</sup>

De esta forma durante la Edad Media, no progresaron, en general, las ciencias naturales. Después del período de dominación total del espíritu aristotélico, en Europa occidental, los principios de su sistema científico son discutidos desde mediados del siglo XIV por diversos pensadores. Jean Buridan niega el principio de Aristóteles según el cual todo objeto en movimiento tiende al estado de reposo en cuanto el motor que le comunica el movimiento deja de actuar. Nicolás Oresme, adopta la tesis de la inmovilidad de los cielos y la movilidad de la tierra.

<sup>8</sup> Denis, Henri. Historia del pensamiento económico. Ed. Ariel, Barcelona, 1970, p. 120

<sup>9</sup> Enríquez Pérez, Isaac. La construcción del pensamiento científico en las ciencias físico/naturales y en la economía. Notas para desentrañar la naturaleza epistemológica de las ciencias económicas. Revista Economía, Gestión y Desarrollo, Cali, Colombia, N° 6, Diciembre-2008, p. 42.

También, aparecen grandes matemáticos y astrónomos, que influyen en el desarrollo de la ciencia, donde ubicamos al más grande científico del siglo XV, Leonardo da Vinci. En este mismo siglo descubrió Gilbert, inductivamente, las leyes del magnetismo.<sup>10</sup>

Así es que tenemos que, la nueva época histórica, que sucede al feudalismo y que comienza aproximadamente con los siglos XV y XVI, se caracteriza por el radical viraje que se opera de la escolástica idealista a la investigación de la naturaleza, al “renacimiento o humanismo burgués” y el desarrollo del materialismo. Recibe entonces vigoroso impulso el método empírico, experimental de conocimiento, sintetizado y elaborado en las teorías filosóficas de Francis Bacon y John Locke.<sup>11</sup>

El movimiento filosófico de la modernidad europea fue parte junto con los descubrimientos geográficos y la emergencia del Estado-nación moderno, de la génesis y expansión del capitalismo, todo ello definió los orígenes, el significado, la naturaleza y los rasgos del pensamiento científico que se desplegó en los siglos posteriores.

Copérnico propone la teoría de que la Tierra es un planeta que gira alrededor del Sol ello fue distinto y hasta opuesto a la concepción tradicional y milenaria heredada desde Ptolomeo (años 85-165 de nuestra era). A principios del siglo XVII, Kepler, ajustó las tablas de las posiciones de los planetas -elaboradas por Tycho Brahe – a los supuestos del sistema heliocéntrico. Pero con quien el pensamiento experimental concluye su génesis y adquiere su forma es con Galileo, para ello fue necesaria la demostración –a partir de mediciones precisas del movimiento de los cuerpos– de que el sol es el centro del universo, descartando así toda explicación influida por los principios divinos y de autoridad. ¿Qué es y en qué consiste el movimiento? ¿Cómo medirlo? ¿Cómo establecer el concepto de velocidad de manera cuantitativa?, fueron interrogantes que sólo se respondieron mediante las deducciones y la representación matemática del concepto de movimiento. En este contexto, la experimentación fue relevante para lograr la contratación de sus afirmaciones y conceptos con la realidad.

Galileo desecha las ideas y argumentos asumidos como irrefutables y afirma que las definiciones de los fenómenos deben coincidir con lo que realmente se observa. Su principal contribución epistemológica consistió en fundar conceptualmente a la ciencia. De esta forma, el pensamiento científico que postula Galileo tiene el propósito de utilizar la coincidencia cuantitativa para confirmar lo planteado conceptualmente.

Sin embargo, es la obra de Isaac Newton la que consolida el perfil de la ciencia moderna. El científico inglés continúa y profundiza la forma de pensar planteada por Galileo y por otros personajes que se alejaron decididamente del pensamiento pre-científico. Esto condujo a Newton a aseverar que sus estudios se fundamentaron en su habilidad de estar parado sobre los “hombros de gigantes”. Siendo ello otro de los rasgos de la ciencia moderna: el trabajo científico se sustenta en lo realizado y avanzado por otros individuos que reflexionaron en épocas pasadas.

---

<sup>10</sup> Larroyo, Francisco. La Lógica de las ciencias. Tratamiento sistemático de la lógica matemática. Ed. Porrúa, 19ª edición, México, 1976, p. 379.

<sup>11</sup> Rosental, M.M. y G.M. Stracks. Categorías del materialismo dialéctico. Editorial Grijalbo, México, 1965, p. 14.



Sintetizando lo anterior: la ruptura en el pensamiento se consolidó a través de un supuesto epistemológico cada vez más extendido y que partió de la necesidad de asumir que el conocimiento debía coincidir con la realidad que explicaba.<sup>12</sup> Así, apuntamos –a grandes rasgos- que la génesis y la consolidación del pensamiento científico fueron impulsadas por el movimiento filosófico de la modernidad europea sustentado en la razón como fuente de la explicación de los fenómenos físico/naturales y sociales. La modernidad se funda en la oposición entre Dios y razón y en la ruptura con un orden social estructurado a partir de rasgos divinos y metafísicos.

### 2.3 La economía política y el pensamiento científico

La economía política es la más vieja y respetada de todas las ciencias sociales<sup>13</sup>, nació, en el siglo XVIII, de las tentativas realizadas por diversos autores para explicar ciertos hechos sociales con la ayuda de métodos parecidos a los que se utilizaban en las ciencias naturales.

Los antiguos filósofos (pensemos aquí sobretodo en Platón y Aristóteles), mucho antes del nacimiento de la economía política, describieron la vida económica que observaron, y la confrontaron con las ideas que se habían forjado de la naturaleza y los fines de la vida social.

Deberemos pues, considerar una primera fase de la historia del pensamiento económico, que si se quiere, precientífica en el sentido que ignora la disciplina que denominamos economía política, y que está dominada por unas concepciones emergidas del idealismo griego.

Sin embargo, desde la época del Renacimiento, se ha ido afirmando en Occidente una concepción naturalista del hombre, que tiende a hacer admitir que éste no es más que un animal superior.

De esta manera tenemos que el siglo XVII fue marcado por el mecanicismo en el campo del conocimiento, al menos en las ciencias de la naturaleza. Vamos a encontrar aquí una especie de eco de dicha tendencia en el estudio de la sociedad. Claro está, la idea de interdependencia entre las diferentes partes de la sociedad es bastante familiar en aquella época; aparece con frecuencia bajo una forma organicista: se compara a la sociedad con el cuerpo humano.<sup>14</sup>

Éste fue el caso, en particular, del filósofo inglés Thomas Hobbes (1588-1679) el cual, adoptando unas ideas estrictamente materialistas, afirma que la oposición del bien y del mal se reduce a la diferencia entre lo que es agradable para el individuo y lo que no le gusta. En su *Leviatán* (1651), expone que la sociedad no es más que un "animal artificial", es decir (de acuerdo con la concepción cartesiana) una máquina, cuyas ruedas son los individuos. De ello deduce la conclusión de que la libertad de comercio es una "ley natural", admitiendo, sin embargo, que el soberano debe velar para que nadie permanezca ocioso así como limitar los gastos suntuarios de sus súbditos.

Después de él, John Locke (1632-1704) se propone en cambio, en sus *Dos ensayos sobre el gobierno civil* (1690), la existencia de unos derechos naturales del individuo que la sociedad debe respetar: el derecho a la integridad de la persona y el derecho de propiedad.

<sup>12</sup> Enríquez. *La construcción...* op. cit. p. 45.

<sup>13</sup> Bunge, Mario. *Economía y filosofía*. Ed. Tecnos, Madrid, España, segunda edición 1985, p. 23

<sup>14</sup> Cartelier, Jean, Excedente y reproducción. La formación de la economía política clásica, Editorial F.C.E, México 1976, p. 39

Esto último, según el filósofo, se basa en la obligación del trabajo y la necesidad de distribuir la tierra entre los individuos para que la hagan fructificar. Originariamente, dice, el individuo puede por consiguiente apropiarse únicamente la cantidad de tierra que es capaz de cultivar y cuyos frutos puede consumir. Sin embargo, desde que los hombres inventaron la moneda, pueden acumular riquezas en cantidad ilimitada; por lo tanto, han "consentido una posesión no proporcional y desigual de la tierra".<sup>15</sup>

Con Boisguilbert, aparece por primera vez, aparentemente, la idea de la existencia de un orden natural económico. Con mayor precisión, mientras que antes algunos autores habían percibido los límites del intervencionismo, cuyo fundamento no era discutido a nivel de principios, Boisguilbert invierte la perspectiva: la existencia de un orden natural plantea la obligación de no intervenir jamás.<sup>16</sup>

Esta filosofía social es extraordinariamente importante, puesto que habrá de ser la de los grandes economistas de la época clásica: -Quesnay, Malthus, J.B. Say, Smith, Ricardo- que en los siglos XVIII y XIX pusieron los fundamentos de la economía política y es implícitamente admitida aun por los economistas liberales.

La riqueza de las naciones (1776) de Adam Smith fue la culminación de la filosofía del siglo XVIII. En lugar de la ley de gravitación de Newton<sup>17</sup>, Smith puso el "interés propio". Una sociedad que operase de acuerdo con la ley natural, -que valía por doquier en todos los tiempos- sería un sistema de propiedad privada, capitalista, de mercado, donde cada individuo atomístico ejercitase su "derecho natural" a buscar su propio interés. Cada individuo egoísta, adquisitivo, promovería simultáneamente el bien social al buscar sólo su propio bienestar, se forjan homo economicus.

La afirmación de Smith de que la "mano invisible" del sistema capitalista, de mercado, armonizaría todas las acciones individuales egoístas y conduciría a una asignación "óptima" de los recursos productivos, ha seguido constituyendo la base más consistente de una defensa ideológica del capitalismo hasta nuestros días.<sup>18</sup> ¿Qué es, en esencia, esa teoría? Su idea básica trata de demostrar que el capitalismo es el "sistema de la libertad natural". Esta lapidaria fórmula contiene ya la idea de que el régimen capitalista es "natural" y eterno.

A esto se opone el pensamiento de Carlos Marx, quien es considerado como el último de los grandes clásicos aunque con facilidad podría ser considerado también como el último de los grandes fisiócratas, por su teorías de la productividad, del capital y de la reproducción del capital social, y el último de los grandes mercantilistas, pues no debe olvidarse que si alguien reivindicó a Mandeville fue Marx.

De este modo, tenemos que el siglo XIX, fue un periodo marcado por sucesivas conmociones: en política por supuesto, en el terreno económico y social, en muchas disciplinas científicas: la biología, la química, la física, las matemáticas, y también la geología. Posiblemente el genio de Darwin no hubiera tenido oportunidad de manifestarse tan espectacularmente sin la existencia de ese clima favorable, sin lo que Galileo llamaba el espíritu de la época.

<sup>15</sup> Denis. Historia... Op. cit. p. 122.

<sup>16</sup> Cartelier. Excedente... Op. cit. p. 38.

<sup>17</sup> Para muchos filósofos y aun para algunos de los pensadores económicos más importantes del siglo XIX, la física se convirtió en el modelo de toda teoría intelectualmente respetada. Es probable que esto fuera de lamentar, porque la mecánica de Newton en muchos aspectos no tenía igual. Nunca hubo otra teoría como ella en física ni en nada. March, Robert H. Física para poetas. Ed. Siglo XXI, México, decimotercera edición en español, 2004, p. 14.

<sup>18</sup> Hunt, E.K. *Escolasticismo económico e ideología capitalista*. En: E. K. Hunt (compilador). *Crítica de la teoría económica. Selección de E. K. Hunt y J. G. Schwartz*. Ed. Fondo de Cultura Económica (El Trimestre Económico. Lecturas 21), México 1977, p. 180

Más allá de las incomprendiones que pudieron haber existido entre Marx y Darwin, ambos innovadores pertenecen a la misma época, aunque no haya una relación causal entre la publicación de *El Origen de las Especies* y la *Introducción a la Crítica de la Economía Política*.

El pensamiento de Marx se ha vinculado en numerosas ocasiones al pensamiento de Darwin, basta con recordar las palabras de Engels junto a la tumba del primero: “Así como Darwin descubrió la ley del desarrollo de la naturaleza orgánica, Marx descubrió la ley del desarrollo de la historia humana”.

En efecto, Marx descubrió que la forma social de la materia sólo puede existir en movimiento, ese movimiento es la historia. La historia es la sociedad en movimiento, es la materia social. Al introducir orden en el desorden, al distinguir lo importante de lo superfluo, Marx convirtió las disciplinas sociales en ciencias sociales.<sup>19</sup> Ésta es la principal aportación de Marx a las Ciencias Sociales -según Maurice Duverger-.<sup>20</sup>

La economía de Marx no sólo es objetiva, sino además dialéctica<sup>21</sup>; no sólo es política, sino que esclarece el papel de la lucha de clases, como motor de la historia y de la transformación económica, por ende; en su teoría del valor –no le interesa el tiempo de trabajo socialmente necesario que pueda haber costado la producción de una mercancía, sino el que cueste actualmente, para la determinación de su valor-, de la acumulación capitalista, de la reproducción del capital social, del establecimiento de una tasa media de ganancia, de la tendencia decreciente de la tasa de ganancia, de la renta y en especial de su generación en el tiempo y en el espacio –en contra de Ricardo-, del colonialismo y del carácter global, mundial del capitalismo, no dejan duda de que sigue dominado el panorama de la gran dinámica económica ni de que se trate de un economista político.

## 2.4 De la economía política a la economía vulgar

El pensamiento de Carlos Marx ejerció rápidamente una gran influencia, no sólo en el movimiento obrero y entre los partidarios de la revolución social, sino también en un buen número de intelectuales dedicados a la investigación y a la enseñanza de las "ciencias humanas".

---

<sup>19</sup> “Mi investigación desembocaba en el resultado de que (...) la anatomía de la sociedad civil hay que buscarla en la Economía Política (...) El resultado general a que llegué (...) puede resumirse así: en la producción social de su vida, los hombres contraen determinadas relaciones necesarias e independientes de su voluntad, relaciones de producción que corresponden a una determinada fase de desarrollo de sus fuerzas productivas materiales. El conjunto de estas relaciones de producción forman la estructura económica de la sociedad, la base real sobre la que se levanta la superestructura jurídica y política y a la que corresponden determinadas formas de conciencia social. El modo de producción de la vida material condiciona el proceso de la vida social, política y espiritual en general. No es la conciencia del hombre lo que determina su ser, sino, por el contrario, el ser social es lo que determina su conciencia. Al llegar a una determinada fase de desarrollo, las fuerzas productivas materiales de la sociedad entran en contradicción con las relaciones de producción existentes (...) Y se abre así una época de revolución social (...) A grandes rasgos, podemos designar como otras tantas épocas de progreso, en la formación económica de la sociedad, el modo de producción asiático, el antiguo, el feudal y el moderno burgués (...) con esta formación social se cierra (...) la prehistoria de la sociedad humana”. Marx, Carlos. “Prólogo de la Contribución a la Crítica de la Economía Política” en Carlos Marx, Federico Engels, *Obras Escogidas en II Tomos*. Tomo I, Ed. Progreso, Moscú, pp. 342-344.

<sup>20</sup> Cfr. Duverger, Maurice. *Métodos de las ciencias sociales*. Ed. Ariel, Barcelona, 1996.

<sup>21</sup> La dialéctica fue inicialmente desarrollada por los filósofos griegos y era su método de razonamiento básico. Hegel la desarrolló y precisó desde el punto de vista idealista y Marx la invirtió, la perfeccionó e hizo de ella el método de la ciencia. Muy especialmente, mediante este procedimiento convirtió las disciplinas filosóficas y sociales en ciencias, tal y como lo afirma en el Posfacio a la segunda edición de *El Capital* (1873): “Mi método dialéctico no solamente difiere en la base, del método hegeliano, sino que es, inclusive, su opuesto exacto. Para Hegel, el movimiento del pensamiento, que él personifica bajo el nombre de la idea, es el demiurgo de la realidad, que no es más que la forma fenoménica de la realidad. Para mí, al contrario, el movimiento del pensamiento no es más que la reflexión del movimiento real, transportado y transpuesto al cerebro del hombre”. Marx, Carlos. *El Capital. Crítica de la economía política*. Ed. F.C.E. México, decimocuarta reimpresión, 1979, p. XXIII.

De este modo, hacia finales del siglo XIX, el centro de gravedad de los conflictos sociales había pasado del antagonismo entre capitalistas y terratenientes a la oposición entre trabajadores y capitalistas. El miedo e incluso el horror suscitado por la obra de Marx se exacerbó en toda Europa a raíz de la Comuna de París (1871). Las doctrinas que sugerían la existencia de conflictos fueron desde entonces indeseables. Las teorías que alejaban la atención del antagonismo entre las clases sociales recibieron una acogida predispuesta.<sup>22</sup>

De esta manera, la línea divisoria fundamental de la historia del pensamiento económico en el siglo XIX suele situarse en los años setenta con la llegada de las nuevas teorías de la utilidad de Jevons y la Escuela Austriaca. Pero si fijamos nuestra atención menos en el campo de la forma y más en el desplazamiento hacia nociones subjetivas y en el estudio de las relaciones de intercambio en abstracción de sus raíces sociales, veremos los cambios esenciales se produjeron antes, o por lo menos el inicio de tendencias que más tarde asumieron una forma más definida.

El propio Marx mencionó a 1830 como el año que cerraba el decenio final de la “economía clásica” y abría la puerta a la “economía vulgar”<sup>23</sup>. Se produjo entonces un hecho capital en la historia de la economía política, la llamada “revolución marginal”<sup>24</sup>.

En efecto, para 1871 (cuatro años después de la aparición del libro I de *El Capital*), un economista británico William Stanley Jevons publicó su *Teoría de la Economía Política*, que intentaba renovar por entero la ciencia económica por medio del uso de las matemáticas y basándose en el "principio marginalista". En el mismo año, el austríaco Carl Menger analizaba los fenómenos económicos basándose en el mismo principio, en una obra titulada *Fundamentos de Economía Política*. Finalmente en 1874, esta vez un francés, León Walras, sigue el mismo camino. Estos tres autores son los fundadores de la que hoy se llama escuela neoclásica. Este calificativo está justificado en el sentido de que esta escuela se esfuerza en demostrar de nuevo las conclusiones de la escuela clásica respecto a las ventajas del liberalismo económico, aunque para ello se basa en razonamientos sensiblemente distintos.

Estos fueron influidos intelectualmente por los desarrollos teóricos relativos al estudio del concepto de energía desde la nascente disciplina de la termodinámica, pues ello fue un referente importante de la época para que las reflexiones teóricas adquiriesen el calificativo y el rango de “científico”,

---

<sup>22</sup> Robinson, Joan y J. Eatwell. *L'Economie moderne*. Ed. Ediscience, 1974, p. 46. Citado por: Salama, Pierre. *Sobre el valor. Elementos para una crítica*. Ed. Era (Serie Popular, núm.57), primera edición en español 1978.

<sup>23</sup> Afirma Marx que: “por economía política clásica entiendo toda la economía que, desde W. Petty, investiga la concatenación interna del régimen burgués de producción, a diferencia de la economía vulgar, que no sabe más que hurgar en las concatenaciones aparentes, cuidándose tan sólo de explicar y hacer gratos los fenómenos más abultados, si se nos permite la frase, y mascando hasta convertirlos en papilla para el uso doméstico de la burguesía los materiales suministrados por la economía científica desde mucho tiempo atrás, y que por lo demás se contenta con sistematizar, pedantizar y proclamar como verdades eternas las ideas banales y engréidas que los agentes del régimen burgués de producción se forman acerca de su mundo, como el mejor de los mundos posibles”. Marx. *El Capital*... op. cit. p. 45. Las cursivas son nuestras.

<sup>24</sup> Dice Ronald Meek: “(...) el término revolución es algo inadecuado. El cambio de la atmósfera general fue real, pero las ideas principales de los revolucionarios no fueron en modo alguno tan novedosas como en ocasiones gustaban de asegurar. Muchas de estas ideas ya se habían enunciado –a menudo en forma sorprendentemente avanzada- antes de 1870, en particular en el curso de los debates sobre la teoría ricardiana que se realizaron en los decenios de 1820 y 1830”. Meek, Ronald. *La revolución marginal y sus consecuencias*. En: Hunt. *Crítica*... op. cit. p. 83

De esta manera, la modelización matemática de la economía tiende a intensificarse en estos años bajo la inspiración de los modelos propios de la física orientada al estudio de la energía. A partir de ello se acuñan nociones como racionalidad económica, equilibrio económico general y utilidad marginal.

Para distanciarse mejor de las tesis de Marx, estos economistas de que hablamos han repudiado las enseñanzas de los grandes economistas ingleses clásicos, con lo que se rompe definitivamente con la economía política clásica y se transita a la economía, caracterizándose esta ruptura por dejar atrás a las teorías del valor y a los ejes teóricos centrales de los economistas clásicos.

Así, Jevons –retomando el enfoque hedonista e individualista de Condillac y Bentham– definió a la economía como un cálculo del placer y del dolor con el propósito de legitimar la libre competencia y el *laissez faire* pregonando que Inglaterra se erigía en el reino de la libertad tanto económica como política.

Dicha ruptura –al dejar de lado el análisis de la incidencia de la esfera política y de las instituciones en la vida económica y en los mercados– representó una involución epistemológica de gran magnitud y prácticamente irreversible en el pensamiento económico, que sólo fue superada relativamente por la teoría económica keynesiana y por las teorías del institucionalismo económico.

Más aún, esta ruptura se complementó con el predominio del individualismo metodológico en la Escuela Marginalista en tanto el individuo aislado y racional que tiende a la maximización (el *homo economicus*) es la base de sus investigaciones sobre la vida económica.

En este punto surge una nueva entidad histórica, el hombre-bien, el Robinson Crusoe<sup>25</sup> anglosajón de los libros de texto que busca sacar el máximo provecho de las cosas, supuesto que se extiende hasta la actualidad en tanto matriz ontológico/epistemológica de la economía neoclásica: desde los estudios de Joseph

A. Schumpeter (1883- 1950) y de Friedrich von Hayek (1899-1992) hasta las perspectivas teóricas de la “nueva macroeconomía clásica” y la teoría de las expectativas racionales, se asume que la realidad social y los fenómenos económicos en particular sólo son explicados de manera precisa y adecuada a partir de las creencias, intereses, actitudes y decisiones del individuo.<sup>26</sup>

Así los economistas ortodoxos de los últimos 150 años, como los escolásticos medievales, han aceptado los axiomas básicos del sistema marginalista casi sin reservas.

Trabajaron sin descanso para crear un brillante edificio deductivo sobre estos axiomas, en donde sus conclusiones son las mismas de Smith: en el sistema económico capitalista hay fuerzas inherentes que alimentadas adecuadamente tenderán a crear una sociedad ideal.

El “núcleo común”, o marco ideológico y cosmológico de la economía, ha sido refutado sólo con poca frecuencia. Por el contrario, con celo escolástico los economistas han producido sin descanso trivialidades esotéricas para embellecer los atavíos de su edificio magnificante.

---

<sup>25</sup> Afirma Mario Bunge: “La frecuente referencia a Robinson Crusoe en la literatura económica sólo muestra cuán alejada de la realidad está gran parte de la misma”. Bunge. *Economía...* op. cit. p. 31

<sup>26</sup> Enríquez. *La construcción...* op. cit. pp. 62-63.

En síntesis, y para ir concluyendo, la teoría económica convencional en el actual momento de la historia del pensamiento económico ha entrado en crisis, dicha crisis se debe tanto a razones de carácter objetivo, como a razones de carácter formal.

Las razones de carácter objetivo están relacionadas con la historia de la realidad económica y social del capitalismo. Las razones de carácter formal se refieren a la verificación de la coherencia interna del discurso neoclásico

Por lo que toca a las razones de carácter objetivo de la crisis, se puede decir que la teoría neoclásica es la representación de un mundo armónico que tiende al equilibrio (no importa si “estático” o “dinámico”) y, ya sea en las configuraciones de equilibrio o en los procesos en los que accidentalmente se aparten de él, es describable mediante modelos no muy diferentes a los empleados en las ciencias naturales para describir la realidad física.

Ahora bien, la historia del capitalismo ha desmentido el discurso neoclásico mostrando que la realidad capitalista no es una realidad armónica, sino por el contrario marcha con crisis recurrentes, desequilibrios y antagonismos: las crisis de sobreproducción, los desequilibrios en el grado de desarrollo de las fuerzas productivas en las diversas partes de la economía, los desequilibrios en los niveles de consumo, la destrucción de recursos y del medio ambiente, y, sobre todo, el grado de pauperización de la clase obrera, son pruebas patentes de la inexistencia de una pretendida realidad armónica.

## **2.5 Reflexiones finales**

Simplificando, podemos decir que lo que distingue al conocimiento científico son todas o algunas de las siguientes notas: coherencia interna; correspondencia con algunos conocimientos ya “establecidos”; sustentación en evidencias comprobables intersubjetivamente; rigurosidad y precisión conceptual; reducción o erradicación de las formulaciones ambiguas; capacidad explicativa y/o predictiva.

Asimismo, el criterio que deslinda entre ciencias naturales y sociales tiene que ver con los objetos respectivos de las mismas (el mundo físico-natural, en un caso, histórico-social, en el otro), pero deteniéndose especialmente en las metodologías parcialmente diversas que impone la diversidad de objetos.

Así es como podemos determinar que la teoría económica convencional no ha evolucionado junto con la realidad económica, ya que no resuelve los problemas más urgentes del día ni predicen sino a cortísimo plazo, es decir es una interpretación pseudo científica.

Por consiguiente todos los que pensamos reivindicar la científicidad de la economía y que el actual orden social no se conduce con las exigencias del ser humano, con lo que exige su transformación hacia uno más pleno, libre y multicultural, debemos plantearnos la necesidad de volver a Marx y considerar los adelantos de la ciencia moderna en los últimos años, es decir, el estudio de los “sistemas complejos” y de la llamada “teoría del caos”, estos últimos confirman que cualquier fenómeno se manifiesta como un sistema dinámico en constante cambio, o como lo hubiera dicho Engels, del carácter dialéctico de la naturaleza, un recordatorio de que la realidad se compone de toda una serie de sistemas dinámicos, o incluso un sistema global, y no de modelos (por útiles que sean) abstraídos de esta realidad.

## 2.6 Referencias

Bunge, Mario. Economía y filosofía. Ed. Tecnos, segunda edición, España, 1985.

Cartelier, Jean, Excedente y reproducción. La formación de la economía política clásica, Editorial F.C.E, México 1976.

Denis, Henri. Historia del pensamiento económico. Ed. Ariel, Barcelona, 1970.

Enríquez Pérez, Isaac. La construcción del pensamiento científico en las ciencias físico/naturales y en la economía. Notas para desentrañar la naturaleza epistemológica de las ciencias económicas. Revista Economía, Gestión y Desarrollo, Cali, Colombia, N° 6, Diciembre-2008.

Gortari, Elí de, Introducción a la lógica dialéctica, Ed. F.C.E., cuarta edición, México 1972.

Hunt, E.K. Escolasticismo económico e ideología capitalista. En: E. K. Hunt (compilador). “Crítica de la teoría económica. Selección de E. K. Hunt y J. G. Schwartz”. Ed. Fondo de Cultura Económica (El Trimestre Económico. Lecturas 21), México 1977.

March, Robert H. Física para poetas. Ed. Siglo XXI, México, decimotercera edición en español, 2004.

Marx, Carlos. “Prólogo de la Contribución a la Crítica de la Economía Política”. En Carlos Marx, Federico Engels, Obras Escogidas en II Tomos. Tomo I, Ed. Progreso, Moscú.

El Capital. Crítica de la economía política. Ed. F.C.E. decimocuarta reimpresión, México, 1979.

Larroyo, Francisco. La Lógica de las ciencias. Tratamiento sistemático de la lógica matemática. Ed. Porrúa, 19ª edición, México, 1976.

Rosental, M.M. y G.M. Stracks. Categorías del materialismo dialéctico. Editorial Grijalbo, México, 1965.

Salama, Pierre. Sobre el valor. Elementos para una crítica. Ed. Era (Serie Popular, núm.57), primera edición en español, México, 1978.

## **Estudio y análisis general al impuesto empresarial a tasa única**

Juan Silva

J. Silva

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, Carretera Valle-Huanímaro km. 1.2. Valle de Santiago  
Guanajuato  
jsilva@utsoe.edu.mx

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.



## Abstract

The organization and processing of the State indicates the realization of expenses and direction of economical resources in an adequate amount to cover them, this way we understand as State the juridical organized population, with a government and established in a determined territory, but undoubtedly an initial problem arises at this moment, which is justification for the State to be constituted as proprietary of a set of richness, with an origin fundamentally constituted by the assessments of the members of the State itself, this problem is tightly integrated with their objectives and attributions, since it needs the richness to be capable for achieving goals and attributions assigned by the members of this society denominated State, this is how the rate obligations arise, defined by the author Margain Manatou as “the juridic link for the State, denominated active subject, demands to a debtor denominated passive subject, the fulfillment of a monetary credit, exceptionally in kind”. This has to be understood as a mandatory juridical action with the required amount for the passive subject to the active subject, whose payment finalizes to such obligation.

Every tributary law, establishing a tax, improvement contribution, rights or social security benefits, must indicate the elements for its determination, this is based on our fundamental law, establishing in Article 31 fraction IV, the obligation of all Mexicans to contribute to public expenses in proportional and equitable manner indicated in the laws, this is called legality of contributions principle, the Supreme Court of Justice of the Nation in jurisprudential criteria had stated that the legality principle consists in a way that the authorities can only act under the law, the specific principle for tributary matter can be enunciated with aphorism, adopted by analogy of criminal law, “nulum tributum sine lege”, for that, it can be concluded that tax law must establish which are the essential elements of tribute, for instance, object, subject, exentions, base, rate, payment, infractions and sanctions, the following item of this chapter will concrete the study of such elements.

## 3 Introducción

El impuesto es un tributo caracterizado por hacer surgir obligaciones generalmente pecuniarias a favor del acreedor tributario regido por derecho público. No requiere contraprestación directa por parte de la administración, y surge exclusivamente como consecuencia de la capacidad económica del contribuyente. De esta manera, se puede definir la figura tributaria como una exacción pecuniaria forzosa para los que están en el hecho imponible (VIZCAINO, 2007).

El campo de las ciencias económicas que estudia los impuestos es las finanzas públicas, mientras que en derecho, la rama encargada de tal análisis es el derecho tributario o derecho fiscal que son sinónimos.

Todo impuesto define un tipo impositivo, o valor generalmente porcentual que aplicado sobre una base imponible resulta en una liquidación, o importe específico que el contribuyente que se ajuste al supuesto del impuesto está obligado a satisfacer al órgano.

Los estados recaudan impuestos para mantener las operaciones del mismo Estado. Influir en el rendimiento macroeconómico de la economía (la estrategia gubernamental para hacer esto es conocida como su política fiscal).

Para llevar a cabo funciones del estado, tales como la defensa nacional, y proveer servicios del gobierno así como el pavimento de calles y el mantenimiento en el caso de la tenencia.

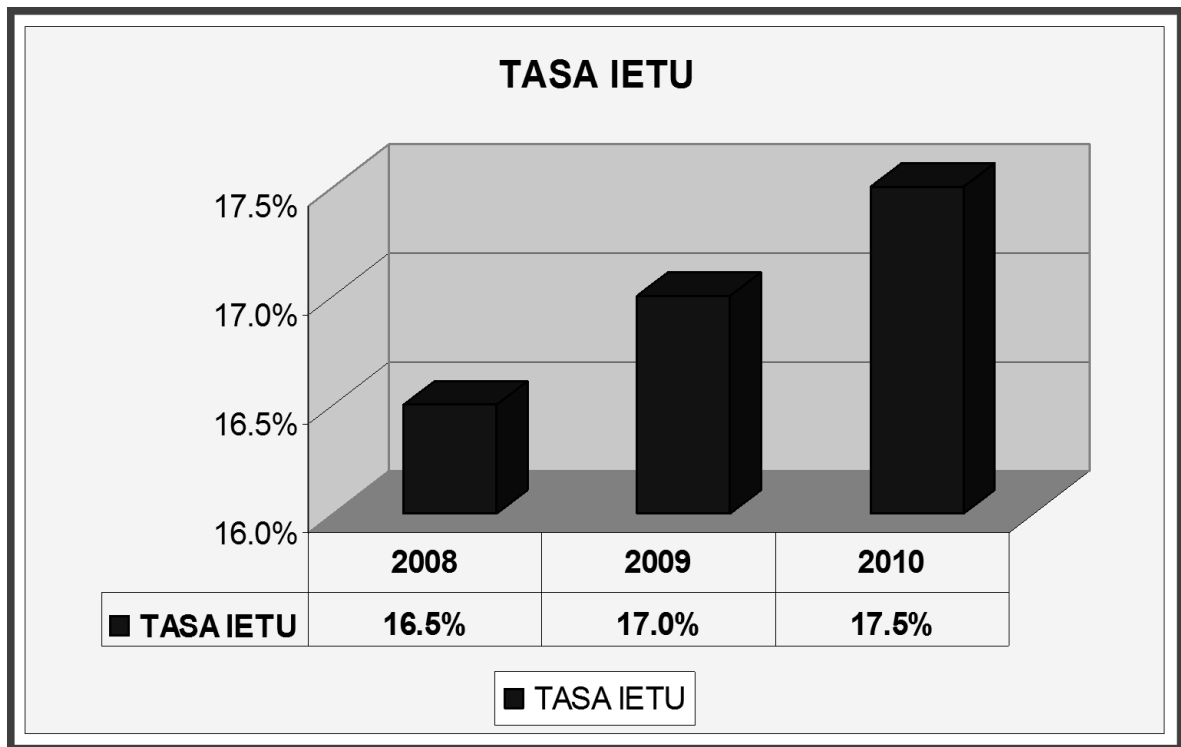
Para redistribuir los recursos entre los individuos de diversas clases dentro de la población. Históricamente, la nobleza era mantenida por impuestos sobre los pobres. En sistemas de seguridad social modernos se intenta utilizar en sentido inverso, manteniéndolo a las clases bajas con el exceso de las clases altas.

El presente trabajo realiza un análisis del Impuesto Empresarial a Tasa Única o IETU que entro en vigor el 1° de Enero de 2008 y desde entonces ha generado polémica sobre todo por la forma como se integra la base sobre la cual se aplica la tasa que es general para todos los sujetos del mismo. De igual forma no se reconocen como deducciones, los pagos por salarios y aportaciones de seguridad social que inevitablemente son un gasto importante en los contribuyentes, otra característica del IETU es el hecho de que sobre el impuesto a cargo en el ejercicio, se puede acreditar el Impuesto sobre la renta pagado. Surge entonces la necesidad de realizar análisis que nos permitan evaluar el impacto financiero de esta contribución en las organizaciones, sobre todo porque dependiendo del importe del impuesto sobre la renta con que cada una de ellas contribuya, será la carga de IETU que tendrán que absorber.

La investigación tiene un diseño cualitativo de tipo explicativo; ya que, el estudio tiene por propósito: la descripción de conceptos o fenómenos y establecer relaciones entre ellos; es decir, está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos.

Dentro de los elementos esenciales del análisis está en la aplicación de las deducciones que se puede presentar dentro de un ejercicio fiscal para personal físicas y para personas morales, la determinación de la base y el impuesto que corresponde en cada caso.

En primer lugar se analizan los antecedentes y en el capítulo uno el marco teórico que fundamenta el gravamen; así el capítulo dos, contiene conceptos elementales del impuesto sujeto a estudio, con miras a estructurar en el capítulo tres un caso práctico para personas físicas y otro para personas morales; y finalmente, son el fundamento de las conclusiones vertidas al final de la investigación.

**Grafico 3** Tasa del impuesto (Art. 1 y 4° Transitorio)**Tabla 3** Factores de la Producción gravados en la fuente, es decir en la empresa, según Exposición de Motivos.

Factores de la producción	Trabajo	Capital
Retribución a los factores de la producción que grava el IETU	Salarios	Intereses
	Previsión social	Dividendos o retiros
	Aport. Seg. Social	
Excepciones a los gravámenes	Percepciones gravadas para ISR ( 1 )	
	Aport. Seg. Social ( 1 )	
	Intereses que formen parte del precio	

( 1 ) Se exceptúan a través de un crédito fiscal el cual puede perderse si no hay una adecuada administración de la base fiscal

### **3.1 Propuesta**

La simetría fiscal, es aquella que nos dice que debe de considerarse un ingreso para aplicar la deducción.

Ventajas aplicables al Impuesto

- La tasa es baja
- Es complementario al ISR
- No tiene tratamientos diferenciados lo que lo hace más equitativo
- Manejado individualmente es más sencillo que el ISR
- Promueve la inversión
- Grava a flujo de efectivo

#### **Una tasa única**

- Bajo un impuesto plano, la renta se grava con una tasa baja, lo que promoverá un crecimiento más rápido reduciendo al mínimo la carga del impuesto contra el trabajo, los riesgos tomados y el espíritu emprendedor.

#### **Ningún gravamen contra el ahorro y la inversión**

- Un impuesto plano elimina cargas contra la formación de capital, asegurándose de que no se grava ninguna renta más de una vez.

#### **Simplificación**

- El impuesto plano elimina tratos preferenciales del impuesto o cargas fiscales a ciertos comportamientos y actividades, bajando los costos del papeleo y de cumplimiento.
- Deducción total de las inversiones cada ejercicio fiscal.
- Ningún impuesto mínimo alternativo
- Ningún impuesto sobre las herencias ni a los donativos.

#### **Ningún gravamen doble sobre los dividendos**

- Elimina regímenes preferenciales y desalienta la planeación fiscal en ISR
- Se amplía la base al limitar las deducciones autorizadas, disminuyendo la tasa
- Simplifica el cálculo ya que:
  - La base se determina a flujo de efectivo, no hay cálculo de ajuste anual por inflación

- Se deducen compras por lo que no se determina costo de lo vendido
- Se deducen las inversiones, por lo que no se calculan depreciaciones y amortizaciones ni históricas ni re expresadas.

### 3.2 Discusión y conclusiones

Después de analizar un impuesto tan controvertido como es el Impuesto Empresarial a tasa Única, las características, ventajas y desventajas de su aplicación para los contribuyentes del mismo, que pueden ser personas físicas y personas morales.

Por el nombre parecería que el IETU sólo grava a empresas y empresarios, pero no es así, también grava a Prestadores de Servicios y Arrendadores de muebles e inmuebles

El IETU tiene un carácter extra fiscal, es decir no está destinado a cubrir el Gasto Público está diseñado simplemente para recaudar MÁS y además en la Ley de Ingresos para 2008 el Presidente no previó recaudación alguna para este Impuesto, situación irregular que el Congreso trata de remediar.

Dentro de las características del IETU tenemos las siguientes:

- Es un impuesto que controla el ISR pagado por los contribuyentes, pues aquellos contribuyentes que no paguen un ISR equivalente al IETU causado en el ejercicio, tendrán una diferencia a cargo que cubrir por concepto de IETU.
- Se paga IETU cuando exceda el ISR propio o en caso de contribuyentes que no tengan ISR a pagar.
- En general, la base para el pago de IETU es mayor que la del ISR por el hecho de que limita deducciones importantes como es el caso de la Nomina y las aportaciones de seguridad social, pues aunque permite determinar un crédito por éste concepto, lo limita a los pagos de salarios gravados.
- El IETU no permite aplicar beneficios fiscales como deducciones sin comprobación a contribuyentes con bajos ingresos como son los arrendadores de inmuebles, a los que la Ley de ISR si les permite este beneficio, impactando financieramente a este sector.
- El IETU tiene una tasa general que aplica a todos los contribuyentes independientemente de su nivel de ingresos, a diferencia del ISR que en caso particular de las personas físicas, tiene la aplicación del impuesto con una tarifa cuya tasa de impuesto aumenta según los ingresos de las personas.
- El IETU establece una serie de acreditamientos adicionales en un decreto, que de manera general, resultan más laboriosos que efectivos en cuanto a la reducción que puedan ofrecer al impuesto.
- Dentro de las *Ventajas* que tiene el impuesto se mencionan las siguientes:
- Busca eliminar regímenes o tratamientos fiscales preferenciales que perjudiquen la recaudación del impuesto, al limitar las facilidades de comprobación en ciertos sectores de la producción.

- Fortalece al Impuesto Sobre la Renta, pues este impuesto se acredita del IETU a cargo, buscando elevar los niveles de recaudación de impuesto en beneficio de la economía.
- Las empresas que utilizan estímulos constantes para generar pérdidas fiscales, tendrán que pagar como mínimo el IETU en razón de que no contribuyen con el Impuesto Sobre la Renta.
- Permite deducir totalmente las inversiones pagadas por los contribuyentes.
- No afecta a los contribuyentes que tengan una carga fiscal alta por concepto de impuesto sobre la renta.
- El procedimiento de cálculo es relativamente sencillo comparativamente con el de otros impuestos como el ISR en régimen intermedio o las personas morales al determinar rentas gravables para PTU, Utilidades Fiscales Netas, Dividendos fictos, etc. Y no requiere ajustes inflacionarios.
- Se basa en flujo de efectivo al igual que el IVA, lo que hace que las empresas tengan un mayor control de sus erogaciones.

Dentro de las *desventajas* que tiene el IETU se mencionan desde el punto de vista del autor las siguientes:

- Limita la deducción del pago de nómina y solo permite acreditamiento contra el IETU a cargo, que se calcula sobre los pagos de salarios gravados, perjudicando a las empresas que favorecen a sus trabajadores con prestaciones exentas.
- Descuida a las personas físicas que se dedican al arrendamiento de bienes, y que en su mayoría son contribuyentes con bajo nivel de ingresos, al no reconocer el importe de la deducción sin comprobación que si tienen en la ley de Impuesto Sobre la Renta.
- Las empresas que no tienen recursos para realizar inversiones, tienen alta base de impuesto, lo que genera un círculo de deudas pues incrementan su carga financiera con el IETU a cargo.
- En el caso de personas morales que trabajan con franquicias como es el sector farmacéutico y de alimentos, ellos manejan un porcentaje bajo de utilidad bruta porque así lo establece el contrato pero como el ISR provisional se basa en coeficiente de utilidad, este no alcanza a ser suficiente para cubrir el IETU y a partir de 2008 esto genera un importe extra a pagar en sus finanzas.
- Incrementa la carga administrativa de los contribuyentes al tener que calcular dos bases de impuestos diferentes agregado ya a la carga administrativa de los demás impuestos locales y aportaciones de seguridad social.
- En general aquellos contribuyentes que tienen un margen bajo de utilidad y pagan ISR menor al IETU a cargo, financieramente se ven afectados.
- Las personas morales no lucrativas que no son contribuyentes del Impuesto Sobre la renta, si no cuentan con autorización para recibir donativos, se vuelven contribuyentes del IETU a pesar que su objeto social no es la obtención de utilidades.
- El impuesto no puede sustituir al Impuesto sobre la renta mientras no se reconozca como acreditable en otros países, pues actualmente el único impuesto acreditable es el Impuesto Sobre la Renta.

### **3.3 ¿A Quiénes Afecta el IETU?**

- Escuelas particulares (no donatarias)
- Clubes deportivos
- Agricultores, ganaderos, pescadores y silvicultores
- Transportistas
- Arrendadores personas físicas
- Sociedades cooperativas, en nombre colectivo o en comandita simple
- Inmobiliarias que pagan intereses
- Empresas ganadoras que crecen
- Empresas con posición financiera larga (más activo financiero que pasivo)
- Empresas que acumulan inventario del 31-dic-04
- Empresas con pérdidas fiscales
- Empresas con crédito al salario u otros estímulos fiscales
- Empresas con altos inventarios
- Empresas muy apalancadas
- Empresas que tienen planes de previsión social agresivos
- Empresas con esquemas de planeación fiscal para ISR

### **3.4 ¿A Quiénes Beneficia?**

- Empresas ganadoras que crecen
- Empresas con posición financiera larga (más activo financiero que pasivo)
- Empresas que acumulan inventario del 31-dic-04
- La tasa es baja
- Es complementario al ISR
- No tiene tratamientos diferenciados lo que lo hace más equitativo
- Manejado individualmente es más sencillo que el ISR
- Promueve la inversión
- Grava a flujo de efectivo

### **3.5 Desventajas del Impuesto**

- La base gravable no es un indicador de capacidad económica
- No aplica criterios de progresividad
- El régimen de transición perjudica a algunos sectores de empresas
- Castiga el tener deducciones mayores a ingresos en algún ejercicio
- Su pago no genera retiros de dividendos libres de impuesto

### **3.6 Agradecimientos**

El trabajo fue apoyado por el ECORFAN PRODEP-CONACyT.



### 3.7 Referencias

“Federalismo Fiscal”, en Diego Valadés y Rodrigo Gutiérrez Rivas, Economía y Constitución, UNAM, México, 2001.

Código Fiscal de la Federación.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Flores Zavala, Ernesto. “Elementos de Finanzas Publicas Mexicanas”, Ed. México D.F. 1964.

IRIARTE Carrasco, Hugo, DERECHO FISCAL CONSTITUCIONAL, Cuarta edición, Editorial OXFORD. 2002, México.

Jorge Carpizo, Estudios Constitucionales, UNAM, México, 1999, p.p. 88-93

Ley del Impuesto Empresarial a Tasa Única.

Ley del Impuesto Sobre la Renta

LOBATO Rodríguez, Raúl, DERECHO FISCAL, segunda edición, Editorial OXFORD 2006, México.

PEREZ Chávez, Fol Olguín, IMPUESTO EMPRESARIAL A TASA UNICA, Tax Editores Unidos. México.

Rosas Aniceto, Roberto Santillán. “Teoría General de las Finanzas Públicas y el Caso de México. Escuela Nacional de Economía, México D.F. 1962.

VIZCAINO Arrijoja, Adolfo, DERECHO FISCAL, Vigésima edición, editorial Themis. (2007) México.

[www.sat.gob.mx](http://www.sat.gob.mx)

[www.shcp.gob.mx](http://www.shcp.gob.mx)

## **La competitividad educativa local. Aplicación del índice de ventajas comparativas reveladas en ciudades del estado de Guanajuato**

David Contreras , Patricia del Carmen Mendoza; María Uribe, Lidia Lemus y Teresa Ramírez

D. Contreras, P. Mendoza, M. Uribe, L. Ramírez y T. Ramírez.

Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

The article presents a new model to competitiveness educational evaluation in local level, with the purpose to identified new opportunities of academic programs and improves their impact. The research was divided in three stages, 1) Review from evaluation models about competitiveness; 2) Methodological description of Comparative Advantage Revealed Index CARI model and 3) CARI model application in southwestern of Guanajuato States cities. The research reflects a competitiveness similitude but a discrepancy in level students from the cities.

## 4 Introducción

El termino competitividad ha tenido muy diversas definiciones, entre las de más renombre se encuentra la del Instituto para la Gestión del Desarrollo por sus siglas en ingles *IMD*, el cual define la competitividad como "El incremento de la prosperidad de su población como un todo", o la aportación del Foro Económico Mundial por sus siglas en ingles WEF (2006) como "Una serie de factores, políticas e instituciones que determinan el nivel de productividad de un país".

Por otro lado, Porter (1990), define a la competitividad como "La capacidad de desempeñarse con ventaja en los mercados mundiales, con una estrategia mundial". Un gran número de autores, a lo largo del tiempo, como Zysman y Tyson, (1983); Cohen y Zysman (1987); Jones y Teece (1988); Tyson (1992); Foro Económico Mundial (1996); Coriat (1997); consideran a la competitividad como "La capacidad de producir, distribuir y proveer el servicio de los bienes en la economía internacional en competencia con los bienes y servicios producidos en otros países y hacerlo de una forma que aumente el nivel de vida".

En México, el Instituto Mexicano para la Competitividad IMCO (2012) la define como "La capacidad de una entidad para atraer y retener talento e inversión". En el mismo sentido, diversos organismos y autores han desarrollado varios modelos como el *IMD*, el cual considera 12 pilares bajo el modelo de índice de competitividad global o el modelo de Porter, denominado de diamante, considerando 4 ejes principales.

Como se puede apreciar, la competitividad es un concepto que ha cobrado importancia en el ámbito mundial, y con el paso del tiempo, han existido diversas investigaciones, regionales o nacionales, relacionando a la competitividad con diversos paradigmas.

Una de éstas es la realizada por Petty (citado en López et al. 2011) en el cual se preocupó por medir la riqueza de un país en función al grado de conocimiento; ya en épocas más actuales, el estudio de Hanushek y WöBmann (2010) acerca del comportamiento de 50 países, durante el periodo 1960-2000, y en el que se sostiene que la calidad institucional y educativa son importantes para la competitividad de los países.

Para el caso de México, en cuestión a la competitividad, se encuentra ubicado en la posición 37 de un total de 59 economías (WCY, 2012), estadística que lo convierte un país por debajo de más de la mitad de los países y en donde sus vecinos del norte, Estados Unidos de América y Canadá, se ubican dentro de los diez primeros lugares y para el caso del estado de Guanajuato, de acuerdo al Diagnóstico de la Competitividad a Nivel Regional es considerado uno de los estados con baja competitividad. (Secretaría de Trabajo y Previsión Social, 2005).

Otra de los paradigmas de evaluación es el referido a las llamadas ciudades competitivas, ya que consideran ventajas específicas, clasificadas en estáticas y dinámicas, éstas últimas según Cabrero E. (2003) “Ofertan un entorno con: Recursos humanos calificados (universidades, centro de investigación, cultura), costo de la fuerza de trabajo, capacidad de innovación tecnológica y empresarial, cooperación inter-empresarial, gobiernos locales promotores del desarrollo económico, entorno institucional propicio (calidad de las regulaciones), pertenencia a redes de cooperación entre ciudades y gobiernos”.

Por lo anterior, se observa que uno de los aspectos claves que coadyuvan a una ciudad competitiva, es contar con recurso humano calificado y con conocimientos de acuerdo a las necesidades del sector laboral, en donde la mayor parte de ellos son profesionistas.

Durante el siglo XX, las organizaciones basaron su ventaja competitiva en los recursos de propiedad, hoy, las organizaciones del siglo XXI, están basando su ventaja competitiva en el talento humano y el conocimiento (IMCO, 2009).

De acuerdo a Guevara (2012) “El conocimiento se ha convertido en un trampolín para el crecimiento y el desarrollo económico, de ahí la necesidad de promover una cultura que fomente la creación y difusión del conocimiento.

La generación de nuevo conocimiento en México, se desarrolla mayoritariamente en las instituciones públicas de educación superior y en los centros de investigación.”La aplicación del conocimiento al trabajo contribuye al incremento de la competitividad. Por ello, es importante contar con una sociedad educada y preparada para desarrollar trabajos complejos y dar prioridad a la inversión en capital humano (GUEVARA, I. 2012).

Por lo anterior, el desarrollo de la competitividad no se puede limitar a la actuación de las empresas, por el contrario, se deben implementar políticas públicas en donde se considere la educación y la capacitación como elementos centrales para elevar los niveles de competitividad.

Por ello, se necesita fortalecer las instituciones de educación superior e investigación pública en México y vincularlas con el sector productivo, para aumentar la competitividad. (Guevara, 2012) Derivado de esto, surge la necesidad de analizar el comportamiento de las instituciones de nivel medio superior, bajo un método simple y menos demandante en tiempo y recursos financieros (Kozená & Chládek, 2012).

Por ello, para efectos de la presente investigación, se ha considerado el modelo denominado Índice de Ventajas Comparativas Reveladas para evaluar el nivel de competitividad de las ciudades. El modelo IVCR fue desarrollado por la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial en el año 1985, y es utilizado para medir la competitividad de los productos manufactureros.

La razón más importante de aplicación del modelo en este sector es la heterogeneidad de los precios relativos de los productos en cualquier punto de la cadena de suministro, los cuales son difíciles de obtener y en donde, de acuerdo a la ONUDI, con un índice positivo revela un nivel de ventaja comparativa, mientras que si es negativo indica un nivel de desventaja comparativa. El índice sustituye los precios relativos de los bienes por los datos de balanza comercial y que hoy en día se conoce como Índice de Ventajas Comparativas Reveladas.

Ecuación IVCR.

$$V_j = \frac{(x-m)_j}{\left[\frac{X+M}{2}\right]^i \left[\frac{x+m}{2}\right]_w} \quad (4)$$

- x* Exportaciones.  
*m* Importaciones  
*X* Exportaciones totales del sector manufacturero.  
*M* Importaciones totales del sector manufacturero.  
*i* Representa una rama industrial.  
*j* Indica el país.  
*w* Denota el dato mundial.

#### 4.1 Metodología

La presente investigación fue planeada de manera cuantitativa descriptiva, considerando la inclusión del modelo de IVCR aplicado a las ciudades que otorgan una educación en el nivel medio superior en la región suroeste del estado de Guanajuato.

##### Objetivo general de investigación.

Identificar el nivel de competitividad de las ciudades en relación al nivel de Educación Media Superior del Estado de Guanajuato aplicando el IVCR. Pregunta general de investigación. ¿Cuál es el nivel de competitividad de las ciudades que otorgan una Educación Media Superior del Estado de Guanajuato bajo la aplicación del IVCR?. Hipótesis. H1: Las ciudades que otorgan una Educación Media Superior del Estado de Guanajuato registran una competitividad mayor del 50%.

Identificación de variables.

- Variables independientes: Ingresos y egresos.
- Variable dependiente: Competitividad.

##### Diseño de investigación

La investigación se ha diseñado bajo un enfoque no experimental descriptivo transversal, ya que se pretende proporcionar una representación del nivel de competitividad de varias ciudades, bajo la aplicación de un modelo matemático considerando la recolección bajo un estudio de mercado y un análisis documental.

##### Muestra

La muestra fue no probabilística ya que se tomaron al azar once ciudades representativas de la región suroeste del Estado de Guanajuato recabando información de los ingresos y egresos de alumnos de nivel medio superior obtenidos de la base de datos de Secretaria de Educación de Guanajuato (2014).

## Confiabilidad

Para la aplicación del instrumento, se aplicó un alfa de Cronbach para medir su nivel de confiabilidad. Este instrumento contiene quince preguntas obteniendo un resultado de 0.786 la cual es aceptable si el valor se encuentra por arriba de 0.7 (Nunnally, 1978), (Ver tabla 1).

**Tabla 4** Estadísticos de fiabilidad generado con programa SPSS v.21. Operatividad.

Alfa de Cronbach	N de elementos
.786	15

La operatividad de las variables fue aplicada considerando el concepto de la variable dependiente (competitividad) medido a través de la independiente (ingresos y egresos de los alumnos) en las ciudades consideradas para el estudio (Ver tabla 2)

**Tabla 4. 1** Operatividad de las variables.

Concepto	Paradigma	Indicador	Operatividad
Competitividad	Modelo de Índice de Ventajas Comparativas Reveladas	Balanza de alumnos	Ingreso y egreso de alumnos.

Para efectos de la presente investigación se ha adaptado el modelo IVCR y el significado de las literales a un nivel local proponiendo la lectura siguiente:

$$V_j = \frac{(x-m)_i}{\left[\frac{X+M}{2}\right]_i \left[\frac{x+m}{2}\right]_i w} \quad (4.1)$$

$x$  Egresos de alumnos nivel medio superior.

$m$  Ingresos de alumnos a nivel medio superior.

$X$  Egresos totales de los alumnos nivel medio superior (considerando los municipios investigados).

$M$  Ingresos totales de los alumnos nivel medio superior.

$i$  Municipios considerados que otorgan educación media superior en el Estado de Guanajuato.

$j$  México.

w Denota el total de ingresos y egresos de nivel medio superior en los municipios considerados en el Estado de Guanajuato.

## 4.2 Resultados

Para la presente investigación se adoptó la definición de competitividad del Foro Económico Mundial (World Economic Forum) por sus siglas WEF que es "Una serie de factores, políticas e instituciones que determinan el nivel de productividad de un país", adaptado a una ciudad en donde los factores, políticas e instituciones determinan el nivel de productividad y para esta investigación se considera el nivel de egresos de los alumnos de nivel medio superior.

La aplicación del IVCR dio como resultado números negativos.

Para el caso del municipio de Abasolo se obtuvo un resultado de -0.6038; Huanímaro -0.7128; Irapuato -0.6205; Jaral del Progreso -0.7162; Moroleón -0.6633; Pénjamo 0.6782; Pueblo nuevo -0.6696; Salamanca -0.6818; Uriangato -0.6732; Valle de Santiago -0.6757 y Yuriria -0.6751 (Ver tabla 3).

**Tabla 4. 2** Resultados de la aplicación del IVCR a Municipios con Educación Media Superior del Estado de Guanajuato.

Municipio	Egreso de alumnos	Ingreso de alumnos	Promedio de flujo	Balanza de alumnos	IVCR
Abasolo	614	1145	879.5	-531	-0.6038
Huanímaro	158	333	245.5	-175	-0.7128
Irapuato	4344	8252	6298	-3908	-0.6205
Jaral del progreso	190	402	296	-212	-0.7162
Moroleón	321	516	418.5	-195	-0.6633
Pénjamo	952	1985	1468.5	-1033	-0.6782
Pueblo nuevo	209	379	294	-170	-0.6696
Salamanca	2125	4060	3092.5	-1935	-0.6818
Uriangato	353	560	456.5	-207	-0.6732
Valle de Santiago	805	1523	1164	-718	-0.6757
Yuriria	528	961	744.5	-433	-0.6751

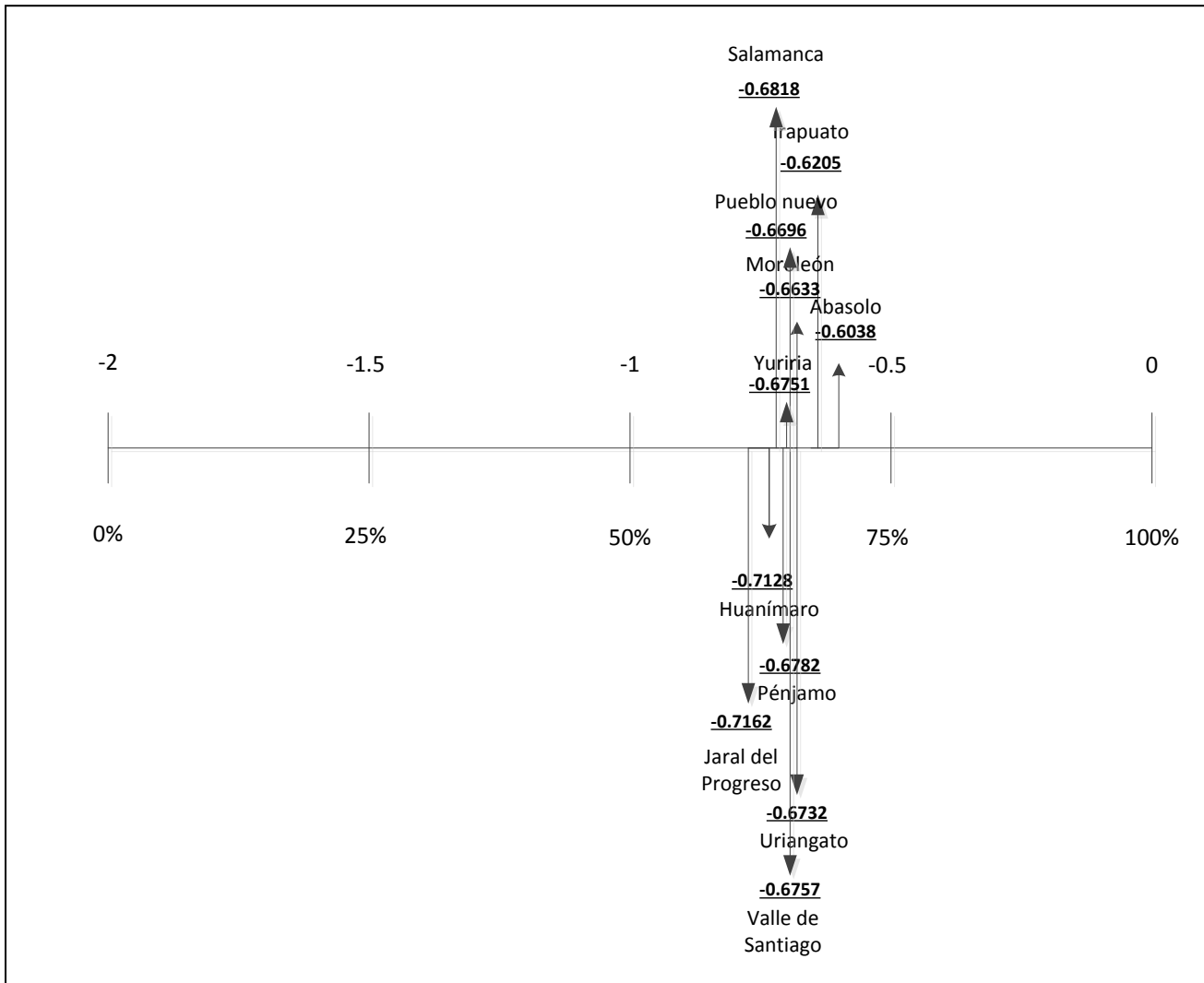
Se puede apreciar que la balanza obtenida de los ingresos y egresos de los alumnos de nivel de medio superior se encuentra con tendencia negativa, sin embargo, es pertinente aclarar, que solo la institución que haya registrado los egresos iguales a sus ingresos es la que tendría un resultado de cero.

Por lo anterior y para poder comprobar la hipótesis de una manera más sencilla, se aplicó la idea de agrupación de datos por cuartiles y se dividió una línea recta en cuatro secciones con el objetivo de ubicar el nivel de competitividad de la institución.

Para esto, se realiza una prueba al modelo para poder apreciar el rango de movimiento. Con esta base se otorgaron valores al cero como 100% y el -2 un 0%.

Los municipios que registraron los índices más altos de competitividad son Abasolo e Irapuato, mientras que los de más bajos son Jaral del Progreso y Huanímaro.

**Figura 4** Competitividad de las ciudades del Estado de Guanajuato.



### 4.3 Conclusiones

Cuando una ciudad se interesa por la competitividad, debe poner un especial empeño en el nivel de conocimiento adquirido por sus habitantes, considerando entonces una pirámide que se sostiene de la calidad institucional y educativa, impulsando así una región competitiva.

Es así como se puede mencionar que la preparación educativa funge como un motor para el crecimiento y desarrollo económico competitivo de las regiones, de esto surge la necesidad de contar con nuevas ofertas educativas pertinentes a nivel superior que sirvan como base fundamental en las variables económicas, sociales, educativas y tecnológicas que impactan en las condiciones de vida de los individuos dentro de una sociedad.

De esta manera, al realizar la evaluación de las diferentes ciudades el 100% registra una competitividad por encima del 50% encontrándose Abasolo e Irapuato, como las ciudades más competitivas, por lo que H1 se acepta.

Por lo anterior, y a la luz de los resultados obtenidos se puede asumir que la oportunidad de apertura nuevos programas educativos pertinentes sería de mayor impacto en alguna de estas ciudades.



Se aclara que no se excluye a las ciudades restantes, solo se proponen las ciudades en las cuales la apertura de nuevos programas de estudio serían de mayor provecho.

Es importante realizar estudios adicionales que permitan identificar aspectos que se involucren en las ventajas competitivas de las ciudades, para con ello diseñar estrategias que logren incrementar la competitividad y sean de un mayor impacto para la ciudadanía.

#### 4.4 Referencias

Cabrera, A. (2004). El concepto calidad en la educación universitaria: clave para el logro de la competitividad institucional. Fuente electrónica, Recuperado el 30 de Abril del 2014 de <http://ladecanjose.mex.tl/imagesnew/7/4/6/3/6/COMPETITIVIDAD%20INSTITUTIONAL.pdf>

Cabrero, E., Orihuela, I., & Ziccardi, A. (2003). Ciudades competitivas-ciudades cooperativas: Conceptos claves y construcción de un índice para ciudades mexicanas. Documento de trabajo, Vol 139.

Cohen, S. & Zysman, J, Manufacturing matters. The myth of the post-industrial economy”, Nueva York, Basic book, 1987

Coriat, B, Los desafíos de la competitividad. Argentina. Eudeba, (1997).

Foro económico mundial (1996). Informe de competitividad mundial. Oxford university press.

Guevara, I. (2013), “Educación superior e investigación para la competitividad productiva internacional”. Problemas del desarrollo, No. 44 (vol. 172), pp.145-156.

Hamel, G., & Prahalad, C. K, Compitiendo por el futuro. USA. Harvard Business School (1996).

Hanushek E. A. y Wöbman L (2010), “Education and economic Growth” en Dominic Brewer and Patrick J. McEwan (2010) Economics of Education, Elsevier-Academic Press, Amsterdam.

Instituto mexicano para la competitividad IMCO (2012) El municipio: una institución diseñada para el fracaso. Propuestas para la gestión profesional de las ciudades. Disponible en: [http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2012/8/indice\\_de\\_competitividad\\_urbana\\_2012.pdf](http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2012/8/indice_de_competitividad_urbana_2012.pdf) recuperado el día 21 Marzo del 2013.

Jones, P. & Teece, D. (1988), “The research agenda on competitiveness. A program of research for the nation’s business schools”. Cooperation and competition in the global economy. Issues and strategies.

Kozená, M. & Chládek, T (2012), “Company competitiveness measurement depending on its size and field of activities”, Procedia – Social Behavioral Sciences, No. 58. pp. 1085 – 1090.

Rodríguez-Gómez, R. (2003). Las Universidades en América Latina. Reformadas o alteradas. La cosmética del poder financiero. La educación superior en el mercado: Configuraciones emergentes y nuevos proveedores. Buenos Aires. CLACSO. pp. 87-107.

López et al. (2011), "Universidades de clase mundial e indicadores e indicadores de competitividad económica de los países". Investigaciones de economía de la educación Vol 6. pp. 433-447.

Porter M. (1990), "The competitive advantage of nations". Harvard Business review March-April: 71 – 91.

Ranking Iberoamericano SIR 2012 disponible en <http://investigacion.universia.net/sir-iberoamericano/> recuperado el día 3 de Junio del 2013.

Sala-I-Martin X, Blanke J, Hanouz M. D., Geiger T. Mia I and Paua F (2007) "The global competitiveness index: measuring the productive potential of nations". *Report World economic forum of Switzerland* The global competitiveness report, 2008. pp. 3-50.

Secretaría de Educación de Guanajuato. (2014) Sistema de estadísticas Indicadores Educativos. Disponible en <http://estadisticas.seg.guanajuato.gob.mx/hindex.aspx>. Recuperado el día 10 de febrero de 2014.

Secretaria de Trabajo y previsión social. (2005) "Diagnóstico de la competitividad a nivel Regional".

Tyson, L. (1992). Trade conflict in high technology industries. Washington, Institute for international economics. 3a ed.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) "International patterns of comparative advantage en industry in the 1980s: Structural Change and Interdependence". Nueva York, Octubre 1985, p. 107

Barquero, Antonio Vázquez (2013), "Desarrollo local, una estrategia para tiempos de crisis", Apuntes del Cenes, No. 47 (vol. 28). pp. 117-132

World competitiveness yearbook (2012) IMD Wolrd competiveness yearbook 2012. Disponible en: <http://www.imd.org/news/wcc/2012/rankings.htm> consultado el día 9 Marzo del 2013.

Zysman, J. & Tyson, L, American industry in international competition, Government policies and corporate strategies. London, Ithaca Cornell University Press, 1984.

## **Los cambios regulatorios en México. Análisis de la planeación estratégica de una empresa de la industria de la construcción**

David Israel Contreras Medina, Nérida Carmona García, Yuridia Guadalupe Santamaría Ramírez y Thania Elena Cabrera Ybarra

D. Contreras, N.Carmona, Y.Santamaría, y T. Cabrera  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

The environment constant changes constrain to think in a reformulation of strategies that allowed an increase of benefits for organizations. In the face of regulatory change in México, is pertinent know the new ways to formulation and application strategies. For this, the aim of the research is focus on identify the strategies used in a construction organization and verify their effectiveness trough a study qualitative – quantitative considering the diagnostic matrix and evaluating the implements strategies under ji-square application of many products from the enterprise. The results show a discrepancy between the variables derived of the perceptual relation of 50 to 50.

## 5 Introducción

A lo largo de la historia, la implementación de diversas reformas ha marcado la situación competitiva de las organizaciones.

En un entorno, en donde lo único seguro es el cambio, la utilización de la planeación estratégica se ha convertido en un parámetro para enfrentar la incertidumbre del entorno.

El concepto de planeación estratégica se ha definido desde distintas perspectivas y se ha conocido como el sinónimo de administración estratégica, éste último más utilizado en el campo académico, mientras que el primero es más aplicado en el mundo de los negocios.

En la actualidad, la planeación estratégica es utilizada en todas las organizaciones a nivel mundial como un punto clave para lograr la competitividad, lo cual ha permitido a los propietarios y accionistas la proyección de sus recursos y plantear las estrategias necesarias para su desarrollo empresarial.

La palabra planeación estratégica, como sinónimo de administración estratégica, se define como “el arte y la ciencia de formular, implementar, evaluar decisiones multidisciplinarias que permitan que una empresa alcance sus objetivos” (David, 2013). Esta definición va enfocada a integrar la administración, el marketing, las finanzas, contabilidad, producción, operaciones, investigación y el desarrollo, y los sistemas de información para lograr el éxito de la organización. Por otro lado, Wheelen y Hunger (2007) la definen como “un conjunto de decisiones y acciones administrativas que determinan el rendimiento a largo plazo de una corporación”.

Aunque el término de planeación estratégica surgió en los años 50, tuvo su auge hasta mediados de los setenta, y a partir de 1990 volvió a ser impulsada derivado de los avances tecnológicos. (David, 2013).

A lo largo del tiempo, los mayores obstáculos para el desarrollo y expansión de los negocios en América Latina tienen que ver con el ambiente macroeconómico y regulatorio de los países (Lora, 2001). Por ello, ha existido discrepancia en la herramienta más óptima para la formulación de estrategias. Algunos investigadores opinan que la mejor herramienta para realizar una planeación estratégica es el Balance Scorecard el cual fue implementado por primera vez por Kaplan y Norton en 1992 (Goodspeed, 2003); (Kaplan and Norton 1996, 1992).

Otra de las herramientas es la denominada Boston Consulting Group (BCG) que evalúa la participación relativa y el porcentaje de crecimiento, enfocándose en las ventas y sus unidades de la organización, de acuerdo a varios periodos de tiempo para poder formular estrategias. Otros autores como Porter y Thompson se han apoyado en la evaluación de factores internos y externos derivados del DOFA, brindando un valor cuantitativo a los factores determinados (Thompson, 1998).

Actualmente, es una realidad que la formulación de estrategias utiliza datos contenidos en la organización, sin embargo, aún y cuando se trate de una organización con altos niveles de productividad, es un hecho que el concepto de estrategia es un término que a menudo se define de forma imprecisa, ambigua y en ocasiones, confusa (Matilla, 2008).

En México, los constantes cambios y la falta de planeación estratégica se encuentra presente en todos los ámbitos de negocio, tal es el caso de la industria hotelera, ya que por falta de una planeación estratégica, dentro del tema de marketing, sufrieron un fuerte desequilibrio financiero (Cordero, 2003); esto es derivado de que las empresas se concentran en la operación diaria y carecen de planeación estratégica formal (Calderón et al, 2005) y la industria de la construcción no es la excepción.

El sector de la construcción está conformado por el conjunto de actividades productivas relacionadas con el proceso de la construcción (Chávez et al., 2000) y para México representa la cuarta actividad con mayor capacidad de generación de empleos. Dentro de las unidades económicas dedicadas a la elaboración de materiales de construcción representan el 80.3% del total en el ramo, sin embargo, para este año, la industria de la construcción disminuyó sus ventas en 2.4% durante el mes de Febrero en comparación con el mismo mes del año 2013. Lo anterior derivado de la reducción en la demanda de materiales de construcción (INEGI, 2014).

Ante esta situación, los propietarios que se encuentran dentro de esta industria, generalmente basan sus estrategias en la creencia de que la reducción de precio de sus productos les incrementará el nivel de demanda.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación es indagar sobre las estrategias utilizadas durante el periodo de Enero-Abril del 2014 y comprobar su efectividad utilizando el paradigma de la matriz de diagnóstico para su extracción y comprobar su efectividad a través de la aplicación de ji-cuadrada  $X^2$ .

## 5.1 Metodología

La metodología utilizada se ha tipificado como cualitativo-cuantitativo dividido en varias fases, bajo la aplicación del paradigma matriz de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas (DOFA) y Amenazas, Oportunidades, Debilidades y Fortalezas (MAFE).

Objetivo: Identificar las estrategias utilizadas en una organización dedicada a la construcción y verificar su eficacia.

Pregunta de la investigación: ¿Cuáles son las estrategias utilizadas en la organización constructora?  
Fase cualitativa

1. Realización del primer *focus group* para efectuar la elaboración y análisis DOFA, bajo la aplicación de una entrevista a manera de narrativa.

**Tabla 5.** Personas a los que se les aplicó la herramienta DOFA.

Nivel jerarquico	Muestra
Jefes	7
Total	7

2. Ejecución del segundo *focus group* para realizar la aplicación de la matriz MAFE (amenazas, oportunidades, debilidades y fortalezas) y extraer las estrategias operadas por la organización. De igual forma que en la fase anterior, se aplicó a los jefes de área en una entrevista a manera de narrativa.

### **Fuentes de información**

Se utiliza la fuente de información alineados a Cerda (1998) en el cual se considera de dos tipos. Para los efectos del enfoque sólo se considera la fuente primaria.

La fuente primaria, es donde se obtiene información directa, es decir, en la cual se origina la información. Por ello, se toma como fuente primaria a los jefes de área, ya que son ellos los que producen la información.

### **Fase cuantitativa**

Se realiza la extracción de la estrategia más utilizada, de acuerdo a las necesidades de la organización y se valida su eficacia con la aplicación de ji-cuadrada (Levin y Rubin, 2010).

Identificación de las variables

Variable independiente: Estrategia.

Variable dependiente: Ventas.

Hipótesis alternativa

H1: La estrategia de precio y las ventas son dependientes.

Hipótesis nula

H0: Las estrategia de precio y las ventas son independientes y no tienen ninguna relación.

## **5.6 Resultados**

Bajo la aplicación del análisis DOFA se obtuvieron los siguientes criterios de la empresa de la construcción.

Las debilidades de la empresa fluctuaron dentro del incumplimiento de pedidos, falta de compromiso, inexistencia de herramientas de ventas, falta de material para los productos, no existe un seguimiento de postventa y la falta de canales para publicitar. Las fortalezas se encuentran dentro de la tecnología para fabricar los materiales, un banco de agregados, experiencia en fabricación, registro de marca, utilización de la tecnología y nuevas líneas de productos a menor precio. Las oportunidades fluctúan en la gran cantidad de distribuidores, nuevos nichos de mercado del poliestireno, mercado mal atendido, apertura del mercado a nuevos productos, inexistencia de una empresa con suficiente capacidad productiva, existencia de mercados potenciales y apertura a licitaciones. Entre las amenazas se encuentra el cambio en las reformas laborales, cambio de regímenes fiscales, inflación de las materias primas, disminución de poder adquisitivo, mercado desleal, y establecimiento de puntos de venta de los competidores.

**Tabla 5.1** Análisis DOFA.

<p style="text-align: center;"><b>Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incumplimiento de los pedidos.</li> <li>2. Falta de compromiso empresarial.</li> <li>3. Inexistencia de herramientas de ventas.</li> <li>4. Falta de existencia de material para manufactura de producto.</li> <li>5. No hay un seguimiento postventa.</li> <li>6. Falta de canales para publicitar y promover los productos.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La gran cantidad de distribuidores.</li> <li>2. Nuevos nichos de mercado del poliestireno.</li> <li>3. Mercado mal atendido en cuanto a su servicio y calidad.</li> <li>4. Apertura del mercado a nuevos productos.</li> <li>5. Inexistencia de una empresa con suficiente capacidad productiva.</li> <li>6. Existencia de mercados potenciales.</li> <li>7. Apertura a licitaciones.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Fortalezas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnología para fabricar los materiales.</li> <li>2. Banco de agregados propios</li> <li>3. Experiencia en fabricación de materiales.</li> <li>4. Registro de marca.</li> <li>5. Utilización de la tecnología para pedidos.</li> <li>6. Nuevas líneas de productos a menor precio.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en las reformas laborales.</li> <li>2. Cambio de regímenes fiscales</li> <li>3. Inflación de las materias primas y consumibles.</li> <li>4. Disminución de poder adquisitivo.</li> <li>5. Mercado desleal.</li> <li>6. Establecimiento de puntos de venta de la competencia.</li> </ol>

Posterior a la aplicación de la matriz DOFA se procede a realizar la aplicación de la matriz MAFE. Para ello, es necesario tomar en cuenta lo recabado en la matriz DOFA y formular estrategias que permitan su identificación y validación de la hipótesis general. Las estrategias formuladas fueron generar productos de poliestireno para abrir un nicho de mercado, trabajar con el mercado potencial foráneo aprovechando el precio, promocionar nuevas líneas de productos, mejorar la planeación de la entrega de los pedidos, promover estrategias de precio para penetración de mercado, aprovechar los recursos de bancos de agregados para proporcionar un mejor precio, verificar los precios para minimizar la afectación de la inflación y desarrollar un manual de ventas.

**Tabla 5.2** Matriz de las Amenazas, Oportunidades, Debilidades y Fortalezas (MAFE).

<p align="center"><b>Matriz mafe</b></p>	<p align="center"><b>Fortalezas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnología para fabricar los materiales.</li> <li>2. Banco de agregados propios</li> <li>3. Experiencia en fabricación de materiales.</li> <li>4. Registro de marca.</li> <li>5. Utilización de la tecnología para pedidos.</li> <li>6. Nuevas líneas de productos a menor precio.</li> </ol>	<p align="center"><b>Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incumplimiento de los pedidos.</li> <li>2. Falta de compromiso empresarial.</li> <li>3. Inexistencia de herramientas de ventas.</li> <li>4. Falta de existencia de material para manufactura de producto.</li> <li>5. No hay un seguimiento postventa.</li> <li>6. Falta de canales para publicitar y promover los productos.</li> </ol>
<p><b>Oportunidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La gran cantidad de distribuidores.</li> <li>2. Nuevos nichos de mercado del poliestireno.</li> <li>3. Mercado mal atendido en cuanto a su servicio y calidad.</li> <li>4. Apertura del mercado a nuevos productos.</li> <li>5. Inexistencia de una empresa con suficiente capacidad productiva.</li> <li>6. Existencia de mercados potenciales.</li> <li>7. Apertura a licitaciones.</li> </ol>	<p align="center"><b>Fo</b></p> <p><b>Fo1-</b> Generar productos de poliestireno para abrir un nicho de mercado.</p> <p><b>Fo2-</b> Trabajar con el mercado potencial de Foráneo aprovechando el precio de venta.</p> <p><b>Fo3-</b> Promocionar nuevas líneas de productos.</p>	<p align="center"><b>Do</b></p> <p><b>Do1-</b> Mejorar la planeación de la entrega de los pedidos</p> <p><b>Do2-</b> Promover estrategias de precio para penetración en el mercado</p>
<p align="center"><b>Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio en las reformas laborales.</li> <li>2. Cambio de regímenes fiscales</li> <li>3. Inflación de las materias primas y consumibles.</li> <li>4. Disminución de poder adquisitivo.</li> <li>5. Mercado desleal.</li> <li>6. Establecimiento de puntos de venta de la competencia.</li> </ol>	<p align="center"><b>Fa</b></p> <p><b>F1-</b> Aprovechar sus recursos de bancos de agregados para proporcionar un mejor precio.</p>	<p align="center"><b>Da</b></p> <p><b>Da1-</b> Verificar los precios para minimizar la afectación de la inflación de las materias primas y consumibles (A3, O7).</p> <p><b>Da2-</b> Desarrollar un manual de ventas para el vendedor además de otorgarle capacitación</p>

En la situación estratégica de la organización se encuentra un común denominador llamado precio. Por ello, y de acuerdo a la realización del segundo focus group se estipula: “la única estrategia que se está promoviendo por el momento es la del precio”. Bajo esta afirmación, se procede a la comprobación de las estrategias para comprobar su dependencia o independencia entre las variables.



Para la comprobación de las estrategias se toma en cuenta el número de estrategias implementadas por producto, dentro del lapso de Enero-Abril del 2014. Para ello se aplica la prueba de ji-cuadrada bajo el parámetro de cuatro grados de libertad con un nivel de significancia de 0.20. Por lo anterior, se obtiene un rango de aceptación de  $H_0 = 5.989$ , en los distintos productos a los cuales se les calcula la ji-cuadrada, tomando en cuenta las variable dependiente las ventas en unidades y variable independiente el número de estrategias utilizadas.

**Tabla 5.3** Cálculo de los grados de libertad

<b>Formula</b>	$(r-1)(c-1)$	r- número de renglones. c- número de columnas.	
<b>Grado de libertad</b>	4	Área del extremo derecho 0.20 (Nivel de significancia).	5.989

Dentro de los ocho productos que la organización fabrica, se observa que el producto 2, 3, 4 y 7 no registra relación entre variables, mientras que en el 1, 5, 6 y 8 la relación está presente bajo la aplicación de ji- cuadrada.

**Tabla 5.4** Ji cuadrada de los materiales

<b>Material</b>	<b>Ji cuadrada (<math>X^2</math>)</b>	<b>Hipótesis aceptada</b>
Tabicón Producto 1	18,16666667	Alternativa
Block Hueco 15*20*40. Producto 2	1,5	Nula
Block Hueco 12*20*40. Producto 3	0,39393939	Nula
Block Sólido de 12*20*40. Producto 4	0,83333333	Nula
Block Sólido de 15*20*40. Producto 5	11,17	Alternativa
Block Ligero de 15*20*40. Producto 6	7,46	Alternativa
Blocks Cara de Piedra de 15*20*40. Producto 7	3,56	Nula
Casetón. Producto 8	41,66666667	Alternativa

## 5.7 Conclusión

Aún y cuando han existido cambios políticos y legales importantes a nivel nacional, la aplicación de estrategias, en la industria de la construcción, se continúa enfocando a la reducción de precio.

Aunque no se puede generalizar que en la industria de la construcción, el precio sea factor más importante en su desarrollo, sí es la primera opción para generar una mayor demanda de sus productos.

Por ello, se concluye una relación entre la aplicación de estrategias enfocadas al precio y la demanda en ventas de algunos productos de la organización, entre ellos el 1, 5, 6 y 8, sin embargo, existen productos como el 2, 3, 4 y 7 que no registran relación alguna.

Por lo anterior, dentro del nuevo entorno regulatorio que impera en México, el 50% de los productos ofertados son sujetos a estrategias de precio, por lo que se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ , sin embargo, el restante 50% no lo es, por lo que es aceptada la hipótesis nula  $H_0$ .

Es importante, para investigaciones futuras, recabar información adicional para conocer los motivos profundos de los resultados en una investigación en donde se incluya a los clientes.

## 5.8 Referencias

- Calderón Hernández, G., & Cataño Duque, G. A. Investigación en administración en América Latina: evolución y resultados. Colombia, Universidad Nacional de Colombia sede Mazinales, 2005.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. (2013). Obtenido de <http://www.cmic.org/> Recuperado el 04 de Febrero de 2014.
- Cerda, H. Los elementos de la investigación. Bogotá, Ed. El Búho, 1998.
- Cook et al. Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa. Madrid. 5 Ed. Morata. 1982.
- Cordero Ramírez, J. Planeación estratégica de marketing XXI para destinos turísticos y empresas. Mexicali, Baja California, México: Universidad Autónoma de Baja California. 2003
- Chávez, M. F. (2000). "Estudios sectoriales de las manufacturas mexicanas : complejos automotriz, construcción, metal-mecánico, químico-petroquímico y textil". *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 477.
- David., F. R. Administración estratégica. México: Pearson, 2013.
- Flick, U. An introduction of cualitative research. Great Britain, 2 Ed, Sage, 2006.
- INEGI. (2014). Cuentame ...Economía. Recuperado el 1 Abril de 2014, de <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema>
- Kaplan, R. S. (2010). Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard1. Recuperado el Mayo de 2014, de <http://www.hbs.edu/faculty/Publication%20Files/10-074.pdf>
- Levin, R. I., & Rubin, D. S. Estadística para administración y economía. México, Pearson, 2010.
- Lora, E. (2001). *Banco Interamericano de Desarrollo* . Recuperado el Mayo de 2014, de Banco Interamericano de Desarrollo
- Matilla, K. Los modelos de planificación estratégica en la teoría de la relaciones públicas. Barcelona. UOC, 2008.
- Porter, M. Técnicas para el Análisis de los Sectores Industriales y de la Competencia. México, CECSA, 25 ed. 1998.
- Thompson. Dirección y Administración Estratégicas, Conceptos, casos y lecturas. México, Mac Graw Hill Inter Americana y editores, 1998.
- Wheelen, H. Administración estratégica y política de negocios, conceptos y casos. México. Pearson educación, 2007.
- Yin, R. Case Study Research. Desing and Methods. United States of America. Sage. 4 Ed. 2009.

## **Crecimiento y producción de fresa (fragaria x ANANASSA DUCH) en sustratos a base de compostas**

Horacio Alvarado , María Tavera, Gustavo Mena, Guillermo Calderón, R. López y Edmar Salinas

H. Alvarado, M. Tavera, G. Mena, G. Calderón, R. López y E. Salinas

Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56235. México.

Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA). Av. Té No. 950 Esquina Resina, Col. Granjas México, C.P. 08400, Delegación Iztacalco, Distrito Federal, México.

Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56235. México.

Universidad Autónoma Metropolitana (Unidad Azcapotzalco), Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Delegación Azcapotzalco, Distrito Federal, México.

Colegio de Postgraduados, Km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México. C.P. 56230. México.  
horacioa@correo.chapingo.mx

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

Pot production for strawberry has been proposed as a technique which can avoid methyl bromide utilization and peat moss is the main substrate amendment for pot production. Peat moss industry is currently having environmental observations and it is necessary to find a sustainable substitute for peat as a pot substrate amendment. This research compared peat moss to compost from both cow manure and sheep manure. Both compost types were mixed at rates of 0, 25, 50 and 75% with a previous mixture of perlite and peat (1:1). From those treatments without compost, one of them was fertilized weekly with 1.0 g of 12-11-18-3 (N, P, K and Mg) and the other one had no chemical fertilization. There were also treatments made of compost and perlite solely (1:1). In general, compost from sheep manure resulted in more fruits per plant ( $p < 0.0001$ ), but compost from cow manure resulted in wider fruit diameters ( $p < 0.0001$ ) while fruit weight remained relatively unaffected ( $p < 0.012$ ). Compost from sheep manure at 50% in the substrate yielded the highest ( $p < 0.0001$ ). Plants grown in substrate with compost but no peat yielded statistically similar than those grown in the substrates with any of the peat-compost mixture and were statistically superior to plants grown with chemical fertilizer. Dry matter allocation to plant parts depended on compost type and concentration in the media, but the addition of peat to the media had no effect on this variable ( $p < 0.05$ ). Total dry matter per plant was greater in plants grown in media with sheep manure than in plants grown in any of the peat-perlite mixture ( $p < 0.005$ ). Treatments did not affect clearly fruit quality, even though fruit firmness and Total Soluble Solids (TSS) tended to be higher with compost in media. Leaf mineral content was not affected by treatments except for manganese (Mn), which was statistically lower in leaves from plants grown with compost. It is concluded that compost may be an effective substitute for peat for strawberry pot production, but compost concentration in the substrate must be considered.

## 6 Prólogo

El cultivo de fresa se ha presentado en México como un sistema dinámico con presencia internacional. Según los datos proporcionados por la FAO, en el periodo comprendido entre 2000 y 2011 la superficie cosechada de fresa en nuestro país varió entre 6,503 y 6,978 hectáreas, mientras que el rendimiento ( $\text{ton.Ha}^{-1}$ ) para este mismo período se incrementó de 21.7 (2000) a 32.8 (2011), registrando consecuentemente un aumento en la producción total desde 141,130 hasta 228,900 toneladas. En 2011, México tuvo el octavo lugar en superficie cosechada de este cultivo por debajo de países como Polonia, Rusia, Estados Unidos, Alemania, Turquía, Ucrania y Serbia; sin embargo, en cuanto a rendimiento por superficie, México se posicionó en ese año en el lugar número diez con un rendimiento de  $32.8 \text{ ton.Ha}^{-1}$ , por debajo de Estados Unidos ( $56.4 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Jordania ( $54.5 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Marruecos ( $44.0 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Egipto ( $42.7 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Chipre ( $41.8 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Colombia ( $39.7 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), España ( $38.1 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ), Israel ( $34.4 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ) y Costa Rica ( $33.3 \text{ ton.Ha}^{-1}$ ) (FAOSTAT, 2013). Los principales estados mexicanos productores de fresa, según su superficie plantada en el 2012, fueron Michoacán (4,716 Ha), Baja California (2,480 Ha) y Guanajuato (959.5 Ha), aunque figuran otros estados como Estado de México, Jalisco y Baja California Sur con superficies plantadas menores a las 350 Ha (SIAP, 2014). Debemos hacer especial énfasis en la diferencia que existe en el rendimiento entre México y Estados Unidos, ya que este país es el principal importador de fresa mexicana, principalmente de los estados de Michoacán y Baja California.

El potencial de rendimiento de la fresa en México puede alcanzar al visto en Estados Unidos. En el año 2012, los estados de Baja California y Michoacán alcanzaron rendimientos de  $52.2$  y  $43.1 \text{ ton.Ha}^{-1}$ , respectivamente (SIAP, 2014). Para incrementar los rendimientos se requiere, además de cultivares adecuados, la generación de tecnología que permita optimizar el uso eficiente de la superficie y la producción de fresa en contenedores puede ser una opción para incrementar los

rendimientos por área al permitir incrementar el número de plantas en sistemas de producción bajo cubierta (Paranjpe et al. 2008).

Otra ventaja de la producción de fresa en contenedores es la reducción de fungicidas como el bromuro de metilo. Éste es un fungicida que daña la capa de ozono, por lo tanto, se encuentra en vísperas de prohibición. En países como Estados Unidos, muchas de las investigaciones relacionadas con el cultivo de fresa se centran en buscar alternativas a la utilización de este fungicida. En México, el bromuro de metilo ya no podrá ser utilizado en 2015. La producción de fresa mexicana aun es dependiente de la utilización de bromuro de metilo y la producción en contenedores de este cultivo es una alternativa para eliminar su utilización (Paranjpe et al., 2003); sin embargo, se requiere encontrar los sustratos adecuados, además de tener un manejo fitosanitario y de nutrición apropiados.

Entre los materiales más comunes para la producción hortícola en maceta se encuentra la turba o peat moss. La turba de Sphagnum (peat) presenta un alto grado de aireación y retención de humedad, lo cual lo convierte en un sustrato ideal para la producción hortícola en maceta y actualmente continua como referencia en este sistema de producción; sin embargo, la utilización de peat en nuestro país presenta la limitante de los altos precios que alcanza en comparación con otros materiales, ya que es un producto de importación. Esta limitante se agravará en los próximos años debido a que existe una preocupación a nivel mundial respecto al daño ecológico que se está generando con la extracción del musgo Sphagnum, pues la regeneración de este recurso natural es muy lenta en comparación con su extracción. Lo anterior obligará a los países productores de peat a legislar sobre la extracción de este recurso y los precios inevitablemente se incrementarán (Revière et al. 2008). Ante esta circunstancia, varios países se han propuesto encontrar sustitutos del peat como material para la producción hortícola en maceta y se han estudiado diversos materiales, entre ellos la fibra de coco y las compostas (Lanzi et al., 2009).

La utilización de compostas como sustrato para la producción de fresa es una propuesta que actualmente se está presentando como una solución sustentable a la problemática de la generación de desechos orgánicos. Hargreaves et al. (2009a) no encontraron diferencias entre la fertilización inorgánica y la fertilización a base de composta de estiércol y desechos sólidos municipales en cuanto a la concentración de minerales en la hoja de fresa del cultivar Sable. En otro experimento con fresa al cultivar Elsanta en macetas de 5 L y bajo túneles de polietileno, se encontró que se pueden obtener rendimientos de hasta  $397 \text{ g.planta}^{-1}$  (MacNaedhe, 1997).

Un aspecto que se tiene que cuidar en la producción con composta es la calidad e inocuidad. El presente trabajo se sustenta en la necesidad de encontrar sustratos para la producción de fresa en maceta y el objetivo fue analizar la factibilidad del uso de la composta como sustrato para la producción en contenedores y el efecto que ésta tiene sobre el desarrollo y rendimiento de la planta, así como en la calidad e inocuidad del fruto.

## 6.1 Materiales y Métodos

Sitio y material experimental. El experimento se realizó en un invernadero tipo túnel de 15 x 30 m, en el campo experimental San José del área de Fruticultura, ubicado en el Colegio de Postgraduados (CP) campus Montecillos, en Texcoco, Estado de México (19° 30' LN; 98° 53' LW). Se utilizaron plantas de fresa del cultivar 'Jacona', surgidas del programa de mejoramiento del CP. Las plantas se cosecharon de un vivero ubicado en el CP-Montecillos el 21 de octubre de 2010 y se enfriaron a 5.0 °C durante una semana antes de plantarse en una bolsa de polietileno negro con capacidad de 2.0 kg. Se colocaron dos plantas por bolsa y fueron regadas manualmente con agua de llave.

Características de los sustratos. Los sustratos estuvieron hechos a base de composta, turba de Sphagnum (peat) y agrolita. Se estudiaron dos tipos de composta, una hecha a base de estiércol de vaca y otra a base de estiércol de ovino (Cuadro 1). Ambos tipos de composta fueron elaborados durante 2010 en una planta experimental en Xochimilco, D.F. Para elaborar los diferentes sustratos se hizo una mezcla base de peat y agrolita (1:1; v/v), la cual se mezcló posteriormente en diferentes proporciones con cualquiera de los dos tipos de composta.

Diseño experimental. Se estudiaron ocho tratamientos que consistieron en agrolita y peat (1:1; sin composta) con y sin fertilización química, dos mezclas de composta de ovino con la mezcla base de peat:agrolita a razón de 1:3 y 1:1, dos mezclas de composta de vaca con la mezcla base de peat:agrolita a razón de 1:3 y 1:1, una mezcla de composta de ovino con la mezcla base de peat:agrolita a razón de 3:1 y una mezcla de agrolita:composta de ovino (1:1; sin peat). Al tratamiento con fertilización química se le aplicó 1.0 g de 12-11-18-3 (N-P-K-Mg) de forma semanal. Cada tratamiento tuvo 10 repeticiones que se distribuyeron dentro del túnel bajo un diseño de bloques completos al azar, donde el bloque (hilera) tuvo una repetición de cada tratamiento. La unidad experimental consistió en una maceta con dos plantas de fresa cada una.

**Tabla 6** Características de la composta utilizada para elaborar sustratos para producción de fresa en maceta y bajo cubierta en Texcoco, Estado de México.

Tipo de Composta	Materia prima	Relación C:N	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno (%)	Carbono orgánico (%)
Estiércol de Borrego	Estiércol de Borrego, madera de eucalipto, pasto	28.3	69.4	1.42	40.25
Estiércol de Vaca	Estiércol de vaca, cladodios de nopal, pasto.	25.5	49.2	1.12	28.54

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en laboratorio.

Cosecha de frutos y determinación de variables de desarrollo. Para la evaluación de rendimiento por planta se realizaron 11 cosechas de forma manual durante la etapa de fructificación (de abril a agosto de 2011). En cada cosecha se registró el número de frutos por planta y el peso de frutos, para lo cual se utilizó una báscula digital OHAUS modelo LS200. En los días 23 de mayo (207 días después de plantación – DDP), 7 de junio (222 DDP) y 21 de junio (236 DDP), los frutos se secaron hasta peso constante en una estufa modelo BLUE M POM-246 a una temperatura de 72°C. Se calculó el peso seco de fruto, con dicho dato más el peso fresco total de frutos cosechados, se estimó el peso seco total de frutos por repetición. Al final del experimento (septiembre de 2011) se separaron las plantas en raíz, corona, hoja, flores y frutos restantes y estolones. Las partes se secaron y se obtuvo el peso seco por órgano.

Análisis de calidad. Los frutos cosechados en los 207 y 222 y 236 DDP se destinaron para un análisis de calidad en donde se midió el diámetro de fruto, color, ablandamiento, sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT). El diámetro se midió con un vernier tomando dos medidas: el valor más alto que resulta de medir el fruto horizontalmente (diámetro ecuatorial largo) y el valor más bajo que resulta de medir el fruto de fresa horizontalmente (diámetro ecuatorial corto). El color se determinó por medio de un colorímetro HunterLab Mini Scan XE Plus 45-O-L. Se obtuvieron los valores de L, a y b, con los cuales se calcularon el ángulo de tono ( $^{\circ}$ Hue; Fórmula 1) que indica el color y la pureza (Chroma; Fórmula 2) que indica la intensidad de la pigmentación.

$$\text{°Hue} = \text{Tan}^{-1} \left( \frac{b}{a} \right) \quad (6)$$

$$\text{Chroma} = (a^2 + b^2)(a^2 + b^2)^{1/2} \quad (6.1)$$

El ablandamiento de fruto se determinó por medio de la profundidad de penetración (mm) con un penetrómetro modelo Sommer & Runge, con un puntal cónico de 95 mm, un peso de la punta de 145.5 gramos y con un tiempo de 5 segundos; se utilizaron 10 repeticiones por tratamiento. La concentración de SST fue determinada por medio de un refractómetro digital modelo ATAGO en una escala de 0 a 93%; para ello, se le agregó de 3 a 4 gotas de jugo de fresa. La AT se determinó por medio del método de la fenolftaleína y con base al ácido cítrico (Fórmula 3). Para ello se tomaron 5.0 gramos de muestra de fruto que se maceraron con 50 ml de agua destilada. Después de filtrar en papel Watman No. 2, se tomó una alícuota de 5 ml a la cual se le aplicaron 3 a 4 gotas de fenolftaleína en solución alcohólica al 1%, a esta solución se le adicionó hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N hasta detectar cambio de color y se registró el NaOH gastado. Para este análisis se utilizaron tres repeticiones por tratamiento de cinco frutos cada una, cada repetición consistió en 5 frutos. El cálculo de acidez se realizó en base al ácido que se encuentra en mayor proporción (ácido cítrico).

$$\text{Ac. cítrico (\%)} = \left[ (a \times b \times c \times V) / P \times A \right] \times 100 \quad (6.2)$$

Donde:

a=mL NaOH gastados

b=Normalidad de NaOH (0.1)

c=Mili equivalentes de ácido cítrico (0.064)

V=volumen total de la mezcla inicial (mL agua+gramos de pulpa de fruto)

P=peso de muestra a titular (5.0 g)

A=alícuota (5 mL)

Evaluación de inocuidad de fruto. Los análisis de inocuidad se realizaron con frutos muestreados al azar en los 207 y 222 y 236 DDP. La presencia de hongos se evaluó en muestras de los 207 y 222 DDP y para ello los frutos se incubaron a temperatura ambiente en charolas de plástico en el laboratorio. Los frutos se observaron durante los cuatro días posteriores para determinar de manera visual la intensidad de colonización y después se aislaron en placas de papa dextrosa agar con cuatro repeticiones por tratamiento para poder identificar los hongos con ayuda del microscopio. La presencia de coliformes se determinó con frutos muestreados a los 236 DDP, se eligieron frutos al azar (100 gramos de muestra) y se cultivaron a temperatura ambiente en sustrato a base de caldo lauril sulfato de sodio en un medio agar-agar.

Concentración foliar de minerales. Se realizó un análisis foliar al final del ciclo productivo para determinar la concentración de Nitrógeno (%), por medio de digestado con mezcla diácida y determinado por arrastre de vapor; Fosforo (%), por medio del digestado con mezcla diácida y determinado por fotocolorimetría por reducción con molibdo-vanadato; Potasio (%), por digestado con mezcla diácida y determinado por espectrofotometría de emisión de flama; Hierro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) y Manganeso ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), ambos por medio de digestado con mezcla diácida y determinado por espectrofotometría de absorción atómica; y Boro ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ), por medio de digestado con mezcla diácida y determinado por fotocolorimetría con azometina-H. Para este análisis, se tomaron todas las hojas de tres repeticiones por tratamiento tomadas al azar, las hojas fueron mezcladas y se tomaron muestras para determinar la concentración foliar de minerales.

Análisis de datos. Los datos obtenidos en el experimentos fueron analizados con el paquete SAS versión 9.0 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EE.UU) bajo un modelo de bloques completos al azar. Se utilizó el procedimiento GLM y se realizó una comparación de medias por la prueba de Tukey con un 95% de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

## 6.2 Resultados y Discusión

Crecimiento vegetativo. El crecimiento de planta determinado al final del ciclo productivo por la acumulación total de materia seca fue significativamente menor ( $p=0.005$ ) en aquellos tratamientos sin composta en comparación con aquellos que incorporaron el 25% y 50% de composta de ovino en la mezcla de peat y agrolita (1:1); sin embargo, no se observó diferencia significativa en la acumulación de materia seca total al comparar los tratamientos sin composta (incluyendo aquel con fertilización química) con los tratamientos con composta de vaca, independientemente de la dosis en el sustrato, ni con el tratamiento con 50% composta de ovino sin peat (Cuadro 2). Respecto al crecimiento por órgano medido al final del ciclo por la acumulación de materia seca, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con respecto a la raíz y la corona, pero sí en la hoja ( $p=0.0001$ ) y en las estructuras reproductivas ( $p=0.01$ ). Se pudo observar una acumulación de materia seca significativamente inferior en las estructuras reproductivas en aquellas plantas cultivadas sin composta y fertilizadas químicamente en comparación con aquellas cultivadas con el resto de los tratamientos, incluido aquel sin composta y sin fertilización química; aquí, sólo el tratamiento con 25% de composta de vaca no logró incrementar la acumulación de materia seca en los órganos reproductivos en relación con el tratamiento con fertilización química. En el caso de hoja, aunque se pudo observar una tendencia a incrementar su contenido de materia seca con la utilización de compostas, las diferencias estadísticas fueron menos agrupadas; no obstante, se pudo encontrar que la mezcla con 50% de composta de ovino y 50% de agrolita (sin peat) y la mezcla de 25% de estiércol de ovino con 37.5% de peat y 37.5% de agrolita resultaron con plantas con mayor materia seca en este órgano en comparación con los sustratos sin composta, con o sin fertilización química.

Otros experimentos han mostrado que la utilización de vermicompostas puede incrementar la biomasa de la parte aérea de la planta de fresa (Arancon et al., 2004) y la utilización de compostas puede incrementar su materia seca total (Wang and Lin, 2002; Singh et al., 2008). En nuestro experimento, al comparar entre los sustratos con y sin composta, el incremento en materia seca total fue visto con la composta a base de estiércol de ovino y no así con la composta a base de estiércol de vaca y aunque los efectos en los diferentes órganos mostraron tendencias diferentes, el estiércol de ovino fue también el que incrementó la materia seca en estructuras reproductoras y hojas (Cuadro 2). Raviv (2005) indica que las compostas en la producción en contenedores actúan mejorando las características del sustrato de varias maneras, entre ellas, incrementando su actividad biológica, su contenido de materia orgánica (MO) y la disposición de minerales. En experimentos con fresa del cultivar 'Chandler' en donde los sustratos tratados con compostas fueron enriquecidos con N, P y K hasta igualar la concentración de esos elementos encontradas en los sustratos con sólo fertilización química, también se observó un incremento en el peso seco total en plantas cultivadas en los sustratos con compostas en comparación con las plantas producidas con sólo fertilización química, lo que hace inferir que el beneficio de las compostas no necesariamente es un incremento en la disposición de elementos minerales, sino un incremento en la actividad microbiana (Arancon et al., 2004). En este sentido tenemos que considerar que la MO está ligada a la actividad microbiana, ya sea que sea sustrato para su metabolismo, un producto de éste o sea parte de los mismos componentes biológicos microbianos (Gregorich et al., 1994). Por otro lado, en suelos contaminados con metales pesados y tratados con compostas de residuos sólidos urbanos, la actividad de las enzimas deshidrogenasa (indicador de la actividad microbiana), Celulasa y  $\beta$ -glucosidasa se incrementa en aquellos suelos con composta (Cunha-Queda et al., 2010).



En nuestro experimento, las compostas a base de estiércol de borrego utilizadas tuvieron 20% más de MO que las compostas hechas a base de estiércol de vaca y, aunque no se midió la actividad microbiana, se podría inducir una mayor actividad biológica en la composta de ovino que en la de vaca, originando una mayor acumulación de materia seca en la planta.

**Tabla 6.1** Acumulación total de materia seca por órgano y por planta de fresas cultivadas en maceta con diferentes sustratos a base de composta

Composta:peat:agrolita (%)	Peso Seco Total (g)				
	Raíz	Corona	Flor+Fruto	Hoja	Total
0:50:50 <sup>Z</sup>	22.3	6.4	1.5b <sup>W</sup>	36.5cd	60.9b
0:50:50	26.6	7.8	58.8a	26.6d	80.1b
25:37.5:37.5 <sup>Y</sup>	32.4	11.8	66.4a	57.0ab	145.2a
25:37.5:37.5 <sup>X</sup>	18.8	9.5	48.1ab	43.2bcd	107.3ab
50:25:25 <sup>Y</sup>	32.0	10.2	60.6a	55.7abc	145.3a
50:25:25 <sup>X</sup>	10.7	8.1	68.1a	49.2abcd	136.1ab
75:12.5:12.5 <sup>Y</sup>	24.6	9.6	56.8a	52.0abc	138.9ab
50:0:50 <sup>Y</sup>	20.5	8.0	52.7a	60.3a	134.9ab

<sup>Z</sup>Fertilizada químicamente de manera semanal con 1.0 g de 12-11-18-3(N-P-K-Mg)

<sup>Y</sup>Composta elaborada a base de estiércol de ovino

<sup>X</sup>Composta elaborada a base de estiércol de vacuno estabulado

<sup>W</sup>Valores con la misma letra dentro de la columna no son estadísticamente diferente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en laboratorio.

Rendimiento y dimensiones de fruto. En general, la utilización de compostas en el sustrato para la producción de fresa en contenedor en este experimento resultó en incrementos en el número de frutos por planta, el rendimiento total por planta y el diámetro de fruto (Cuadro 3). Existen otros trabajos previos que han reportado el incremento del rendimiento en fresa con la incorporación de vermicomposta (Arancon et al., 2003; Arancon et al., 2004; Sing et al., 2008). Algunos de estos efectos fueron atribuidos a incrementos en la actividad microbiana de los suelos adicionados con vermicompostas (Arancon et al., 2003), o a la acción de hormonas reguladoras del crecimiento y sustancias húmicas estimuladas por la vermicomposta (Arancon et al.; 2004). Por su parte Moral et al. (2009) mencionan que un efecto de las compostas incorporadas a los sustratos es la mejora de su capacidad de retención de humedad y su disposición del agua para la planta y, en el caso de fresa, el 80% a 85% del crecimiento del fruto responde al alargamiento celular, el cual es altamente sensible a la falta de humedad en el suelo (Hancock, 1999).

**Tabla 6.2** Componente de rendimiento en plantas de fresa cultivada en maceta con diferentes sustratos a base de composta.

<b>Composta:peat:agrolita (%)</b>	<b>Frutos por planta</b>	<b>Rendimiento por planta (g)</b>	<b>Diámetro de fruto (cm)</b>	<b>Peso de Fruto (g)</b>
0:50:50 <sup>Z</sup>	10.7b <sup>W</sup>	114.4b	2.83bc	10.2ab
0:50:50	31.3a	401.2a	3.50ab	13.1a
25:37.5:37.5 <sup>Y</sup>	44.5a	409.9a	2.88bc	9.5ab
25:37.5:37.5 <sup>X</sup>	37.0a	414.8a	3.91a	11.6ab
50:25:25 <sup>Y</sup>	44.2a	454.5a	2.77c	10.2ab
50:25:25 <sup>X</sup>	12.3b	129.8b	4.07a	8.5b
75:12.5:12.5 <sup>Y</sup>	36.3a	380.1a	3.32abc	10.7ab
50:0:50 <sup>Y</sup>	35.0a	429.6a	3.36abc	12.6ab

<sup>Z</sup>fertilizada con fertilizante semanalmente con 1.0 g de 12-11-18-3(N-P-K-Mg)  
<sup>Y</sup>Composta elaborada a base de estiércol de ovino  
<sup>X</sup>Composta elaborada a base de estiércol de vacuno estabulado  
<sup>W</sup>Valores con la misma letra dentro de la columna no son estadísticamente diferente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en laboratorio.

Es también importante hacer notar que los resultados en este experimento muestran una diferencia en el efecto sobre los componentes de rendimiento debido al origen de la composta y a la dosis utilizada. En general, las compostas hechas a base de estiércol de ovino resultaron con mayor rendimiento por planta debido a su mayor número de frutos, pero el diámetro de fruto sólo se vio incrementado por las compostas a base de estiércol de vaca, mientras que el mayor peso de fruto se obtuvo con los sustratos sin composta (Cuadro 3). Respuestas como la observada en este experimento también han sido documentadas en experimentos previos con fresa (Arancon et al., 2003; Arancon et al., 2004; Singh et al., 2008) donde la respuesta de la planta depende del origen de la composta; igualmente en tomate se encontraron evidencias de respuestas a la aplicación de compostas que dependían de la variedad (Zaller, 2007).

Calidad de Fruto. No se obtuvieron suficientes frutos para determinar las variables relacionadas con calidad de fruto en los tratamientos sin composta (con fertilización química) ni en el tratamiento con 50% de composta de vaca adicionado a un 25% de peat y 25% de agrolita por lo que los análisis se realizaron comparando el resto de los tratamientos. La utilización de compostas en los sustratos tendió a incrementar la firmeza del fruto, determinada por la profundidad de penetración, y en general incremento los sólidos solubles totales. Aunque no hubo diferencias entre tratamiento con respecto a la acidez titulable, ésta también tendió a aumentar con la incorporación de composta al sustrato (Cuadro 4). Singh et al. (2008) reportan incrementos en la firmeza y los SST de frutos de fresa con la incorporación de vermicomposta al suelo y Singh et al. (2010) encontraron incrementos en estas variables con la aspersión foliar de lixiviado de vermicomposta de vaca y lixiviado de vermicomposta de residuos vegetales, en ambos casos, los investigadores explicaron las diferencias por el incremento en crecimiento de planta que también fue encontrado con la incorporación de vermicomposta y la aspersión de lixiviados. Wang y Lin (2002) también encontraron mayor contenido de SST en fruto de fresa crecidas en suelos donde se incorporó 50% o 100% de composta aunque no ofrecen explicación a sus resultados para esta variable. En nuestro experimento, también se encontró un incremento en el crecimiento de planta, medido con la acumulación de materia seca total en la planta, en aquellas plantas crecidas en sustratos con compostas (Cuadro 2), por lo que ello puede ser la explicación al incremento en firmeza encontrado en el fruto; sin embargo es necesario estudiar a más detalle este efecto.

**Tabla 6.3** Atributos de calidad de fruto de fresa cultivada en maceta con diferentes sustratos a base de composta.

Composta:peat:agrolita (%)	Ablandamiento (1/10 mm)	SST (°Brix)	A.T (%)	L	Chroma	°Hue
0:50:50 <sup>Z</sup>	ND <sup>W</sup>	ND	ND	ND	ND	ND
0:50:50	122.7a <sup>V</sup>	7.04c	0.78	23.02ab	19.39	19.87ab
25:37.5:37.5 <sup>Y</sup>	103.2b	9.26a	0.88	24.09ab	22.53	21.43ab
25:37.5:37.5 <sup>X</sup>	108.6ab	7.36bc	0.99	21.97b	19.76	17.94b
50:25:25 <sup>Y</sup>	119.8ab	7.80abc	1.09	23.63ab	20.40	21.92a
50:25:25 <sup>X</sup>	ND	ND	ND	ND	ND	ND
75:12.5:12.5 <sup>Y</sup>	113.9ab	8.88ab	1.02	24.62a	21.89	20.40ab
50:0:50 <sup>Y</sup>	114.6ab	8.15abc	1.08	23.31ab	19.06	21.09ab

<sup>Z</sup>fertilizada con fertilizante semanalmente con 1.0 g de 12-11-18-3(N-P-K-Mg)

<sup>Y</sup>Composta elaborada a base de estiércol de ovino

<sup>X</sup>Composta elaborada a base de estiércol de vacuno estabulado

<sup>W</sup>No hay datos disponibles

<sup>V</sup>Valores con la misma letra dentro de la columna no son estadísticamente diferente de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en laboratorio.

Relacionado con el color del fruto, los valores de luminosidad, Chroma y °Hue obtenidos en este experimento estuvieron por debajo de otros valores para frutos de diversas variedades de fresa cultivadas convencionalmente en el centro de México (Martínez-Bolaños et al., 2008) lo que indica, en nuestro caso, frutos más rojos pero con menor intensidad de pigmentos; sin embargo, en este experimento no hubo una tendencia definida en las respuestas a los tratamientos. Experimentos anteriores han detectado un incremento en la intensidad del color (mayores valores de Chroma) y en la coloración roja (menores valores de °Hue) pero ningún efecto en la brillantez (L) en frutos de fresa cultivados con acolchado orgánico de paja en comparación con acolchado de plástico (Wang et al., 1998) lo que indica que los sistemas de cultivo pueden afectar los atributos de color del fruto. Singh et al. (2010) no encontraron efecto de la aplicación foliar de lixiviados de vermicomposta en los atributos de color del fruto, determinados con las variables L, a y b, al compararlos con aplicaciones foliares de agua, pero la incorporación de vermicomposta al suelo donde se cultiva la fresa los frutos tuvieron mayores valores de L y a en comparación con frutos producidos con fertilización inorgánica (Singh et al.; 2008). De la misma forma, Ayesha et al. (2011) no encontraron diferencias en los valores de L, Chroma y °Hue entre frutos de fresa cultivadas en suelos con diferentes estiércoles y aquellos de plantas cultivadas en suelo sin estiércol.

Concentración foliar de minerales. El análisis foliar realizado al final del ciclo productivo no mostró diferencias significativas en respuesta a los tratamientos, excepto para el manganeso (Mn) que disminuyó significativamente con los sustratos con composta (Cuadro 5). Investigaciones previas han demostrado que la incorporación de compostas al suelo no afecta el contenido de minerales en las hojas de plantas de fresa, aunque sí afecta el contenido de minerales en el suelo después del segundo año de incorporación (Hargreaves et al., 2009a; Hargreaves et al., 2009b); sin embargo, la aplicación foliar de lixiviado de las compostas o té de compostas sí logra incrementar el contenido de N, P, K y Ca en las hojas de fresa en comparación con la aplicación foliar de agua (Singh et al., 2010). Similarmente, en una comparación entre plantas de fresa cultivadas en granjas comerciales orgánicas, con al menos cinco años de certificación, y en granjas comerciales convencionales en California (Estados Unidos de América), en dos años de muestres continuos sólo se encontraron diferencias en la concentración foliar de fósforo, el cual fue significativamente mayor en las plantas cultivadas convencionalmente (Reganold et al., 2010).

**Tabla 6.4** Contenido foliar de elementos minerales en plantas de fresa cultivadas en maceta con diferentes tipos de compostas.

Compost:peat:perlite (%)	N	P	K	Fe	Mn	B
0:50:50 <sup>Z</sup>	1.42	0.29	1.52	410.5	239.41b <sup>W</sup>	90.36
0:50:50	1.25	0.17	0.99	522.8	441.91a	118.88
25:37.5:37.5 <sup>Y</sup>	1.19	0.48	1.19	286.4	55.74c	101.69
25:37.5:37.5 <sup>X</sup>	1.42	0.54	1.71	450.9	61.80c	111.55
50:25:25 <sup>Y</sup>	1.25	0.48	1.33	342.0	47.50c	119.23
50:25:25 <sup>X</sup>	2.2	0.63	2.33	558.0	71.92c	131.65
75:12.5:12.5 <sup>Y</sup>	1.25	0.40	1.62	267.1	34.66c	83.79
50:0:50 <sup>Y</sup>	1.05	0.45	1.17	344.2	42.54c	111.92

<sup>Z</sup>fertilizada con fertilizante semanalmente con 1.0 g de 12-11-18-3(N-P-K-Mg)  
<sup>Y</sup>Composta elaborada a base de estiércol de ovino  
<sup>X</sup>Composta elaborada a base de estiércol de vacuno estabulado  
<sup>W</sup>Valores con la misma letra dentro de la columna no son estadísticamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ )

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos en laboratorio.

El caso del manganeso es diferente. En nuestro experimento la concentración foliar de Mn disminuyó significativamente en plantas de fresa cultivadas en sustratos con composta incorporada (Cuadro 5). Resultados similares se han encontrado en frambuesa, donde el contenido foliar de Mn disminuye por la aplicación de compostas en las cañas vegetativas (primocañas) y las cañas reproductivas (floricañas) de frambuesa, mientras que el resto de los macroelementos y microelementos no se vieron afectados (Warman, 2009).

Los resultados de este experimento y los citados en este escrito nos indican que el efecto de las compostas incorporadas a los sustratos no está en la absorción de la mayoría de los minerales por la raíz de fresa. Arancon et al. (2003) y Arancon et al. (2004) proponen que el incremento en rendimiento y crecimiento de fresa cultivada con vermicomposta se debe a la actividad microbiana y a la síntesis de hormonas reguladoras del crecimiento vegetal por los microorganismos del suelo. También se ha reportado incrementos en las poblaciones microbianas y en la actividad enzimática en los sustratos con la utilización de compostas; por ejemplo, la compostas pueden ser ricas en hongos, proteasas, células y amilasas activas (Anastasi et al., 2004), así como conferir a los suelos mayor actividad en la enzima alcalina-fosfatasa (Lalande et al., 1998), deshidrogenasa y  $\beta$ -glucosidasa e incrementar las poblaciones bacterianas (Cunha-Queda et al., 2010). El incremento de la biomasa microbiana y de la actividad metabólica anteriormente mencionada, aunada al mejoramiento de las características físicas de los sustratos como el incremento en la capacidad de retención de agua (Moral et al., 2009) podrían estimular rutas metabólicas dentro de la planta que promuevan el crecimiento vegetativo y reproductivo de las plantas de fresa sin tener necesariamente relación con la absorción de minerales y las cuales deberían estudiarse con más detalle.

Inocuidad de fruto. En las evaluaciones poscosecha de laboratorio realizadas a frutos, se identificó *Botrytis cinerea*, *Rhizopus stolonifer*, *Colletotrichum* sp, *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp. Es importante señalar que aunque no se encontraron diferencias significativas entre especies ni entre tratamientos, *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* tendieron a presentarse con mayor incidencia mientras que *Colletotrichum* sp, *Aspergillus niger* y *Penicillium* sp tendieron a presentarse con menor incidencia. Respecto a coliformes, no se encontraron evidencias de coliformes en los frutos durante la evaluación poscosecha en el laboratorio. La composta utilizada en este experimento tuvo una etapa termofílica cuya temperatura alcanzo los 46° C y 57° C en las compostas a base de estiércol de ovino y de estiércol de vaca, respectivamente, lo cual pudo ser suficiente para eliminar estas bacterias patógenas.

### 6.3 Conclusiones

Las compostas demostraron tener el potencial para su utilización como material de sustrato para cultivo de fresa en maceta. Aunque se encontró diferencias entre los efectos por el origen de las compostas en este experimento, ya que las compostas a base de estiércol de ovino incrementaron de manera más efectiva el crecimiento de planta medido como la acumulación de materia seca total al final del ciclo, en general los dos tipos de compostas estudiados aquí lograron incrementar el número de frutos y el rendimiento total de planta ( $\text{g.planta}^{-1}$ ). El tamaños de fruto también se vio afectado por los tratamientos, en este caso, las compostas a base de estiércol de vaca lograron los mayores diámetros de fruto. La firmeza del fruto y su contenido de sólidos solubles totales tendieron a incrementarse con la utilización de compostas como sustrato en comparación de los sustratos sin compostas. En el caso de los SST del fruto, la composta a base de estiércol de ovino tuvieron los mayores valores al compararlos con los sustratos sin compostas.

Al hacer una comparación entre los sustratos a base de composta y aquellos a base de peat, es evidente que las compostas pueden sustituir al peat en la producción de fresa en maceta, ya que las plantas en sustratos con compostas tienen una mayor crecimiento (acumulación de materia seca total), un mayor número de frutos y un mayor rendimiento por plantas, mientras que la calidad de fruto no es afectada por el tipo de sustrato.

En este experimento se pudo observar que las compostas no incrementan la concentración de minerales en las hojas en comparación con sustratos sin compostas, por lo que el efecto de las compostas en el crecimiento y rendimiento de fresa debe estar relacionado con rutas metabólicas diferentes a la absorción y asimilación de minerales, es conveniente estudiar esos posibles mecanismos.

#### 6.4 Referencias

Hancock, J.F., *Strawberries*, CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 1999, 237 p.

Anastasi, A.; Varese, G.C.; Voyron, S.; Scannerini, S.; Marchisio, V.F., "Characterization of fungal biodiversity in compost and vermicompost", *Compost Science & Utilization*, No. 12, Año 2004, pp.185-191.

Arancon, N.Q.; Edwards, C.A.; Bierman, P.; Metzger, J.D.; Lee, S.; Welch, C., "Effects of vermicompost on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries", *Pedobiología*, No. 47, Año 2003, pp. 731-735.

Arancon, N.Q.; Edwards, C.A.; Bierman, P.; Welch, C.; Metzger, J.D., "Influence of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields", *Bioresource Technology*, No. 93, Año 2004, pp.145-153.

Ayesha, R.; Fatima, N.; Ruqayya, M.; Qureshi K.M.; Hafiz I.A.; Khan, K.S.; Kamal, A., "Influence of different growth media on the fruit quality and reproductive growth parameters of strawberry (*Fragaria ananassa*)", *Journal of Medicinal Plants Research*, No. 5, Año 2011, pp. 6224-6232.

Cunha-Queda, C.; Alvarenga, P.; Nobre, A.; De Varnnes, A., "Effect of municipal solid waste compost on mine soils as evaluated by chemical, biological and biochemical properties of soil", *Compost Science & Utilization*, No. 18, Año 2010, pp. 89-96.

Gregorich, E.G.; Carter, M.R.; Angers, D.A.; Monreal, C.M.; Ellert, B.H., "Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils", *Canadian Journal of Soil Sciences*, No. 74, Año 1994, pp. 367-385.

Hargreaves, J.C.; Adl, M.S.; Warman, P.R.; "Are compost teas an effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries? Soil and plant tissue effects" *Journal of Sciences and Food Agriculture*, No. 89, Año 2009a, pp. 390-397.

Hargreaves, J.C.; Adl, M.S.; Warman, P.R., "The effects of municipal solid waste compost and compost tea on mineral element uptake and fruit quality of strawberries", *Compost Science & Utilization*, No. 17, Año 2009b, pp. 85-94.

Lalande, R.; Gagnon, B.; Simard, R.R.; "Microbial biomass C and alkaline phosphatase activity in two compost amendment soils", *Canadian Journal of Soil Sciences*, No. 78, Año 1998 pp. 581-587.

Lanzi, A.; Incrocci, L.; Pulizzi, R.; Pardossi, A.; Marzalletti, P., "Evaluation of some peat-alternative substrates in horticultural crops", *Acta Horticulture*, No. 807, Año 2009, pp.553-558.

Martínez-Bolaños, M.; Nieto-Angel, D.; Téliz-Ortiz, D.; Rodríguez-Alcazar, J.; Martínez-Damian, M.T.; Vaquera-Huerta, H.; Carrillo-Mendoza, O., “Comparación Cualitativa de fresas (*Fragaria x ananassa* Duch.) de cultivares mexicanos y estadounidenses”, *Revista Chapingo Serie Horticultura*, No. 14, Año 2008, pp. 113-119.

MacNaeidhe, F.S., “Effect of different compost types on the yield of strawberry cv Elsanta in polythene tunnels”, *Acta Horticulture*, No. 439, Año 1997, pp. 717-724.

Moral, R.; Paredes, C.; Bustamante, M.A.; Marhuenda-Egea, F.; Bernal, M.P., “Utilization of manure composts by high value crops: safety and environmental challenges”, *Bioresource Technology*, No. 100, Año 2009, pp. 5454-5460.

Paranjpe, A.V.; Cantliffe, D.J.; Lamb, E.M.; Stoffella, P.J.; Powell, C.A., “Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation”, *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, No. 116, Año 2003, pp. 98-105.

Paranjpe, A.V.; Cantliffe, D.J.; Stoffella, P.J.; Lamb, E.M.; Powell, C.A., “Relationship of plant density to fruit yield of ‘Sweet Charlie’ strawberry grown in a pine bark soilless medium in a high-roof passively ventilated greenhouse”, *Scientia Horticulturae*, No. 115, Año 2008, pp.117-123.

Raviv, M., “Production of high-quality composts for horticultural purposes: a mini-review”, *HortTechnology*, No. 15, Año 2005, pp. 52-57.

Rivière, L.M.; Morel, P.; Michel, J.C., Charpentier, S., “Growing media in french horticulture”, *Acta Horticulture*, No. 779, Año. 2008, pp. 33-38.

Singh, R.; Sharma, R.R.; Kumar, S.; Gupta, R.K.; Patil, R.T., “Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)”, *Bioresource Technology*, No. 99, Año 2008, pp. 8507-8511.

Singh, R.; Gupta, R.K.; Patil, R.T.; Sharma, R.R.; Asrey, R.; Kumar, A.; Jangra, K.K., “Sequential foliar applications of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)”, *Scientia Horticulturae*, No. 124, Año 2010, pp. 34-39.

Wang, S.Y.; Galletta, G.J.; Camp, M.J.; Kasperbauer, M.J., “Mulch types affect fruit quality and composition of two strawberry genotypes”, *HortScience*, No. 33, Año 1998, pp. 636-640.

Wang, S.Y.; Lin, S.S., “Compost as soil supplement enhanced plant growth and fruit quality of strawberry”, *Journal of Plant Nutrition*, No. 25, Año 2002, pp. 2243-2259.

Warman, P.R., “Soil and plant responses to applications of municipal solid waste compost and fertilizer to Willamette raspberries”, *International Journal of Fruit Science*, No. 9, Año 2009, pp. 35-45.

Zaller, J.G., “Vermicompost as a substitute for peat in potting media: effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties”, *Scientia Horticulturae*, No. 112, Año 2007, pp. 191-199.

FAOSTAT, (2013), “Producción Mundial de fresa”, Último acceso: Febrero de 2014, <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>.

Reganold, J.P.; Andrews, P.K.; Reeve, J.R.; Carpenter-Boggs, L.; Schadt, C.W.; Alldredge, J.R.; Ross, C.F.; Davies, N.M.; Zhou, J., (2010), “Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems”, *PLoS ONE* 5(9): e12346. doi:10.1371/journal.pone.0012346.

SIAP - Servicio de Alimentación Agroalimentaria y Pesquera, “Producción Nacional de Fresa 2012”, Último Acceso: febrero de 2014, <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.



## **Análisis del sistema de gestión de residuos sólidos de la ciudad de México: la incursión del sector privado y el desarrollo de proyectos de mejora**

Pablo Escamilla y María Tavera

P. Escamilla y M. Tavera

Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA). Av. Té No. 950 esquina Resina, Col. Granjas México, C.P. 08400, Delegación Iztacalco, Distrito Federal, México.

Departamento de Administración de Proyectos, Escuela de Ingeniería Mecánica, Aeroespacial y Civil. Universidad de Manchester. Oxford Road, Manchester, Reino Unido.  
peeg85@gmail.com.

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

This paper shows an analysis of the municipal solid waste system in Mexico City. The analysis aims to identify the current status of the system highlighting the main aspects involved in waste management activities. Aspects related to demographics, economy and waste generation in Mexico City are presented. With an estimated average generation of 13,000 tonnes of waste everyday, the legal frameworks, technical capabilities, infrastructure, technology, public policies and environmental initiatives must be measured to determinate effectiveness. In order to generate a comparison scheme of waste management activities, selected waste management systems were analysed, the summary of the main findings of the analysis is presented to point our key factor in proper performance and effectiveness of such system. The participation of the private sector in waste management activities is also analysed in order to diversify the treatment methods and to improve not only the facilities and the technology used but also the whole aspects of the waste management system of Mexico City.

## 7 Prólogo

El problema de la basura en la Ciudad de México se ha convertido en un claro ejemplo de la ineficiencia de un sistema obsoleto. El sistema de gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) hoy en día vive una de sus épocas más atrasadas. El desinterés que el gobierno local ha mostrado en el tema ha conllevado a la carencia de políticas públicas efectivas en materia de gestión de residuos. Planes, programas y estrategias integrales son necesarios para modernizar los métodos y procedimientos, así como la tecnología utilizada en el tratamiento del manejo de residuos. La Ciudad de México presenta niveles demográficos que la ubican dentro de las urbes más pobladas del planeta, el crecimiento de la mancha urbana, no solo en México, si no en cualquier parte del mundo conlleva el surgimiento de diferentes situaciones que pueden afectar a la sociedad y su medio ambiente. A mayores niveles de población, mayor es la demanda de servicios públicos, entre los cuales se encuentra la gestión de residuos sólidos. En diferentes ciudades alrededor del mundo, el sistema de gestión de RSU es ampliamente soportado por la participación del sector privado. La inclusión del sector privado en las actividades de gestión de residuos puede ser una alternativa de solución. El presente artículo analiza el estatus actual del sistema de gestión de RSU en la Ciudad de México y examina la factibilidad de la incursión del sector privado en el sistema conforme al estudio de esquemas aplicados en diferentes ciudades del mundo con características similares a las de la Ciudad de México.

### 7.1 Información general sobre la Ciudad de México

La Ciudad de México es la urbe más poblada de México. De acuerdo a información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el censo de 2010 mostró una población total de 8,851,080 habitantes. Sin embargo la población se concentra principalmente en tres delegaciones políticas (figura 1): Iztapalapa con 1,815,786 habitantes, Gustavo A. Madero con 1,185,722 y Álvaro Obregón 727,034. La delegación menos poblada es Milpa Alta con 130,391 habitantes aun cuando es una de las mayores en extensión. A su vez, la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) alcanza una población de 20,116,842 habitantes. La ZMCM está conformada por las 16 delegaciones políticas de la Ciudad de México, 54 municipios del Estado de México y un municipio del Estado de Hidalgo (García, 2008).

En lo que respecta al panorama económico, de acuerdo a información del Banco de México (BANXICO), la Ciudad de México contribuye en un 21.8% al Producto Interno Bruto de México, lo cual la ubica como la entidad con mayor contribución en la economía nacional. Su actividad económica recae significativamente en la actividad empresarial llevada a cabo mayoritariamente por micro, pequeña y medianas empresas.

**Tabla 7** Población de la Ciudad de México y empresas por delegación política.

Delegación Política	Número de Habitantes	Número de Empresas
Álvaro Obregón	727,034	3,416
Azcapotzalco	414,711	4,553
Benito Juárez	385,439	2,887
Coyoacán	620,416	9,220
Cuajimalpa de Morelos	186,391	2,313
Cuauhtémoc	531,831	10,482
Gustavo A. Madero	1,185,772	1,425
Iztacalco	384,326	195
Iztapalapa	1,815,786	4,360
La Magdalena Contreras	239,086	905
Miguel Hidalgo	372,889	3,292
Milpa Alta	130,582	1,320
Tláhuac	360,265	7,592
Tlalpan	650,567	19,289
Venustiano Carranza	430,978	8,502
Xochimilco	415,007	3,851
<b>Total</b>	<b>8,851,080</b>	<b>83,602</b>

Fuente: Construida con información de INEGI y SIEM 2012.

La figura 1 muestra el número de empresas por delegación, donde se puede observar que la concentración empresarial no guarda una relación con el nivel de población de la delegación en cuestión. Las empresas se ubican en su mayoría en el sector de comercio y servicios, valor que representa un 94.64% del porcentaje de participación total por sector económico. Información de BANXICO muestra que solo el sector servicios contribuye en un 81% al Producto Interno Bruto de la Ciudad de México.

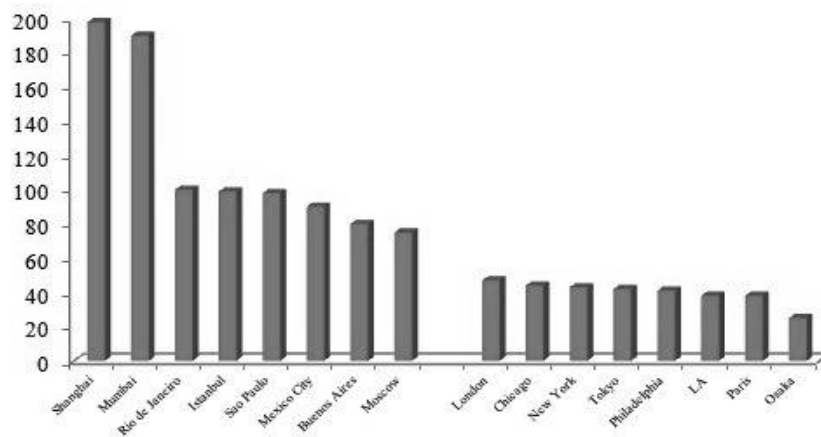
**Tabla 7.1** principales urbes por PIB

Posición	Ciudad	PIB (\$USB)	Población (Incluye área metropolitana). Millones de habitantes al 2008	PIB per cápita
1	Tokio	1,479	35.83	41.3
2	Nueva York	1,406	19.18	73.3
3	Los Ángeles	792	12.95	62.9
4	Chicago	574	9.07	63.3
5	Londres	565	8.59	65.8
6	París	564	9.92	56.9
7	Osaka/Kobe	417	11.31	36.9
8	Ciudad de México	390	19.18	20.4
9	Filadelfia	388	5.54	70.1
10	Sao Paulo	388	19.09	20.4

Fuente: Hawksworth, *et. al*, 2009.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) la Ciudad de México es la octava economía dentro de las principales urbes del mundo (figura 2). De acuerdo a Hawksworth *et. al.* (2009) la Ciudad de México tendrá un crecimiento significativo en su PIB en años siguientes, lo cual la colocará como una economía líder en los próximos 10 años. Las proyecciones realizadas ubican a la Ciudad de México con crecimientos económicos mayores a los de ciudades como Londres, Nueva York y Tokio (figura 3).

Figura 3. Crecimiento acumulado proyectado al 2025 de mega-ciudades.



Fuente: Hawksworth, *et. al*, 2009.

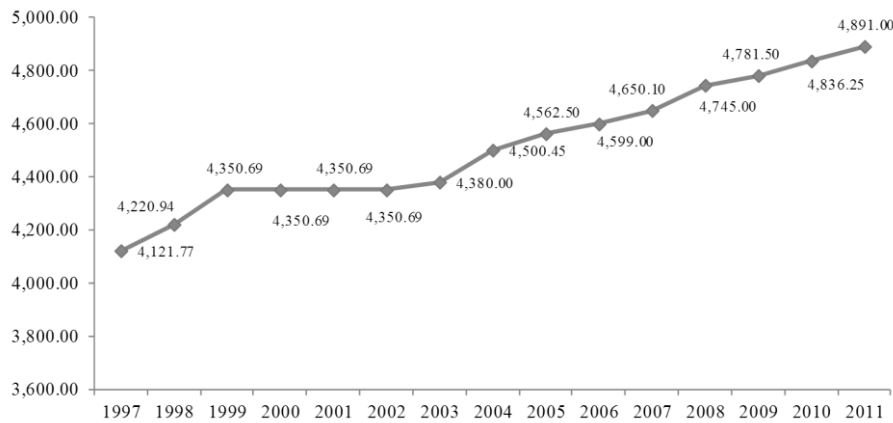
La Ciudad de México tiene condiciones económicas para fomentar la inversión en áreas estratégicas a fin de diversificar sus actividades económicas. El análisis de la información general de la Ciudad de México provee un contexto situacional para las evaluaciones subsecuentes, las cuales se enfocan en el sistema de gestión de residuos sólidos de la Ciudad de México.

## 7.2 Generación de RSU

Los RSU son definidos en la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal como “...los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen, de sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuos de manejo especial...”

Con base en información de la Secretaria del Medio Ambiente de la Ciudad de México, se estima una generación diaria mayor a las 12,740 toneladas de residuos diarios urbanos (RSU). Para el año 2011, se estimó una generación anual de 4,891,000 de toneladas (figura 4). El crecimiento ha sido gradual, sin embargo se estima una proyección futura de generación de residuos mayor. La composición de los residuos está integrada principalmente de residuos orgánicos, plásticos, vidrio, papel, cartón, envases tetra-brik, metales y materiales textiles.

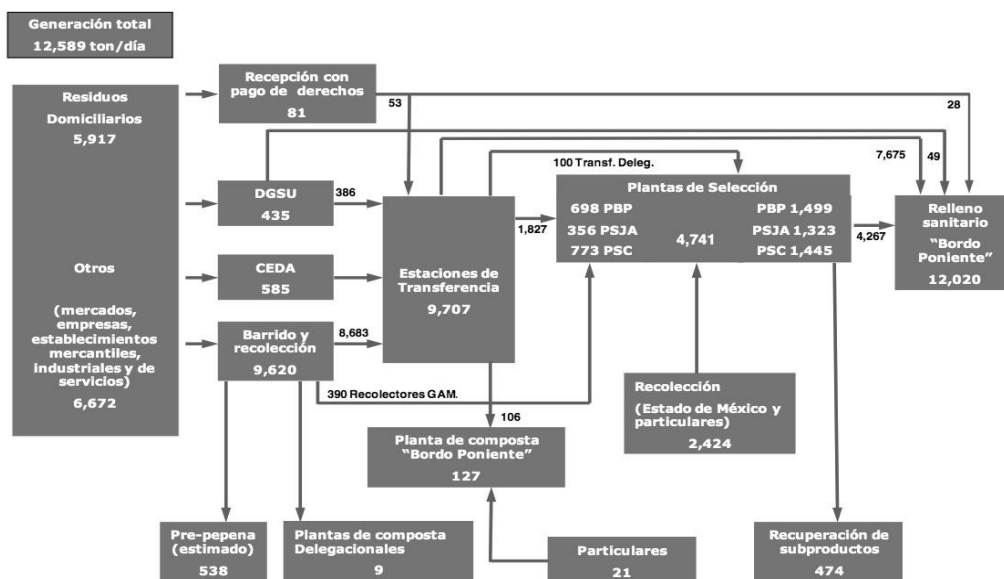
**Figura 7** RSU generados en la Ciudad de México 1997-2011 (millones de toneladas).



Fuente: Construida con información de SEMARNAT, 2014.

El flujo que siguen los RSU desde su generación muestra una clara deficiencia en su manejo y tratamiento (figura 5). Hasta diciembre de 2012, del total de residuos generados el 95.5% fueron enviados al relleno sanitario de Bordo Poniente. Aproximadamente 7,700 toneladas de RSU fueron depositadas directamente en el relleno sanitario sin recibir ningún tipo de tratamiento previo, mientras que las plantas de selección, en donde los procesos de separación y reciclaje deben ser llevados a cabo, recuperan una ínfima parte que representa menos del 5% de los RSU, los cuales son reciclados o reusados. La parte orgánica muestra que solo 127 toneladas de residuos son convertidos en composta, a pesar de que existen 10 plantas de compostaje localizadas dentro del territorio de la Ciudad de México. El tratamiento de la parte orgánica de los residuos es un factor fundamental en un sistema de gestión de RSU. La fracción orgánica de estos residuos puede ser reciclada en su totalidad (Colón *et al.* 2013), sin embargo el sistema aplicado en la Ciudad de México, no considera un tratamiento eficiente para los residuos orgánicos.

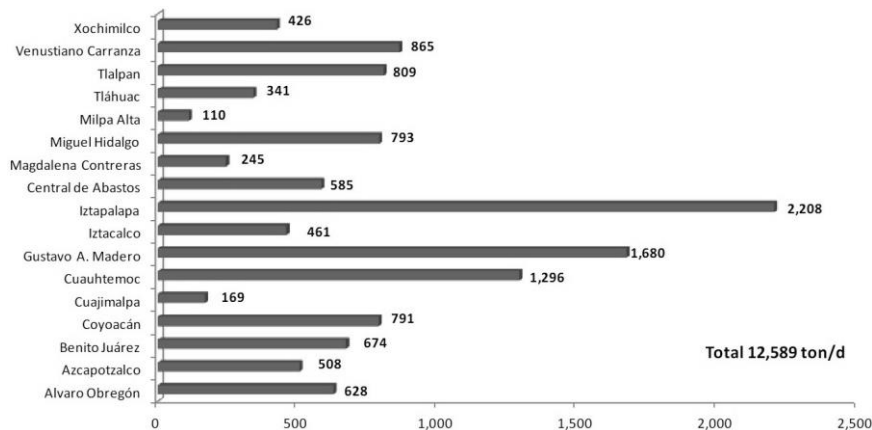
**Figura 7.1** Diagrama de flujo estimado de los RSU en la ciudad de México.



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012.

De acuerdo a la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, más de 40% del promedio total de RSU generados en una urbe son residuos orgánicos. La fracción orgánica está conformada principalmente por residuos de comida y esta oscila entre 14 y 20% (EPA, 2011) sin embargo, en países subdesarrollados tal fracción puede alcanzar niveles superiores al 62% (Sujuddin *et al.*, 2008). Nahman & De Lange (2013) mencionan que los residuos de comida incluyen todo aquel alimento que no es consumido y que es descartado por el consumidor. Los residuos orgánicos pueden ser la causa principal de afectaciones al medio ambiente debido a la formación de lixiviados y gas metano generado bajo condiciones anaeróbicas (Browne *et al.*, 2013).

**Figura 7.2** Generación diaria estimada de RSU por delegación.



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2012.

Como se aprecia en la figura 6, la generación de RSU por delegación muestra que Iztapalapa y Gustavo A. Madero son las entidades con una generación conjunta estimada de 3,888 toneladas diarias. Dichos niveles de generación guardan relación con los niveles de población mostrados previamente en la figura 1, en donde es posible apreciar que en ambos casos, la generación está dada por la cantidad de personas que habitan tales demarcaciones. Sin embargo, la delegación Cuauhtémoc tiene una generación estimada en 1,296 toneladas, con lo que se ubica en la tercera posición, y aun cuando en número de habitantes no figura entre las 5 más pobladas, tal delegación presenta la mayor concentración de empresas, con lo que se demuestra que la generación de RSU guarda también una relación con la actividad empresarial y no solo con las actividades domésticas.

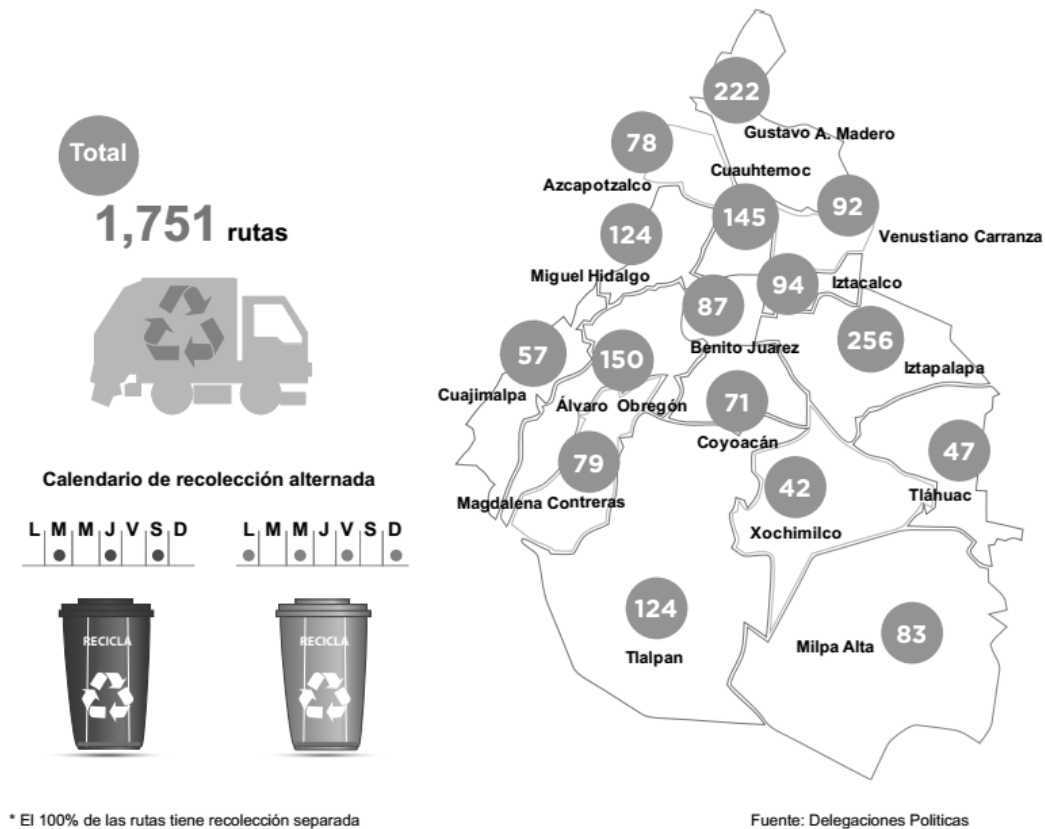
Los mercados de la ciudad representan una fuente mayoritaria de los residuos provenientes del sector comercial. Cabe señalar dos mercados principales dadas sus dimensiones. Por una parte, la Central de Abasto de la Ciudad de México es el mercado más grande de América Latina con una media estimada de mercancía comercializada superior a las 30,000 toneladas lo que representa aproximadamente el 80% de todo el consumo de la ciudad (Díaz, 1989). Por otra parte, el mercado de Nueva Viga es el mercado de mariscos más grande de Latinoamérica y el segundo más grande del mundo con un estimado de 1,500 toneladas de comida de mar comercializada diariamente, nivel que en temporadas de alta demanda puede alcanzar 2,500 toneladas (Paquette & Lem, 2006). La gran cantidad de productos comercializados, implica una generación estimada de 1,100 toneladas de RSU provenientes únicamente de estos dos centros de abasto.

### 7.3 Sistema de Gestión de RSU

La directiva 2008/98/EC de la Comisión de Medio Ambiente de la Unión Europea menciona que la gestión de residuos es "...la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente..." Por otra parte Bontoux & Leone (1997) argumentan que la gestión de residuos está caracterizada principalmente por una falta de involucramiento y una irresponsabilidad del generador del residuo dentro de cualquiera de las etapas que implican la gestión. En un sistema de gestión adecuado, los aspectos involucrados requieren de una participación de agentes económicos, gubernamentales, políticos, administrativos y ambientales (Letcher & Vallero, 2011).

En la Ciudad de México, la gestión de RSU recae completamente en la Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal (SMA-DF) y en la Secretaría de Obras y Servicios (SOS-DF). La infraestructura y equipo utilizado para la gestión incluye la flota de vehículos recolectores, las estaciones de transferencia, las plantas de selección, las plantas de compostaje y los sitios de disposición final. De acuerdo a información de la SMA-DF al 2012 se contaba con una flota de 2,552 vehículos, los cuales operan 1,751 rutas de recolección, incorporando la recolección separada de residuos (figura 7), esto significa que independientemente de la información presentada por la Secretaría del Medio Ambiente, no se tiene una evaluación en campo por parte de supervisores que monitoreen aleatoriamente el cumplimiento del proceso de recolección separada, lo que significa que los datos presentados en el Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2012 no han sido validados ni constatados por una institución independiente del sector gubernamental (basta con realizar un recorrido en campo para observar que no se está cumpliendo la totalidad en la recolección separación), situación que incide en un sesgo de validez de la información, mismo que impide efectuar una planeación donde se enfatice la separación como la fuente de origen de residuos, requerida para facilitar las actividades de reciclaje, siendo las delegaciones con mayor número de rutas las más pobladas.

**Figura 7.3** Rutas de recolección de RSU por delegación



Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2013

En lo que respecta a las estaciones de transferencia, actualmente existen 13 en operación. Una estación de transferencia es utilizada tanto en ciudades con altos índices de población y de generación como en pequeñas comunidades. Las estaciones de transferencia son recomendables para recibir y transportar los residuos directamente desde los puntos de recolección hasta los centros de reciclaje, plantas de tratamiento o sitios de disposición final, los cuales usualmente están localizados a distancias considerables del punto de origen de los residuos (El-Haggar, 2007). En la Ciudad de México existen estaciones de transferencia directa e indirecta, sin embargo en ambos casos, las condiciones de operación son deficientes. Visitas presenciales a las instalaciones demostraron la falta de procedimientos y métodos de operación así como la obsolescencia del equipo y maquinaria utilizada. Las estaciones de transferencia son la fuente principal de información sobre la cantidad de residuos generados, sin embargo, debido al inadecuado funcionamiento de las balanzas de pesaje, las mediciones son basadas en estimaciones que consideran solo la capacidad de los vehículos y no la cantidad real de residuos entrantes. Esta situación implica un sesgo en la información presentada en reportes e informes sobre generación de RSU.

Una situación similar se presenta en las plantas de selección. Una planta de selección es utilizada para la recepción de residuos provenientes de las estaciones de transferencia. Este tipo de instalaciones tiene como objetivo seleccionar material valorable para su reúso o reciclaje.



Las actividades de selección pueden ser llevadas a cabo por diferentes métodos, los cuales pueden incluir: selección a mano, separación por aire, separación mecánica, separación magnética (ODPM, 2004). Sin embargo, el estatus actual de las plantas de selección en la Ciudad de México implica única y exclusivamente la selección a mano. Existe una carencia total de tecnología destinada a la separación de residuos para su reúso o reciclaje. A 2012, existen 3 plantas de selección (Bordo Poniente, San Juan de Aragón y Santa Catarina) con una capacidad instalada de 7,708 toneladas diarias. Es en la operación de las plantas de selección donde aparece uno de los principales problemas dentro del sistema de gestión de residuos en la Ciudad de México, la actividad de los “pepenadores” (del náhuatl *pepena* que significa levantar, recoger). Los pepenadores son un grupo de personas dedicadas a la selección de residuos para su venta en mercados no regulados de materiales de reciclaje. La actividad de los pepenadores implica una difícil coordinación y control de actividades enfocadas a la selección eficiente de residuos y posteriormente a su reciclaje. Esta situación explica parcialmente los bajos niveles de eficiencia de las plantas de selección. De acuerdo a información de la SMA-DF ingresan 4,260 toneladas por día, de las cuales solo el 2.39% de los residuos son recuperados. La deficiencia de las plantas de selección está dada también por la carencia de equipo y falta de procedimientos para la realización ordenada y supervisada de las actividades de separación (figura 8).

**Figura 7.4** Plantas de selección de residuos de la Ciudad de México.



Fuente: David Jaramillo, El Universal, 2012.

Posterior al uso de las plantas de selección, las plantas de compostaje reciben y procesan 2,322 toneladas por día. Actualmente, se encuentran en operación 10 plantas de compostaje ubicadas en la Ciudad de México, de las cuales la más importante por superficie es la del Bordo Poniente con 30,000 metros cuadrados y una capacidad instalada de 912,500 toneladas por año con una producción real de 166,827 toneladas anuales, de las cuales solo salen de planta 11,835 toneladas por año, lo que significa que almacenan inventarios equivalentes al 92.90% de la producción real.

Aunque la última alternativa para la gestión de los RSU son los rellenos sanitarios, el relleno sanitario no es considerado un método de tratamiento de residuos, dado que éstos involucran un cambio en el residuo, el cual pueden incluir modificaciones físicas, químicas o biológicas (Cófrece, 2007), los rellenos sanitarios han sido la única alternativa para la disposición final de los RSU en la Ciudad de México, esto quedó evidenciado en la figura 5, donde se mostró que el relleno sanitario de Bordo Poniente, fue el receptor de casi la totalidad de RSU generados en la Ciudad de México. Aun cuando el uso de rellenos sanitarios ha venido en desuso en países desarrollados, en países en vías de desarrollo aun es altamente utilizado (Letcher & Vallero, 2011).

El relleno sanitario de Bordo Poniente, es el sitio de disposición de residuos más grande de América Latina, con 1,000 hectáreas, y fue habilitado como relleno oficialmente en 1994 previendo su cierre en 2001. Dos años antes de la fecha de cierre la Agencia de Cooperación Internacional de Japón realizó un estudio en donde se recomendó la clausura del relleno y la búsqueda de nuevas alternativas para el tratamiento de residuos. Sin embargo, desde la fecha original en que se tenía previsto el cierre del relleno, el gobierno ha obtenido licencias para la continuación de actividades (Vargas & Vilella, 2013). Sin embargo, se logró la clausura parcial del relleno en diciembre de 2012, lo que ha implicado un cambio de ruta para la disposición final de los RSU.

Diferentes instancias como la Comisión Nacional del Agua y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, han instado al cese total de operación del relleno, dados los altos riesgos ambientales que implica la operación inadecuada de ellos. Un relleno sanitario debe utilizarse solo cuando cualquier otra alternativa para tratamiento y disposición final de residuos ha sido agotada. Los residuos entrantes deben recibir tratamiento adecuado para una disposición final segura, entre las diferentes actividades se pueden listar: minimización, estabilización, eliminación de malos olores, eliminación de propiedades peligrosas, reducción de volumen (Chandrappa & Das, 2012).

Actualmente, Bordo Poniente no funciona como relleno sanitario, solo recibe materia orgánica para ser tratada mediante su planta de compostaje lo que ha generado que el gobierno de la Ciudad de México, busque nuevas alternativas para disponer sus residuos lo cual se muestra la figura 9, donde sobresale la incursión de sector privado en la gestión de RSU.

**Tabla 7.2** Rellenos sanitarios que utiliza la Ciudad de México.

Estado	Relleno	Toneladas por día dispuestas
Estado de México	Cuautitlán	613
	Xonacatlán	287
	Milagro	2,191
	Cañada	2,866
	<b>Subtotal</b>	<b>5,957</b>
Morelos	Cuautla	118
	Tepoztlán	68
	<b>Subtotal</b>	<b>186</b>
Otros	<b>Subtotal</b>	<b>7</b>
<b>Total</b>		<b>6,150</b>

Fuente: Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, 2013.

Sin embargo aun no existe una estrategia factible de cooperación entre la iniciativa privada y el gobierno para tratar los RSU dado que al 2014 y de acuerdo a información de la SOS-DF, el gobierno de la ciudad ha gastado más de 6.2 millones de dólares para el transporte y disposición de aproximadamente 270,000 tonales de basura. La incursión del sector privado debe considerar una participación integral dentro de un sistema de gestión de residuos, enfocado a la minimización y la prevención de la generación de RSU. Existen modelos eficientes a nivel internacional de cooperación entre la iniciativa privada y el sector público orientados al manejo y procesamiento de los RSU que han sido utilizados en ciudades con características similares a la Ciudad de México.

## 7.4 Sistemas de gestión en ciudades determinadas

El sistema de gestión de RSU de la Ciudad de México presenta marcadas deficiencias. A fin de establecer puntos críticos para sustentar una propuesta de mejora, se realizó un análisis de sistemas de gestión en ciudades seleccionadas. Cabe enfatizar que aun cuando existen ciudades con condiciones demográficas y económicas de mayor semejanza a la Ciudad de México, se determinó que el análisis incluiría urbes de países desarrollados con base en los resultados obtenidos en sus diferentes sistemas de gestión de residuos. Las ciudades analizadas incluyeron Londres, Berlín, Tokio y Nueva York y a continuación se presentan los puntos más importantes de cada sistema.

En primera instancia, Londres presenta una generación estimada de 11,000 toneladas diarias de RSU. El sistema de gestión se basa en la creación de autoridades de residuos divididas en cinco zonas que incluyen las 32 delegaciones en que se divide la ciudad. Cada autoridad está encargada de la gestión de los residuos, ya sea mediante operación directa del sistema de gestión o la supervisión de las organizaciones licenciadas para llevar a cabo actividades referentes a manejo de residuos. La primera gran diferencia con el sistema en la Ciudad de México, es la segregación de responsabilidades lo que facilita la gestión. Las autoridades de residuos tienen una figura autónoma, sin embargo el gobierno de Londres define la estrategia principal basada en políticas públicas con objetivos específicos. Las políticas establecidas tienen como objetivo principal reducir a cero el número de residuos enviados a rellenos sanitarios para 2025. Las metas establecidas consideran una fundamental participación del sector privado. El campo de acción de la iniciativa privada involucra todas y cada una de las etapas del sistema de gestión de RSU. Cory Environmental y Terra Firma Capital Partners son dos de las principales empresas que operan en Londres. Su participación implica el manejo y administración de instalaciones para manejo de residuos, las cuales incluyen: estaciones de transferencia, centros de reúso y reciclado, plantas de generación de energía a partir de residuos, rellenos sanitarios. En este último punto es importante mencionar la existencia de un impuesto especial por el uso de rellenos sanitarios, tal iniciativa ha reducido significativamente el uso de este tipo de instalación. El impuesto sobre rellenos sanitarios es una cuota pagada por empresas privadas y autoridades de residuos. El cobro es realizado por cada tonelada depositada en el relleno y en concordancia con el tipo de residuo, para residuos inertes la cuota es de £2.50 (aproximadamente 52 pesos mexicanos) y para residuos de otras características £64 (aproximadamente 1,340 pesos mexicanos), dichas cuotas tienen previsto aumentar cada año hasta llegar a un máximo de £8 y £80 por tipo de residuos respectivamente.

Berlín genera un estimado de 2,740 toneladas diarias de RSU donde el 70% proviene de actividades domésticas. En contraste con la Ciudad de México, la cantidad de residuos generados en Berlín decrece cada año, resultado de la eficiencia en el sistema de reciclaje y prevención instaurado desde 1974. Sin embargo, el caso de Berlín presenta la particularidad de que su sistema de gestión recae en una única compañía encargada de la gestión de residuos provenientes de casa-habitación. La BSR por sus siglas en Alemán, es la dependencia gubernamental del sistema de limpieza. Por ley, los habitantes de Berlín deben utilizar los servicios de la BSR, solo las empresas pueden optar por la contratación de servicios privados. La estrategia para manejo de residuos, al igual que la utilizada en Londres, tiene como fundamento las directivas emitidas por la Unión Europea. Por ende, en Berlín la prioridad se centra en la prevención de la generación. Para tal caso, la legislación considera la responsabilidad del generador del residuo y aplica una serie de cuotas por el uso de servicios. Desde 2003 existe una cuota de depósito por bebidas en envases desechables, lo que ha propiciado el uso de retornables. La legislación aplicable contempla la creación de programas de multas que fortalezcan las acciones de control de residuos. De igual manera la legislación prevé la prohibición en el uso de rellenos para residuos que no haya recibido un tratamiento previo que garantice su inocuidad al medio ambiente.

En 2009 los rellenos sanitarios que no cumplieron las disposiciones legales de prevención de riesgos ambientales, fueron cerrados. La meta de cero residuos enviados a rellenos tiene al 2020 como límite, dado que los niveles de reciclaje han alcanzado hasta un 75% de eficiencia y la efectividad de las plantas de energía esta demostrada, la meta parece claramente alcanzable. Por otro lado el sistema de recolección se basa en cuotas pagables por el usuario. La ley establece que cada vivienda, puede entregar al sistema de limpia un contenedor de 30 litros cada 14 días sin costo, sin embargo si se excede este limite el generador tendrá que pagar una cuota que puede ir desde los €64.08 hasta los €309.34 (aproximadamente 1,153 y 5,568 pesos mexicanos) en función del tipo de contenedor, de igual forma, existe una cuota extra estándar es de €15.30 pagable si los contenedores se encuentran a una distancia mayor a 15 metros. La limpia de calles implica igualmente un costo de €0.1114 por calle.

En el caso de Tokio se presenta una generación estimada de 12,190 toneladas RSU, de los cuales el 23% es dispuesta en rellenos sanitarios. La Autoridad Metropolitana de Tokio (AMT) es la encargada de administrar el sistema de gestión. Tokio ha conseguido disminuir casi 2 millones de toneladas de RSU generados por año desde 1989, donde los niveles alcanzan los 6.1 millones de toneladas. Y debido a la ley de reciclaje de construcción, el reciclaje de materiales de concreto ha alcanzado un 99%. La reducción en la generación ha comenzado a materializarse después del cambio del marco legal aplicable en 1989. Lo que demuestra que toda iniciativa tiene que estar fundamentada con legislación competente. La recolección de los RSU se basa en la categorización de los residuos en: Residuos combustibles, Residuos no combustibles, Residuos reciclables, Residuos voluminosos. Cada tipo de residuo debe ser colocado en bolsas específicas que señalan el tipo de residuo y las cuales son brindadas por el sistema de limpia. Si el residuo no esta en la bolsa especial, no es recolectado, y para la recolección de residuos voluminosos es necesario solicitar el servicio que tiene un costo adicional o bien solicitar al fabricante o al establecimiento de compra, que retire el residuo en cuestión. El sistema de gestión se basa en el uso de incineradores, actualmente existen 21 incineradores en Tokio y un relleno sanitario, Tokyo Bay, compuesto de diversos bloques. La participación del sector privado ha aumentado considerablemente en años recientes, esto debido principalmente a los altos costos por la recolección, transporte, tratamiento y disposición final por tonelada de residuo que puede alcanzar los ¥59,130 (aproximadamente 9,490 pesos mexicanos). Dada esta situación la AMT puso en marcha el Súper Proyecto de la Ciudad Ecológica de Tokio en cual busca incrementar la participación del sector privado, el proyecto inicio en 2002 y para 2010 ya existían 8 compañías establecidas y enfocadas principalmente en plantas de generación de energía a partir de biogás. De igual forma, se creó un sistema de certificación para empresas en general que incentivaran la reducción y el manejo adecuado de residuos.

La ciudad de Nueva York genera un estimado de 13,000 toneladas de RSU al día. Con una población de 8,244,910 de acuerdo al censo de 2009, Nueva York presenta una gran similitud con la Ciudad de México. De igual forma, gran parte de la estrategia de manejo de residuos se centró en la operación de un relleno sanitario de grandes proporciones, Fresh Kills. El relleno cerró en 2001 pero la estrategia persiste, ya que el gobierno de Nueva York utiliza rellenos ubicados en ciudades cercanas. El costo por la transportación de residuos a los rellenos sanitarios puede alcanzar hasta 100 dólares por tonelada. Lo que, de acuerdo con el Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York, el costo total por uso de relleno sanitarios ha amentado más de 100 millones de dólares en 7 años. El plan diseñado por el Departamento de Conservación Ambiental (DEC por sus siglas en Ingles) ha sido llamado "Beyond waste" y tiene como meta el reducir de 1.85kg de RSU por persona en 2012 a 0.27kg in 2030. El plan se sustenta en 4 políticas principales: 1) Legislación enfocada a la prevención de residuos, 2) Campaña de información para instruir a ciudadanos y empresarios sobre como reducir y reciclar RSU, 3) Políticas públicas especiales y programas enfocadas el reciclamiento de comida y materiales orgánicos, 4) Incentivar el uso de envases retornables y el uso de productos menos tóxicos mediante regulación a los fabricantes.

De acuerdo al plan diseñado, cada vecindario u organización es libre de desarrollar sus propias estrategias para la gestión de residuos siempre que se apeguen a las políticas principales. El plan contempla la creación de unidades locales de planeación sobre gestión de RSU, las cuales pueden estar integradas por la sociedad en general y cuya función principal es monitorear la efectividad de las estrategias formuladas mediante la emisión de reportes ante el DEC.

La figura 10 muestra los puntos más importantes de cada uno de los sistemas analizados para resaltar similitudes con la Ciudad de México. La Ciudad de México presenta niveles de generación superiores, sin embargo, el sistema recae en el uso de rellenos sanitarios. Los sistemas en las ciudades analizadas presentan aspectos que pueden ser aplicados en la Ciudad de México, y en todos los casos el sector privado prevalece como una constante en los sistemas de gestión de residuos.

**Tabla 7.3** Aspectos principales de los sistemas de gestión de RSU por ciudad.

Ciudad	Población 1. Ciudad 2. Área Metropolitana	Generación (Anual)	Estrategia principal	Iniciativas sobresalientes	Participación del sector privado	Puntos débiles
Ciudad de México	1. 8,851,080 2. 20,116,842	4,891,000	Relleno sanitarios	- “Mercado de basura” (nivel local)	Inexistente, solo existe una participación para el aproximadamente 3.2% de los residuos	Legislación Programas Reciclaje Pepenadores
Londres	1. 8,174,100 2. 13,709,000	4,015,000	Relleno sanitario Plantas de generación de energía	- Impuesto a rellenos sanitarios - Premios Ciudad Limpia	Alta participación en todas las etapas de gestión.	Altos costos
Berlín	1. 3,515,473 2. 6,000,000	1,000,000	Reciclaje	- Efectividad de BRS - Programa de contenedores	Alta participación en reciclaje y tratamiento de residuos para generación de energía.	Altos costos
Tokio	1. 13,185,502 2. 35,682,460	4,450,000	Incineración	- Súper Proyecto de Ciudad Ecológica	Nivel intermedio con altas expectativas de crecimiento dado el proyecto ciudad ecología.	Reciclaje
Nueva York	1. 8,244,910 2. 18,897,109	4,745,000	Exportación de residuos a rellenos sanitarios	- Unidades locales de planeación para gestión de RSU	Alta participación pero sin un esquema planeado de gestión.	Planeación Participación

Fuente: Elaboración propia.

## 7.5 Conclusiones

El análisis realizado permitió diagnosticar el sistema de gestión de residuos sólidos de la Ciudad de México. En primera instancia se demostró que la Ciudad de México cuenta con una economía dinámica soportada por la actividad de empresas del sector comercial y de servicios; por ende, el panorama económico es alentador para soportar la idea de la incursión del sector privado en las actividades de gestión de residuos. La estabilidad de la economía de la ciudad, es un factor determinante para fomentar la inversión privada en áreas destinadas al desarrollo sustentable y a la mejora de los servicios públicos.

Por otro lado, el análisis al actual sistema de gestión de RSU, concluyó que la estrategia actual carece de una planeación fundamentada con datos duros validados en campo por instituciones independientes al gobierno, que contemple a los actores involucrados y reconozca las responsabilidades y riesgos ambientales que conlleva un ineficiente manejo de residuos. El problema de la basura ha superado las capacidades técnicas y financieras del gobierno en la Ciudad de México. Es importante la diversificación de opciones para el tratamiento y manejo de residuos. El uso de rellenos sanitarios debe entrar en desuso en años subsecuentes dadas las importantes afectaciones al medio ambiente. Como se demostró en el análisis a sistemas en otras ciudades, los rellenos sanitarios no deben ser considerados dentro de los planes de gestión de residuos posteriores.

Igualmente la infraestructura y el equipo utilizado demostraron ser obsoletos y deficientes para el manejo de altas cantidades de residuos. Es imperativa la inversión del sector privado que pueda solventar los altos costos de modernización y operación de las instalaciones existentes, así como la adquisición de nuevas tecnologías para diversificar los métodos de tratamiento y contemplar la opción de las plantas de generación de energía por biogás. La rentabilidad del negocio de gestión de residuos ha sido demostrada en ciudades similares a México. El caso de Londres, Berlín, Nueva York y Tokio ejemplificaron la cooperación entre el gobierno local y el sector privado en aras del trabajo conjunto, así como la búsqueda de alta eficiencia en un sistema de gestión de RSU. De igual manera el análisis a los sistemas de las ciudades mencionadas permitió identificar factores que pueden ser tomados como modelo en el diseño de nuevos programas integrales de manejo de residuos. Cabe señalar que varios aspectos deben ser considerados antes de abrir totalmente la participación del sector privado, es central la revisión, actualización y ampliación del marco normativo para sustentar cualquier iniciativa futura. La existencia de leyes y reglamentos detallados e integrales es un factor clave en la eficacia de un sistema de gestión, prueba de esto es el caso analizado de Tokio, donde la mejora de la legislación conllevó en el largo plazo a una reducción significativa en los residuos generados. De igual manera en Berlín y Londres, la plétora de directivas ambientales sustenta las políticas públicas y proyectos sobre manejo de residuos.

La mejora del sistema de gestión de residuos en México debe ser un foco de atención para el gobierno. Las acciones emprendidas deben de considerar una efectividad en el mediano y largo plazo. La ciudad ha demostrado tener un contexto económico competente para fomentar gradualmente la inversión privada en actividades de gestión de residuos.

Es labor del gobierno local el instrumentar programas detallados de cooperación con el sector privado para obtener resultados en el mediano y largo plazo. No es posible esperar un resultado inmediato en la mitigación del problema de la basura, sin embargo es imperativo el desarrollo inmediato de planes alternativos los cuales deben ampliar y regular la participación del sector privado en el sistema de gestión de residuos sólidos en la Ciudad de México.

## 7.6 Referencias

- Chandrappa, R.; Das, D., *Solid Waste Management. Principles and Practice*, Springer, 2012, 414 p.
- El\_Hagggar, S., *Sustainable Industrial Design and Waste Management*, Elsevier, 2007, 401 p.
- Letcher, T.; Vallero, D., *Waste: A handbook for Management*, Amsterdam, Elsevier Academic Press, 2011, 604 p.
- Browne, J.; Allen, E.; Murphy, J., “Improving hydrolysis of food waste in a leach bed reactor”, *Waste Management*, Elsevier, No. 11, Vol. 33, Año 2013, pp. 2470–2477.
- Colón, J.; Mestre-Montserrat, M.; Puig-Ventosa, I.; Sánchez, A., “Performance of compostable baby used diapers in the composting process with the organic fraction of municipal solid waste”, *Waste Management*, Elsevier, No.5, Vol. 33, Año 2013, pp. 1097–1103.
- García, R., “Políticas Públicas alternativas: Propuesta entorno al manejo y aprovechamiento del agua y el oxígeno en la Ciudad de México y su Zona Metropolitana ZMCM”, *REDPOL*, No. 1, Año 2008, pp. 1-51.
- Nahman, A.; De Lange, W., “Costs of food waste along the value chain: Evidence from South Africa”, *Waste Management*, Elsevier, No. 11, Vol. 33, Año 2013, pp. 2493–2500.
- Sujauddin, M.; Huda, S.M.S.; Hoque, R., “Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh”, *Waste Management*, Elsevier, No. 9, Vol. 28, Año 2008, pp. 1688–1695.
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal, *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*, Ciudad de México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México, 2003, 100 p.
- BANXICO [En línea], Banco de México Consultado el Marzo de 2014 en: [www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)
- Bontoux, L.; Leone, F., *The Legal Definition of Waste and its Impact on Waste Management in Europe*, Sevilla, Institute for Prospective Technological Studies for the Committee for Environment, Public Health and Consumer Protection, 1997, 119 p.
- Cófrece, C., *Distintas tecnologías de tratamiento para los residuos ganaderos y de las industrias agroalimentarias aplicado al caso concreto de Castilla y León*, Cuellar, Instituto Tecnológico Agrario, 2007.
- INEGI [En línea], Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Consultado en Febrero de 2014 en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
- Jaramillo, D., *El Universal* [En línea], El largo camino de la basura, 2012, Recuperado el Abril de 2014 en: [http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra\\_fotogaleria.html?idgal=11018](http://fotos.eluniversal.com.mx/coleccion/muestra_fotogaleria.html?idgal=11018)
- EPA - United States Environmental Protection Agency, EPA [En línea], *Waste Transfer Stations: A Manual for Decision-Making*, Environmental Protection Agency, Junio de 2002, Recuperado el 20 de Marzo de 2014 en: <http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/r02002.pdf>
- Hawksworth, J.; Hoehn, T.; Tiwari, A., PWC [En línea], Which are the largest city economies in the world and how might this change by 2025?, PricewaterhouseCoopers, 2009, Recuperado el 15 de Abril de 2014 en: [http://www.pwc.com/en\\_GX/gx/psrc/pdf/ukeo\\_largest\\_city\\_economies\\_in\\_the\\_world\\_sectioniii.pdf](http://www.pwc.com/en_GX/gx/psrc/pdf/ukeo_largest_city_economies_in_the_world_sectioniii.pdf)

OECD [En línea], Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico Consultado en Marzo de 2014 en: <http://www.oecd.org/>

ODPM Iwarb [En línea], Planning for Waste Management Facilities. A Research Study, London Waste and Recycling Board, 2004, Recuperado el 22 de Marzo de 2014 en: <http://www.lwarb.gov.uk/UserFiles/File/Best%20Practice/Planning%20for%20Waste%20Management%20Facilities%20-%20A%20Research%20Study.pdf>

Paquotte, P.; Lem, A., Seafood markets and trade: A global perspective and an overview of EU Mediterranean countries. Options Méditerranéennes, Options Méditerranéennes, Serie B, International Centre for Advanced -Mediterranean Agronomic Studies, 2006, pp. 43-55.

Parlamento Europeo, EURO-Lex [En línea], DIRECTIVE 2008/98/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL, El acceso al Derecho de la Unión Europea, 19 de Noviembre de 2008, Recuperado el 27 de enero de 2014 en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:312:0003:0030:en:PDF>

Vargas, J.; Vilella, M., GAIA [En línea], From Bordo Poniente to CEMEX: the CDM's support for waste incineration in cement factories, Global Alliance for Incinerator Alternatives, Enero de 2013, Recuperado el 6 de Mayo de 2014 en: [http://www.no-burn.org/downloads/From%20Bordo%20Poniente%20to%20CEMEX%20\\_final.pdf](http://www.no-burn.org/downloads/From%20Bordo%20Poniente%20to%20CEMEX%20_final.pdf).

Secretaría del Medio Ambiente, Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2012, Ciudad de México, 2013.

SEDEMA [En línea], Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, Consultado en Marzo de 2014 en: <http://www.sedema.df.gob.mx/>

SEMARNAT [En línea], Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Consultado en Febrero de 2014 en: <http://www.semarnat.gob.mx/>

SIEM [En línea], Sistema de Información Empresarial Mexicano, Consultado en Marzo de 2014 en: <http://www.siem.gob.mx/siem/>

SOBSE [En línea], Secretaría de Obras y Servicios Consultado en Marzo de 2014 en: <http://www.obras.df.gob.mx/>



## **Crecimiento económico en función de la formación bruta de capital, internet, fibra óptica y empleo en México**

Martha Jiménez, María Tavera y Francisco Pérez

M. Jiménez, M. Tavera y F. Pérez

Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA). Av. Té No. 950 esquina Resina, Col. Granjas México, C.P. 08400, Delegación Iztacalco, Distrito Federal, México.

Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA). Av. Té No. 950 esquina Resina, Col. Granjas México, C.P. 08400, Delegación Iztacalco, Distrito Federal, México.

Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56235. México.

majimenez@ipn.mx.

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

The World Bank (2012) has recognized the need for promote Information and Communication Technologies (ICT) skills in all sectors, because a 10% internet connections increases was associated with a 1.38% increase in GDP. Also, the Organization for Economic Cooperation and Development (2009) pointed that a high level of internet generates a growth of 2% of GDP. Whereas ICT internet has had a positive effect on economic growth, the relationship of the gross capital formation, the cost of internet, the kilometers of optical fiber and the economically active population was investigated, in order to assess the impact in Mexico. We worked with an historical data series, from 1991 to 2010, based on the econometric method of Ordinary Squared Minimums (MCO, for its acronym in Spanish). A mathematical function based on Schumpeter's theory was considered. Looking into the relation between the study variables, it was observed a positive impact, thereby proving the examined theory, due to the inclusion of fiber optic as a means of transmitting data, considering this latter as an immaterial force about the processes of production

## 8 Prólogo

El Banco Mundial (2012) indica que es necesario fomentar las habilidades de las TIC en todos los sectores y transferirlos al mercado, a través de programas nacionales de tecnología, plataformas abiertas de cooperación y fondos de innovación que puedan ayudar al crecimiento de habilidades. El Banco Mundial realizó un análisis econométrico, para esto utilizó un panel de 120 países y encontró que un aumento de 10 puntos porcentuales en las conexiones a internet de alta velocidad impulsa el crecimiento anual del PIB en los países en desarrollo en 1.38 % Banco Mundial (2012), por otro lado Buttkeireit, *et al.* (2009) estimaron que un 10 % de aumento de internet en los hogares proporciona un incremento al PIB, que oscila entre un 0.1 a 1.4. Asimismo, un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, elaborado por Booz & Company (2009) , expuso que los países de altos ingresos que tienen un nivel alto de penetración de banda ancha han generado un crecimiento de un 2 % del PIB.

Asimismo se considera importante el uso de las TIC en las ciencias económicas, debido a que el progreso tecnológico fomenta el crecimiento económico y relaciona a la innovación tecnológica como motor del crecimiento (Solow,1956; Romer, 1990; Piedrahita, 1990; Freeman y Soete, 1997). Existen investigaciones diversas (Neira, 2007; Reynolds, 2009; West, 2011; Işık, 2013, Ahmed y Rahim, 2013), que demuestran que existe una fuerte relación entre la inversión en tecnología de la información para generar crecimiento económico.

En cuanto a la importancia de la banda ancha, en Grecia Skordili (2008) comentó que el internet es una variable de importancia en el crecimiento. Buttkeireit *et al.* (2009) realizaron un análisis descriptivo en Europa Occidental y estimaron que un aumento de internet en los hogares proporciona un incremento al PIB, ya que el internet incrementa el capital humano, mejora los servicios de salud y crea nuevas oportunidades de ingresos en las zonas más pobres y remotas del mundo. Asimismo en un estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico elaborado por Friedrich *et al.* (2009) se encontró que los países de altos ingresos con nivel alto de penetración de banda ancha, han generado un crecimiento del PIB. Por su parte Khalil *et al.* (2009)

Estimaron a través de un modelo de crecimiento endógeno, el impacto de la penetración de banda ancha en la tasa de crecimiento promedio del PIB per cápita entre 1980 y 2005; sus resultados muestran que un incremento de 10 puntos porcentuales en la penetración de banda ancha llevan a un crecimiento adicional en el PIB de 1.21 puntos porcentuales para países desarrollados y 1.38 para países en desarrollo. Katz *et al.* (2010) indicaron que la inversión en tecnología de banda ancha en el trabajo y la producción económica Alemana es justificada por los importantes beneficios que se generarían, en términos de empleo y crecimiento, del PIB. Ark *et al.* (2011) comentan que la integración de equipos de telecomunicación con prestaciones de banda ancha ha dado un empuje adicional a las oportunidades para la inversión y el crecimiento económico. Mayo y Wallsten (2011) encontraron que los modelos teóricos y empíricos que distribuyen de una manera adecuada a las rutas de micro-transmisión en banda ancha, pueden mejorar la producción económica, el empleo y la productividad.

Pohjola (2000) investigó los efectos de la inversión en tecnología de la información en el crecimiento económico, en una sección transversal de 39 países en el período 1980 -1995 mediante la aplicación de un modelo explícito de crecimiento económico. Los resultados indicaron que el capital físico es un factor clave en el crecimiento económico en los países tanto desarrollados como en desarrollo. West (2011) investigó dos representaciones de la tecnología: generación de innovación y creación de la prosperidad económica, y recomendó que se fomente una economía de la innovación, el autor concluye que se puede construir una economía de la innovación y sostener una prosperidad a largo plazo.

Edwards (2001) investigó el papel de la tecnología de información de internet y la nueva economía de Latinoamérica y analizó los canales por los que la tecnología de internet y la información pueden ayudar a impulsar el crecimiento de la productividad y el rendimiento económico general. Edwards sostuvo que, para sacar el máximo provecho de esta nueva tecnología, los países de América Latina necesitan grandes inversiones en áreas "complementarias", incluida la investigación, el desarrollo, la educación y la infraestructura. También sustentó que si los países de la región no implementan importantes reformas institucionales y económicas, la inversión en tecnología de la información tendría un efecto pequeño sobre el crecimiento.

Dedrick, Gurbaxani y Kraemer (2003) indicaron una evidencia importante en el impacto de la inversión en TIC de la productividad laboral y el crecimiento económico. También demostraron que la productividad del trabajo ha aumentado más en industrias que utilizan más intensivamente las TIC. Asimismo, Venturini (2009) estudió el impacto del crecimiento de capital digital en los EE.UU. y 15 países de la Unión Europea, desde una perspectiva de largo plazo. Estimó la elasticidad de la producción con respecto a las TIC dentro de un marco de función de producción, por medio de un análisis de cointegración. El resultado fue que el capital TIC impulsa significativamente el crecimiento del PIB. Mayo y Wallsten (2011) analizaron en Estados Unidos la relación con las externalidades del internet y el crecimiento económico, que están asociados con la implementación de una infraestructura de internet de banda ancha. Los autores encontraron que los modelos teóricos y empíricos que distribuyen de una manera adecuada a las rutas de micro-transmisión en banda ancha, pueden mejorar la producción económica, el empleo y la productividad.

Suárez (2004) mencionó la teoría de Schumpeter la cual considera el proceso de producción como una combinación de fuerzas productivas, compuestas por fuerzas materiales (factor trabajo, factor tierra y factor capital – “medios de producción producidos”) y fuerzas inmateriales (“hechos técnicos” y los “hechos de organización social”), que, al igual que los factores materiales, también condicionan la naturaleza y el nivel del desarrollo económico y se basa en la ecuación 1.

$$PIB = F(FP, T, ASC)$$

Donde:

PIB: Producto Interno Bruto,

FP son los factores productivos, denominados por Schumpeter factores materiales del proceso de producción, mientras que

T y ASC son denominados por el mismo autor como fuerzas inmateriales del proceso de producción.

De esta manera, para Schumpeter, el aumento de la producción depende de la tasa de cambio de los factores productivos, la tasa de cambio de la tecnología y la tasa de cambio del ambiente socio-cultural.

Ahmed y Ridzuan (2013) estudiaron el impacto de las TIC en el crecimiento económico, basado en una función de producción estándar que consta de capital y de trabajo, la inversión en Telecomunicaciones la utilizó como proxy para medir la contribución de las TIC como nueva variable independiente al crecimiento de la producción en Malasia, Tailandia, Singapur, Indonesia, Filipinas, Japón, Corea y China encontrando una relación positiva con el PIB entre el trabajo, el capital y la inversión en telecomunicaciones, asimismo los autores concluyen que las TIC han jugado un papel importante como motor de crecimiento para el desarrollo sustentable y sugieren ampliar su cooperación con China, Japón y Corea a través de un intercambio de conocimientos, especialmente en el área de las TIC.

El objetivo de este trabajo fue demostrar que las variables como la formación bruta de capital, las telecomunicaciones basadas en el internet con ancho de banda, la inversión en fibra óptica para la transmisión de datos y el capital humano caracterizado por la población económicamente activa, inciden en el crecimiento del PIB.

## 8.1 Métodos

La investigación se realizó en México, se utilizaron datos de estadísticas del INEGI y el Banco de México, los datos económicos están en pesos reales. Se consideró una muestra para los años de 1991 al 2010. El modelo econométrico se estimó mediante mínimos ordinarios, con el procedimiento MCO de SAS (SAS Institute Inc, 2002) versión 9.0.

Se generó un modelo mediante regresión lineal múltiple, partir del método mínimos cuadrados ordinarios. El análisis realizado se basa en el uso de un estadístico denominado valor-p o P-Value, el cual corresponde a la probabilidad de aceptar la hipótesis nula, comparada con el nivel de significancia  $\alpha$  (se utilizó  $\alpha= 0,05$ ). A continuación se presenta la secuencia lógica para efectuar el análisis de regresión lineal múltiple:

1. Selección de variables. Debido a que no se conoce cuáles son las variables influyentes en el incremento del PIB, se utilizó una matriz de correlación de Pearson para establecer una primera aproximación sobre la determinación de las variables independientes.
2. Análisis de Regresión. En esta parte se determinó el valor de los coeficientes y se obtuvieron los estadísticos básicos para analizar el modelo: coeficiente de determinación ( $R^2$ ), coeficiente de determinación ajustado ( $R_a^2$ ), el error estándar de la estimación y la aportación de cada variable en el modelo.

3. Supuestos acerca del error. Se verificaron tres supuestos básicos contemplados en el método de mínimos cuadrados ordinarios: normalidad, media igual a cero y homocedasticidad. Se realizó una gráfica de residuales, la cual presenta una forma normal, pues muestra una forma de banda horizontal, lo que hace suponer que el modelo ajustado es adecuado y se aprecia que se tiene una varianza constante y una media cero, lo que implica normalidad en los datos.

Se propone un modelo de regresión lineal múltiple que contiene como variable endógena el Producto Interno Bruto y como variables exógenas la formación bruta de capital, el costo del internet, los kilómetros de fibra óptica y la población económicamente activa.

El trabajo es especificado a través del modelo de Schumpeter. Considerando la función de producción que se indica en la ecuación 2:

$$PIB = F(FBK, CstInt, KmFOP, PEA) \quad (8.1)$$

Donde:

PIB: Producto Interno Bruto

FBK: Cambio en la Formación Bruta de Capital

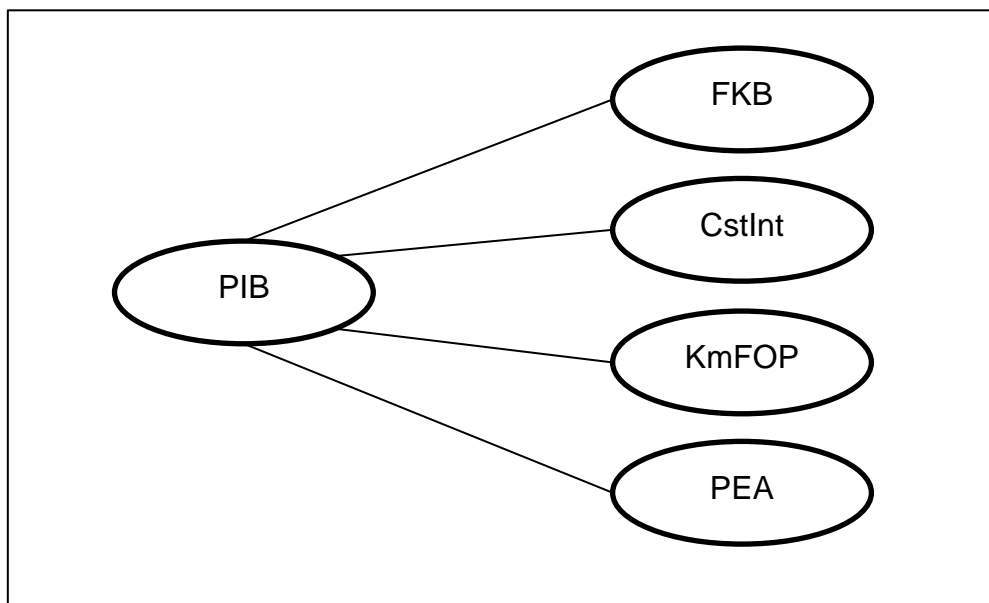
CstInt: Índice del Costo del Internet

KmFOP: Ambiente cultural (Índice de kilómetros de Fibra Óptica)

PEA: Tasa de cambio en la Población Económicamente Activa

Gráficamente, la variable endógena se relaciona con las variables exógenas como se muestra en la figura 1.

**Figura 8** Modelo econométrico: variable endógena y variables exógenas.



Fuente: Elaboración propia.

En adición, la descripción y relación de cada variable se explica en la figura 2.

**Tabla 8** Explicación de las variables del modelo econométrico.

Variable	Descripción	Tipo y relación
Pib (y)	Producto interno bruto en pesos reales (en logaritmos)	Endógena
Fbk (x <sub>1</sub> )	Incluye la formación bruta de capital fijo y la variación de existencias en un periodo dado (medida en tasa de cambio). Formación bruta de capital fijo: representa el valor de los bienes duraderos que las unidades institucionales adquieren para incrementar sus activos fijos que utilizan en los procesos de producción por un período mayor de un año.	Exógena, se relaciona con la variable pib, por indicar el valor de los bienes duraderos y el aumento o disminución en los inventarios de bienes que no forman parte del capital fijo y que poseen las unidades institucionales.
Cstint (x <sub>2</sub> )	Costo del internet en pesos reales, representado en forma de índice.	Exógena, se relaciona con la variable pib, pues hoy en día es un insumo necesario para la productividad laboral y la obtención de bienes finales (pib).
Kmfop(x <sub>3</sub> )	Kilómetros de fibra óptica, la cual funciona para llevar un mayor ancho de banda en el uso del internet, se representa en forma de índice.	Exógena, se relaciona con la variable pib, pues es un insumo que favorece las telecomunicaciones de forma más eficiente para todas las actividades en general, lo cual puede incrementar la productividad y la comercialización de bienes finales (pib).
Pea (x <sub>4</sub> )	Población económicamente activa, la cual se representa en forma numérica como porcentaje de la tasa de cambio.	Exógena, se relaciona con la variable pib, pues es el trabajo forma parte de la función de crecimiento económico
U <sub>1</sub>	Error de estimación	

Fuente: Elaboración propia.

Y en la ecuación 3, se muestra el modelo teórico propuesto para el análisis.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + U_1 \quad (8.2)$$

## 8.2 Resultados

Estimación por el método de mínimos cuadrado. Los resultados obtenidos del modelo de regresión múltiple son los siguientes:

Análisis de correlación. En la figura 3 se presentan las correlaciones de Pearson con respecto a la variable endógena (Producto Interno Bruto), como un análisis exploratorio de las variables exógenas con el objeto de observar su influencia sobre el crecimiento económico en México.

**Tabla 8.1** Análisis de correlación.

Variable	Coeficiente de correlación de Pearson (valor p)	
FBK (Formación Bruta de Capital)	0.9689	(<.0001)
InCstInt (Costo del internet)	0.8823	(<.0001)
IndKmFOP (Km de fibra óptica)	0.9686	(<.0001)
PEA (Población Económicamente Activa)	0.9872	(<.0001)

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos del análisis.

Una vez que se establecieron las variables que presentan un mayor coeficiente de correlación de Pearson (FBK, InCstInt, IndKmFOP y PEA) en relación con el crecimiento económico en México (PIB) se procede a realizar el modelo con las aportaciones de las variables mostradas.

Estimación de los parámetros de regresión. Una vez que se determinaron las variables que tienen mayor incidencia en el crecimiento económico, se obtuvieron los parámetros de regresión, coeficientes de determinación y el error estándar de la estimación (Figura 4).

**Tabla 8.2** Estimación de los parámetros de regresión.

Variable dependiente: PIB (Producto Interno Bruto)				
Parámetro	Estimación	Error estándar	t	valor-p
Intercepto	28.9837	0.0536	540.47	<.0001
FBK	0.0401	0.0065	6.11	<.0001
InCstInt	0.0102	0.0051	2.04	0.0597
IndKmFOP	0.0211	0.0048	4.36	0.0006
PEA	0.0082	0.0026	3.17	0.0064
R <sup>2</sup> : 98.65% Ra <sup>2</sup> : 98.29%; Error estándar de la estimación: 0.0211; F: 274.34 <0.0001				

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos del análisis.

En modelo teórico propuesto en la ecuación 3, donde se establece la especificación general para estimar los parámetros de regresión para calcular el intercepto y las variables independientes (como se aprecia en los valores-*P* en la figura 4), permite establecer la estimación del modelo como se define en la ecuación 4:

$$PIB = 28.9837 + 0.0401FBK + 0.0102InCstInt + 0.0211IndKmFOP + 0.0082PEA \quad (8.3)$$

El valor t del intercepto es un poco elevado, por lo tanto el valor de la constante (28.9837) explica parte de la variación presente en la variable PIB y que no explican las variables independientes involucradas en el modelo. De igual modo, puede asegurarse, por los coeficientes de regresión obtenidos en el modelo que influyen en el PIB, que tales factores aportan estadísticamente a la explicación del modelo de forma adecuada. Asimismo, la probabilidad de encontrar una F tabular mayor a la F calculada es demasiado baja, menor a 0.01%, por lo que con base en la prueba de F, el modelo funciona adecuadamente y se rechaza la hipótesis nula, con un nivel de confiabilidad del 0.0001, de que los coeficientes del modelo tienen un valor de cero.

Finalmente se calcularon las elasticidades del modelo, mismas que se presentan en la figura 5.

**Tabla 8.3** Estimación de las elasticidades del modelo.

Variable dependiente: PIB (Producto Interno Bruto)		
Variable	Elasticidad	Valor obtenido
FBK	$\mathcal{E}_{FBK}^{PIB}$	0.032548
InCstInt	$\mathcal{E}_{cst\ int}^{PIB}$	0.0259
IndKmFOP	$\mathcal{E}_{indkmfop}^{PIB}$	0.02966
PEA	$\mathcal{E}_{PEA}^{PIB}$	0.0028775

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos del análisis.

### 8.3 Discusión

El modelo teórico de Schumpeter propuesto en la ecuación 2, nos permite analizar la incidencia que tiene el cambio tecnológico en el crecimiento económico, al especificar el modelo en la ecuación 4, se muestra como el coeficiente de la formación bruta de capital, el costo del internet, el kilómetro de fibra óptica y la población económicamente activa tienen un efecto positivo en el PIB, que se traduce en un crecimiento del mismo. Para conocer el impacto que tiene el cambio tecnológico en la producción nacional es necesario establecer la metodología que se expresa a través de la estimación de las elasticidades del modelo, como se muestra en la figura 5. Desde el punto de vista económico puede verse que si se llega a incrementar en un 10% la formación bruta de capital, el producto interno bruto se incrementaría en un 0.325%. Ante un aumento del 10% en la variable independiente costo del internet, el Producto Interno Bruto se incrementa en 0.26%. Mientras que una variación del 10% en la distancia en kilómetros de fibra óptica implica que hay un incremento del 0.29% del PIB, mientras que un incremento del 10% en la disponibilidad de mano de obra, tiene un impacto del 0.028775% en el PIB. Con los coeficientes obtenidos se demuestra que la inversión en la formación bruta de capital tiene un impacto mayor en el crecimiento económico del país, la cual está considerada como la inversión de equipo de cómputo e inversión en redes de fibra óptica que permitan transmitir datos a una mayor velocidad, lo que significa que un elemento que incide de manera directa en la competitividad es la inversión, como se muestra con el coeficiente de elasticidad 0.032548%, el cual es inelástico. A partir de estos coeficientes de elasticidades se pueden establecer y evaluar políticas públicas que vayan orientadas al crecimiento del país.

### 8.4 Conclusiones

En un 98.25% ( $R^2$  ajustado) las variables formación bruta de capital, costo del internet, kilómetros de fibra óptica y población económicamente activa explican el crecimiento del Producto Interno Bruto. Sin embargo, la variable FBK tiene una mayor significancia, dado que su p-value  $<0.0001$  es mucho menor.

A partir del cálculo de las elasticidades de las variables independientes como la formación bruta de capital, el costo del internet, la inversión en kilómetros de fibra óptica y la población económicamente, se puede concluir que éstas son inelásticas, teniendo una relación directa y positiva en el crecimiento económico.



Sin embargo, es importante destacar que el mayor impacto que se tiene en el PIB es por la variación en el coeficiente de la formación bruta de capital que se estimó en 0.32%, es decir, la inversión en el internet, que es considerada como la inversión destinada a desarrollar infraestructura en redes con fibra óptica que permitan generar una mayor transmisión de datos en telecomunicaciones, en otras palabras lo que Schumpeter denominó fuerza inmaterial.

Con la estimación de las elasticidades se pueden establecer diversos escenarios que permitan evaluar la inversión gubernamental y su impacto en el crecimiento económico. Es así como el modelo Schumpeteriano especificado en este trabajo es vigente para explicar los impactos que tienen los factores materiales e inmateriales del proceso de producción para incidir en el crecimiento económico de la economía mexicana.

## 8.5 Referencias

- Ark, B.; Abhay G.; Abdul A. E., "Midiendo la contribución de las TIC al crecimiento económico", En *Un mundo conectado: las TIC transforman sociedades, culturas y economías*, España, Ed. Ariel, S.A., 2011, pp. 9-35.
- Buttkereit, S.; Enriquez, L.; Grijpink, F.; Moraje, S.; Torfs, W.; Vaheri-Delmulle, T., "Mobile broadband for the masses: regulatory levers to make it happen", Ed. McKinsey & Company., 2009, 16 p.
- Freeman, C.; Soete, L., "The economics of industrial innovation", Third Edition, Great Britain, (MIT Press), 1997, 462 p.
- Friedrich, R.; K. Sabbagh; B. El-Darwiche; M. Singh, "Digital Highways: The role of government in 21st-century infrastructure", Booz & Company, 2009, 20 p.
- Khalil, M.; Philippe D.; Christine, Z.Q., "Information and communications for development: extending reach and increasing impact", World Bank, 2009, 342 p.
- Skordili, S., "Regional Inequalities and the digital Economy Challenge: variations in internet accessibility across Greek regions", In H. Coccossis, and Y. Psycharis, *Regional analysis and policy: The Greek experience* Greek, Springer, 2008, pp. 231-248.
- Ahmed, E.M.; Rahim R., "The impact of ICT on East Asian economic growth: panel estimation approach", *Journal of the Knowledge Economy*, No. 4 (vol. 4), Año 2013, pp. 540-555.
- Dedrick, J.; Gurbaxani, V.; Kraemer, K.L., "Information technology and economic performance: A critical review of the empirical evidence", *ACM Computing Surveys*, No. 1 (vol. 35), Año 2003, Año 2003, pp. 1-28.
- Işık, C., "The importance of creating a competitive advantage and investing in information technology for modern economies: an ARDL test approach from Turkey", *Journal of the knowledge economy*, No.4 (vol. 4), Año 2013, pp. 387-405.
- Katz, R.L.; S. Vaterlaus; P. Zenhäusern; S. Suter, "The impact of broadband on jobs and the German economy", *Intereconomics*, No.1 (vol.45), Año 2010, pp. 26-34.
- Mayo, J.W.; Wallsten. S., "From network externalities to broadband growth externalities: A bridge not yet built.", *Review of Industrial Organization*, No.2 (vol.38), Año 2011, pp.173-190.
- Suárez, O.M., "Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico", *Scientia et Technica*, No. 25 (vol. 10), Año 2004, pp. 209-213.

- Neira, I., "Capital humano y desarrollo económico mundial: modelos econométricos y perspectivas", *Estudios económicos de desarrollo internacional*, No.7, Año 2007, pp. 53-80.
- Piedrahita, A, R., "El crecimiento endógeno: orígenes, ideas fundamentales y críticas", *Revista de ciencias sociales*, No.2, Año 1990, pp. 339-351.
- Pohjola, M., "Information Technology and Economic Growth. A Cross-Country Analysis", *UNUWord Institute for Development Economics Research, Working Papers*, No. 173, Año 2000, pp 1.
- Solow, R.M., "A contribution to the theory of economic growth", *The quarterly journal of economics*, No. 1 (vol.70), Año 1956, pp 65-94.
- Venturini, F., "The long-run impact of ICT", *Empirical Economics*, No. 3 (vol. 37), Año 2009, pp. 497-515.
- Edwards, S.; Henry F., "Information technology and economic growth in the emerging economies", *Unpublished manuscript*, Año 2001, pp. 1-22.
- Reynolds, T., "The role of communication infrastructure investment in economic recovery", *OECD Digital economy papers*, No. 154, Año 2009.
- Romer, P.M., "Endogenous technological change" No. 98, Año 1990, pp. 71-102.
- West, D. M., "Technology and the innovation economy", *Center for Technology, Brookings*, Año 2011, 12 p.
- World Bank, "ICT for Greater Development Impact World Bank Group Strategy for Information and Communication Technology 2012-2015", *World Bank*, Año 2012, 79 p.

## **La agricultura orgánica como modelo alternativo**

Edmar Salinas

E. Salinas

Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C.P. 02200, Delegación Azcapotzalco, Distrito Federal, México.  
edmar01@yahoo.com

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## **Abstract**

This paper analyzes the characteristics of organic agriculture as an emergent alternative in developed world and the rural localities of small farmers indigenous and mestizos of the underdeveloped countries; this alternative is a solution to the negatives effects of the globalization to the field and a form of reduce the environmental damage that conventional agriculture has generated worldwide and particularly in México.

## **9 Introducción**

Este ensayo tiene el propósito de exponer las características de la agricultura orgánica y observar cual ha sido su evolución y la importancia creciente que tiene actualmente en el caso específico de México.

Por otro lado se revisa el problema agrario en México, en un balance retrospectivo para entender el resultado del proyecto agrario mexicano y la reformulación del mismo a partir de la reforma constitucional de 1992, que pretendió adecuar el marco jurídico a las nuevas condiciones que imponía la globalización, el TLCAN y el nuevo modelo de crecimiento que se instrumentó y empezó aplicar al iniciar la década de los años noventa en México.

Como resultado del estudio y reflexión de estas dos temáticas se pretende formular en rasgos todavía generales un modelo de agricultura alternativo para México, que pueda vincular la agricultura orgánica no sólo a la producción agro-empresarial a gran escala sino a los productores pequeños provenientes del minifundismo privado, ejidal y comunal, de manera que sea posible por fin homogenizar los sistemas productivos, mejorar la capacitación de los productores, elevar sus rendimientos, mejorar la calidad de los productos y permitirles que generen excedentes de producción para que a la vez que se auto empleen y satisfagan su consumo alimentario básico, obtengan mediante la venta de éstos, ingresos adicionales que mejoren su nivel de vida.

Se entraría a delinear una nueva utopía para el campo mexicano que asimilara la experiencia histórica, recobrarla la esperanza de cientos de miles de productores y sus familias y tendiera una red de bienestar, calidad de vida y uso racional de los recursos naturales a la vez que la conservación estratégica de los mismos.

La experiencia y el balance que se puede hacer del impacto del modelo exportador dominante no es del todo halagüeña para el campo mexicano, ya que ha contribuido a la migración masiva, al abandono de tierras, a la sustitución de cultivos de productos alimentarios y forrajeros por cultivo de estupefacientes, al empleo informal, a la economía criminal y a la violencia e inseguridad social. En aras de una mítica libertad se ha sacrificado la justicia, se ha sembrado el abandono y se ha cosechado la violencia en todo el territorio nacional.

Se espera que el ensayo contribuya a la reflexión, a la crítica y a la formulación de estrategias que ayuden en la formulación de soluciones a la compleja problemática agraria y agrícola que hay en México.

## La agricultura orgánica

La agricultura orgánica no es algo nuevo, ha sido la que se ha practicado desde la revolución neolítica de hace 10 mil años, hasta que surgió la producción agrícola industrializada en el curso de la segunda mitad del siglo XX con la revolución verde; los insumos orgánicos han sido paso a paso reemplazados por insumos industriales, primero la sustitución de abonos por fertilizantes, después la sustitución de insumos anti plagas naturales por insecticidas químicos, más adelante las semillas criollas por semillas híbridas y semillas transgénicas, los policultivos a pequeña y mediana escala por monocultivos a mediana y gran escala. Esta transformación se da impulsada en parte por la expansión demográfica particularmente en los países no desarrollados y por la revolución tecnológica de postguerra, que en una de sus vertientes modificó el horizonte tecnológico aplicado a la agricultura.

La diferencia entre la agricultura orgánica tradicional y la agricultura orgánica innovadora lo da el salto de la técnica empírica, basada en la observación y la experiencia para los cultivos agrícolas, a la tecnología, basada en el desarrollo y la aplicación de la ciencia para elaborar insumos orgánicos e instrumentar la producción en túneles e invernaderos, esto con el propósito de aumentar el rendimiento por superficie, reducir costos y precios, mejorar la competitividad de los productores así como sus ingresos, mejorar la calidad de los productos, garantizar su inocuidad y reducir los costos ambientales. (Tavera Cortés, 2014)

La agricultura orgánica incluso puede ir más allá al facilitar la micro producción familiar en azoteas y patios verdes, donde se puede experimentar el cultivo orgánico de las variedades agrícolas comestibles de cada localidad o región, contribuyendo a mejorar la dieta alimentaria de la población y a abaratar el abasto de alimentos familiar, así como recuperar en la población la capacidad de generar sus propios alimentos en una situación de modernización. Puede ser acompañada del uso intenso y extenso de la jardinería y forestería familiar para ayudar con la expansión de las áreas verdes a reducir la saturación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, resultado de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) que la modernización ha traído con el uso de tecnologías agresivas con el medio ambiente.

La conservación de la agricultura orgánica quedó reducida en la segunda mitad del siglo XX a las áreas de agricultura marginal de autoconsumo de pequeñas comunidades, en la pequeña agricultura se mantuvo el uso de insumos orgánicos tradicionales y su combinación con insumos industrializados. Es a partir de mediados del siglo pasado cuando vuelve a cobrar importancia el uso de la agricultura orgánica de carácter familiar hasta llegar a convertirse en una alternativa para la producción excedentaria y comercial hoy día.

La agricultura orgánica sufre un cambio importante al establecer una combinación entre las prácticas agrícolas tradicionales y las prácticas agrícolas que incorporan la innovación tecnológica empleando técnicas amigables con el ambiente. Esta práctica ha ido cobrando importancia como resultado del impacto adverso de la revolución verde debido al uso de insumos químicos, mecanización excesiva, monocultivos a gran escala orientados por una visión productivista y lucrativa, mismas que agotan suelos, destruyen la biodiversidad, contaminan el medio ambiente, generan desempleo técnico, fuerzan la migración y concentran los frutos del progreso técnico propiciando la desigualdad social.

La situación se vuelve más crítica porque la presión demográfica estimula la urbanización y la pérdida de suelo agrícola, a la vez que presiona a la población rural a emplear tierras marginales o tierras de pastizales y bosques para uso agrícola, propiciando un impacto adverso en los ecosistemas y contribuyendo también a los procesos de desertificación, agotamiento de suelos, disminución de acuíferos y calentamiento global con el incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, consecuencia de la pérdida de bosques.

En este sentido, la agricultura orgánica apunta a modificar el régimen de producción en el agro, con el objetivo de poder generar una oferta de bienes agropecuarios para abastecer mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, elevando la producción y la productividad sin menoscabo del medio ambiente y sin una visión productivista, sino con el propósito de abastecer el consumo de la población como prioridad fundamental y estimular el empleo a partir de una vasta red de pequeños productores agrícolas, que pasen de la producción a gran escala y de monocultivo a la producción a pequeña y mediana escala diversificada, como ha sido el patrón de policultivos de la agricultura tradicional.

“La agricultura orgánica antes de ser instrumento de transformación tecnológica, es un instrumento de transformación social, donde la verdadera justicia agraria que los campesinos buscan no está sujeta a intereses ajenos a su independencia y libertad para producir y garantizar la seguridad alimentaria de sus comunidades.” (Restrepo, 2004).

El campesino supera su condición de producción familiar de subsistencia y se afirma como un productor que al tiempo que abastece su autoconsumo es capaz de generar excedentes agrícolas para los mercados locales y regionales; asociado a otros productores puede formar redes que también abastezcan los mercados nacionales e internacionales. Este tipo de agricultura también puede ser adoptado por pequeños productores empresariales que incluso adopten la función de autoconsumo aunque se orienten a generar excedentes para los mercados.

La agricultura orgánica se basa en cuatro principios a saber: 1) El principio de salud, 2) el principio de ecología, 3) el principio de equidad y 4) el principio de precaución. El principio de salud sostiene que la salud de los individuos y las comunidades no puede separarse de la salud de los ecosistemas. La salud es integral en los sistemas vivos. La salud integral implica no solo la ausencia de enfermedades, es inmunidad, resiliencia y regeneración. El papel de la agricultura orgánica es mantener la salud de los ecosistemas vivos, generando alimentos sanos en ecosistemas con capacidad regenerativa. (IFOAM, 2005).

El principio de ecología permite enraizar a la agricultura dentro de sistemas ecológicos vivos. Establece que la producción debe estar basada en procesos ecológicos y de reciclaje. La agricultura ecológica debe de lograr el equilibrio a través del diseño de sistemas agrarios, el establecimiento de hábitat y el mantenimiento de la diversidad genética y agrícola. Quienes producen, transforman, comercializan o consumen productos orgánicos deben proteger y beneficiar el ambiente común que incluye paisajes, hábitat, biodiversidad, aire y agua.

El principio de equidad enfatiza que todos los involucrados en la agricultura orgánica deben de conducir las relaciones humanas de tal manera que aseguren justicia a todos los niveles y a todas las partes: productores, trabajadores, transformadores, distribuidores, comercializadores y consumidores. La agricultura orgánica debe de proporcionar a todos los involucrados, una buena calidad de vida, contribuir a la soberanía alimentaria y a la reducción de la pobreza. La agricultura orgánica debe de satisfacer el abasto suficiente de alimentos saludables.

El principio de precaución establece que los incrementos de productividad y producción no se deben realizar a expensas de la conservación de ecosistemas saludables, la precaución y la responsabilidad son elementos claves en la gestión, desarrollo y elección de tecnologías para la agricultura orgánica. La ciencia es necesaria para asegurar que la agricultura orgánica sea saludable, segura y ecológicamente responsable. (IFOAM, 2005).

En este sentido, la agricultura orgánica conforma un régimen de producción distinto en términos de finalidades, principios, organización, gestión, innovación técnica, conservación de la experiencia tradicional, modo de reproducción, de expansión y de efectos sociales y naturales. En la actividad agropecuaria se inició la transición a la civilización de la especie humana y en la propia actividad agropecuaria se inicia el proceso de redefinición de la civilización humana; al interior de sociedades conflictivas, de economías inestables, de culturas decadentes, se anuncia un lento y larvado amanecer.

La agricultura orgánica recibe diversos nombres: biodinámica, natural, alternativa, regenerativa, biológica, entre otras; todas estas denominaciones comparten los siguientes aspectos:

- Fomentan y retienen la mano de obra rural ofreciendo una fuente de empleo permanente.
- Eliminan el uso y dependencia de plaguicidas, fertilizantes, fungicidas y otros productos sintéticos cuyos residuos contaminan las cosechas, el suelo y el agua.
- Favorecen la salud de los agricultores, los consumidores y el entorno natural, al eliminar los riesgos asociados con el uso de agroquímicos artificiales y bioacumulables.
- Dan importancia preponderante al conocimiento y manejo de los equilibrios naturales encaminados a mantener los cultivos sanos trabajando con las causas por medio de la prevención y no con los síntomas.
- Entienden y respetan las leyes de la ecología, trabajando con la naturaleza.
- Protegen el uso de los recursos renovables y disminuyen el uso de los no renovables.
- Reducen la lixiviación de los elementos minerales e incrementan la materia orgánica del suelo.
- Trabajan con tecnologías apropiadas aprovechando los recursos locales de manera racional. (SAGARPA, 2009),

La revolución verde para los agricultores representó la mecanización, los fertilizantes y venenos, consideró al suelo como un insumo más. No implicó considerar a la tierra como un organismo vivo, a los vegetales como alimentos saludables y a los trabajadores agrícolas y sus familias como hacedores de una riqueza que no deben ni pueden pagar con su salud. (Restrepo, 2004)

La tierra fue sagrada para las sociedades antiguas porque entendían que era la fuente de la vida, sigue siendo la fuente de la vida; la ciencia transforma ese concepto sagrado en un concepto de integración, donde el ser humano no está alienado a lo sagrado, sino que es capaz de interactuar con la tierra misma sin dañarla, es decir entiende su unidad con su fuente y se asume como un sujeto reproductor y regenerador de su fuente, no como un sujeto depredador.

## **El impacto adverso de la reforma económica al campo mexicano**

En la historia del campo mexicano han confluído dos aspectos que remodelaron el quehacer agropecuario, por un lado la revolución agraria y por otro lado la revolución agrícola, ambos aspectos se sucedieron uno a otro y se integraron como piezas clave en la estrategia de industrialización por sustitución de importaciones a lo largo de un período que fue de 1934 a 1982.

Este es el periodo de la modernización urbano-industrial y del régimen político de partido de Estado Social Ampliado o Estado Nacional Revolucionario.

La política se hizo economía con la reforma agraria, la revolución verde y la industrialización, y, la economía que comprendió estos procesos básicos se hizo política con la consolidación, hegemonía y legitimidad del Estado y el régimen emanado de la Revolución Mexicana.

El régimen agrario mexicano que se estableció con la Constitución Política de 1917, revela con toda nitidez la sabiduría y la hazaña civilizatoria de preservar tres tiempos de la evolución agraria en México dadas las características de atraso y heterogeneidad de la economía y la sociedad mexicana, sin embargo, no supo y no pudo usar esta situación de la mejor forma, dándole un uso político a las formas comunal y ejidal, a la vez que le daba a la forma privada la opción de la modernización para el desarrollo y el crecimiento en un proceso de acumulación concentradora de la riqueza, generadora de desempleo tecnológico, cogeneradora de migración y de desigualdad y reproducción de la pobreza en el campo mexicano.

La forma comunal es el legado del México prehispánico, esta forma quedó relegada para las etnias locales y regionales, que contra viento y marea son el receptáculo de la conservación de la antigua agricultura orgánica, donde la tierra no es un insumo, ni un objeto inerte, es un sujeto vivo y sagrado que hay que conservar hasta donde sea posible, tratando de mantener balances ecosistémicos en condiciones de una población y una producción limitadas de carácter local o a lo sumo regional.

La forma ejidal es la confluencia de dos tradiciones culturales, la hispana y la prehispánica. El ejido es de origen una institución feudal proveniente de la península Ibérica, fue traído a la Nueva España en su segundo período como Virrey por don Luis de Velasco hijo, emparentado con la reina Isabel la Católica, con el propósito de solucionar los conflictos agrarios en esta región del vasto imperio hispánico naciente, ya que se oteaba un conjunto de rebeliones indígenas por el persistente despojo de sus tierras y aguas a manos de los españoles y sus familias. El ejido fue la solución temporal para evitar que las rebeliones se extendieran y se salieran de control del gobierno virreinal. Esta forma de propiedad encajó con la tradición de las múltiples formas comunales de tenencia de la tierra de los nativos del altiplano novohispano y de Oaxaca y persistió hasta las leyes de Reforma, que vinieron a amenazar su pervivencia, la cual fue finalmente casi acabada por la expansión del sistema de haciendas y ranchos ya asentada desde el período colonial pero revigorizado por la modernización de la pax porfiriana.

Con la revolución política y social de principios de siglo, tanto la forma comunal como la forma ejidal fueron revitalizadas para lograr la paz social, promover el empleo en el campo, evitar las hambrunas que acompañan al despojo de la modernización industrial y asegurar mínimos de sobrevivencia para que la indigencia no campeara en el México profundo y rural. Pero no fue el propósito de la nueva élite dirigente que se eslabonara como alternativa de desarrollo y crecimiento económicos.



La forma privada asumida legalmente como *pequeña propiedad*, se convirtió en la forma de propiedad ad hoc con la modernización agrícola e industrial y ya estaba lo suficientemente arraigada en el imaginario colectivo de los sectores dirigentes del México de entonces, por la herencia liberal y su significado anti latifundario. No en vano es la forma ideal de propiedad que los pensadores liberales del siglo XIX eligieron bajo la influencia de los procesos de modernización de la agricultura norteamericana y la agricultura francesa. Con esta forma de propiedad se apuesta a una nueva etapa de modernización económica y social vertebrada por la industrialización. Se conservan así las formas tradicionales por razones políticas, morales y sociales más que por razones económicas, pero a la vez, en particular el ejido se asume como un experimento de transición a la propiedad privada al incorporarlo de manera limitada al proceso de modernización industrial, para que coadyuve con la generación de la oferta alimentaria suficiente para sostener la urbanización industrial en curso.

La propiedad comunal subsiste en su agricultura orgánica y su atraso, la agricultura ejidal se estratifica, los más quedan atrapados en la subsistencia y la generación de pequeños excedentes agrícolas, los menos se incorporan a la modernización agro-empresarial. La propiedad privada se estratifica en tierras de humedad, de riego y temporal, de aquí surgen desde minifundistas privados de subsistencia hasta agro-empresas prósperas articuladas con el mercado internacional a través de los productos agrícolas de exportación cuyos cultivos se dan en los distritos de riego.

De esta manera, la conjunción del régimen agrario y la revolución verde dan lugar a una agricultura estratificada de subsistencia en la mayoría de los productores, sean minifundistas privados o comunales, transicional en los ejidatarios pobres y pequeños productores privados temporaleros, empresarial en ejidatarios y propietarios privados de tierras de riego y humedad. La mayoría de los productores de aquel entonces son condenados a reproducir su pobreza y combinar la agricultura con los servicios laborales (85%), los que configuran una *clase media* en el medio rural, los transicionales (12%), los que conforman la élite de productores agro-empresariales prósperos y modernos (3%). (CEPAL, 1982).

El modelo agrícola se agota con la propia industrialización por sustitución de importaciones, la presión demográfica mantiene al alza la demanda de tierras, el reparto agrario se agota también.

El sexenio de Luis Echeverría estimula la toma de tierras y un reparto agrario controlado, pero atiza el conflicto con el sector agro-empresarial afectado; el sexenio de López Portillo inyecta un volumen de crédito como nunca antes se había canalizado, sin embargo, no se orienta a reorganizar la estructura productiva ni a remodelizarla, son recursos que en su mayoría tienen usos consuntivos y se pierde la oportunidad de reestructurar al campo, aunque tiene un efecto benéfico en la producción y el nivel de vida de la población rural.

La crisis de insolvencia financiera de 1982 reduce drásticamente los apoyos al campo mexicano, no es posible seguir subsidiando la agricultura de subsistencia, los apoyos a la agricultura transicional se reducen e incluso a la agricultura empresarial también. El sexenio de Miguel de la Madrid se caracteriza por el desplome del campo mexicano, el surgimiento del empleo informal y una estanflación sexenal.

Es una necesidad prioritaria replantear la estrategia de crecimiento para la economía mexicana ante un modelo de industrialización y modernización agrícola agotado, y, un entorno internacional que transita del agotamiento de la expansión de posguerra a uno nuevo que será denominado globalización económica.

La propuesta de reestructuración económica del gobierno de Salinas de Gortari denominada Reforma Económica de Estado, si bien precede al Consenso de Washington es convergente con sus planteamientos; el aspecto que aquí interesa destacar es la reforma al campo mexicano, que prácticamente se inicia en 1991 y se consolida en 1992 con la promulgación del decreto de reforma al artículo 27 constitucional, cuyo objetivo es convertir en mercancía las tierras de labor ejidales, mediante la regularización de la propiedad ejidal, la eliminación de la inenajenabilidad de los predios ejidales, la reducción y la selección de los créditos al campo así como la eliminación de subsidios y un programa de eliminación de aranceles con un plazo de 15 años, para darle oportunidad a los agricultores ejidales y privados de modernizarse y ser competitivos en costos, precios y calidad en el mercado mundial. (Salinas Callejas , 2008)

La estrategia se caracteriza por impulsar una modernización a presión, que sólo pueden realizar relativamente los productores agro-empresariales, apoyándose en las ventajas comparativas de mano de obra barata y localización geográfica, que mantienen y reorientan su producción al mercado norteamericano. La agricultura de subsistencia inicia su proceso de desintegración y da lugar al abandono de tierras y la migración, la agricultura transicional reduce la superficie cultivada orientada fundamentalmente a la producción de granos y la alterna con el cultivo de estupefacientes, aumentando el proceso de criminalización económica en el agro mexicano.

Esta modernización reduce la participación del sector agrícola en la generación del PIB nacional, reduce la participación de la mano de obra en la población ocupada a nivel nacional, opta por impulsar la modernización a las áreas orientados a producir hortalizas y frutas para la exportación, sustituye el abasto de granos interno con la importación de los mismos y elimina paulatinamente los aranceles y los subsidios.

Se introducen nuevas técnicas de riego, se inicia el empleo de semillas transgénicas, se continúa con el uso de agroquímicos y fertilizantes, se emplean variedades denominadas precoces que reducen los ciclos de cultivo e incrementan el rendimiento de las plantas en cada ciclo, se aplica la tecnología computarizada para las labores agrícolas y se empieza la introducción de cultivos intensivos en invernaderos.

El objetivo central de esta modernización es bajar costos, elevar rendimientos y tener precios competitivos con mayores márgenes de rentabilidad, por lo tanto, es una modernización productivista como la revolución verde, la producción de monocultivos continua y se combina la reducción de mano de obra en el manejo de la producción con el uso intensivo de la misma en la plantación y la cosecha.

En el contexto internacional se empieza a modificar el comportamiento de los precios agrícolas, en la década de los noventa del siglo pasado los precios agrícolas tienden a estancarse después de un largo período de declinación secular, pero en la primera década del siglo XXI la inflexión es al alza, el contexto internacional se ha modificado, la demanda se ha diversificado a la vez que incrementado, lo primero por el empleo alternativo de los productos agrícolas no solo como alimento humano sino como forraje y biocombustible, lo segundo por la conversión de China y la India en países importadores de alimentos dadas sus altas tasas de crecimiento.

Esta situación alienta a la producción agrícola comercial pero a la vez comienza a enfrentar el impacto adverso del cambio climático con la modificación de los regímenes de lluvias, la reducción en unas regiones y el aumento desmesurado en otras, bautizados como efecto niña y efecto niño.

En este contexto es donde cada vez cobra más importancia una estrategia y un modelo de agricultura diferente. La modernización productivista que impacta la transformación industrial y agrícola no ha sido capaz de asegurar el abasto alimentario mundial a toda la humanidad, ha transformado a los países en vías de desarrollo en importadores netos de alimentos, ha impulsado la desestructuración de la producción campesina, la migración masiva de la población rural, la pérdida de superficie agrícola, la pérdida de superficie boscosa, el agotamiento de suelos, la contaminación ambiental, ha contribuido a la desertificación y al incremento de CO<sub>2</sub> en la atmósfera por la emisión de GEI y la propia deforestación.

Esta situación que no es nueva pero cada vez es más sintomática y evidente, es decir además del costo social ya conocido, el creciente costo ambiental que parece presionar más a la necesidad de plantear un nuevo modelo de modernización con una nueva conciencia y una nueva cultura productiva, donde la agricultura orgánica tradicional sea rescatada y remodelada por la aplicación tecnológica pero preservando la mitigación de los impactos adversos sobre el medio ambiente y la reconsideración de que la tierra más que un insumo es un organismo vivo, es el organismo del cual la vida brota, crece, se reproduce y se vuelve a reciclar.

En forma paulatina los productores campesinos de las etnias y del mestizaje marginado y empobrecido se empiezan a plantear el rescate de su modo de producción tradicional de subsistencia, lo mismo los productores transicionales e incluso los productores agro-empresariales. Si bien, la agricultura orgánica modernizada se ha ido extendiendo y creciendo en México desde la década de los años ochenta, en la llamada década perdida y en el contexto del desplome del modelo de la revolución verde en México, todavía su participación es modesta a nivel nacional, pero es la única vía que se presenta para rescatar a los agricultores empobrecidos y a los núcleos de población rural marginados que sólo han encontrado opciones en la migración, la informalidad y la criminalización económica del tráfico de estupefacientes.

### **La emergencia de la agricultura orgánica en México.**

La agricultura orgánica tiene sus inicios en Europa en la década de los cincuenta. A finales de la década de los ochenta, los países desarrollados comienzan a demandar productos tropicales y de invierno, producidos en forma orgánica, que en sus territorios no pueden cultivar, estimulando de esta manera la práctica de la agricultura orgánica en México. A través de algunas comercializadoras, organizaciones no gubernamentales (ONG) y grupos religiosos (Teología de la Liberación) se fomentó en México la apropiación de esta nueva forma de producir para poder complementar y diversificar una demanda ya creada en el exterior. (Gómez Tovar & Gómez Cruz, 2003).

El incremento de la superficie agrícola destinada a la agricultura orgánica en México y en el mundo ha estado incrementándose constantemente, si bien todavía su peso relativo es pequeño. En el caso mexicano hay tres aspectos que cabe destacar en el proceso de expansión de la agricultura orgánica, primero la existencia de una demanda de productos agrícolas orgánicos o productos verdes por parte de un sector de la población norteamericana de clase media y clase media alta; segundo, el impacto reducido de la revolución verde en las regiones agrícolas marginales de las comunidades étnicas locales y regionales; y tercero, la incursión de ONG y grupos religiosos para asesorar, participar y comercializar los productos verdes con los pequeños productores indígenas y mestizos.

La tendencia a un cambio en la escala de preferencias de las clases medias urbanas del mundo desarrollado y los países en vías de desarrollo por los alimentos verdes es resultado de una nueva conciencia sobre la prevención de enfermedades, la calidad de vida, el cambio climático y el desastre ambiental. Particularmente en los segmentos mejor informados relacionados con profesionistas, técnicos y empresarios.

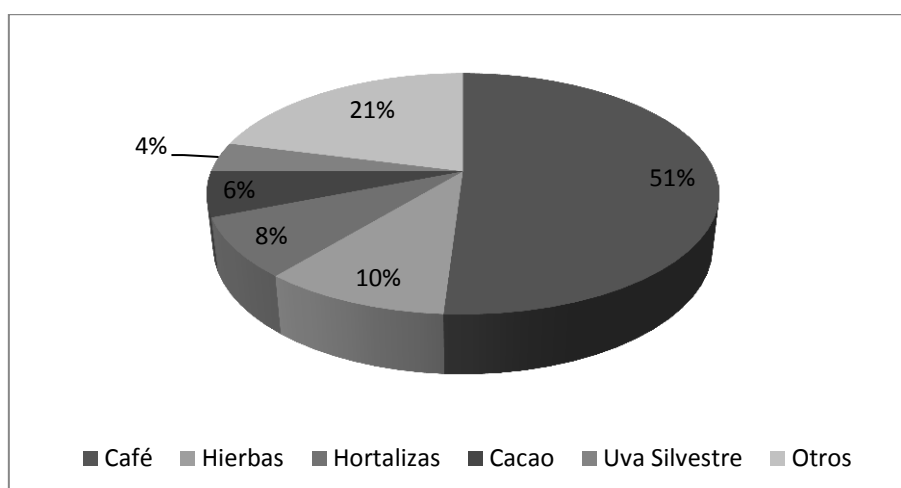
Por su parte los productores orgánicos pequeños no tienen más opción que asumir esta alternativa, unos, las etnias, porque les permite combinar su tradición ancestral y su cosmovisión con la modernización selectiva de mitigación al impacto ambiental de la nueva producción orgánica, sin demandar volúmenes de inversión inaccesibles; los pequeños productores mestizos ejidales y privados también pueden recolocar sus producciones de excedentarias en esta opción ante una demanda urbana creciente.

A las ONG y los grupos religiosos les permiten contribuir positivamente a alternar sus negocios con un impacto benéfico para las comunidades marginales y pobres, razón de más para mantener la orientación y el impulso a este tipo de actividades agrícolas.

En un inicio, agentes de países desarrollados se conectaron con diferentes actores en México, solicitándoles la producción de determinados productos orgánicos, así comenzó su cultivo, principalmente en áreas donde insumos de síntesis química no eran empleados. Este fue el caso de las regiones indígenas y áreas de agricultura tradicional en los estados de Chiapas y Oaxaca.

Los productos verdes inicialmente en México están ligados a los productos comerciales de las propias etnias: miel, jamaica, vainilla, aguacate, ajonjolí, café y algunos frutales. La producción fue extendida hacia grupos mestizos y la variedad de productos creció significativamente: hierbas aromáticas y medicinales con seis productos, hortalizas con 23 productos, cacao, uva silvestre, frutales con 8 variedades, además de cacahuate, nuez y coco. (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2009)

**Figura 9** Superficie cultivada de productos verdes en México



Fuente: Elaboración propia con datos de (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2009)

En la figura 1 se puede apreciar que la mayor superficie de productos orgánicos en México se destina al cultivo del café orgánico, en segundo término están las hierbas aromáticas y medicinales y en tercer lugar las hortalizas. En total, en México actualmente se destinan al cultivo de productos verdes casi medio millón de hectáreas (ha), considerando que la superficie agrícola del país es de 30 millones de has representan 0.16 % de la superficie total. Si se considera la superficie cultivada es de 2.5%. (SAGARPA, 2012)

**Tabla 1** Productos verdes por Entidad Federativa

Estados	Productos
Baja California Sur	Hortalizas y Hierbas
Chiapas	Café, Cacao, Mango, Litchie, Plátano, Ajonjolí, Papaya, Chayote
Chihuahua	Maíces de especialidad y Manzana
Estado de México	Hierbas y fertilizantes
Guanajuato	Nopal
Hidalgo	Miel de Maguey
Jalisco	Miel de Maguey
Michoacán	Aguacate, Jamaica, Maíces de especialidad, Fertilizantes, Mango
Morelos	Nopal
Nayarit	Frutas deshidratadas
Oaxaca	Café, Miel, Litchie, Ajonjolí, Jamaica, Vainilla, Chayote, Piña
Quintana Roo	Miel
Querétaro	Hierbas
Sinaloa	Mango y Frutas deshidratadas
Tabasco	Cacao, Plátano
Tlaxcala	Hierbas
Veracruz	Café, Litchie, Hierbas, Jamaica, Vainilla, Piña, Chayote
Yucatán	Miel, Sábila
Distrito Federal	Nopal
Puebla	Litchie

Fuente: (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2009)

Son 20 las entidades federativas que ya están incorporadas a la producción orgánica, como se aprecia en el cuadro 1 y hay más de 30 productos que se producen orgánicamente. Una proporción importante se destina a la exportación. El café se vende a Alemania, Holanda y Suiza; las hortalizas a Estados Unidos, Canadá, Japón e Inglaterra; la miel a Alemania, Inglaterra, Estados Unidos e Italia; el ajonjolí a la Unión Europea y Estados Unidos; el plátano a Estados Unidos; la jamaica a Alemania; la vainilla a Estados Unidos y Japón; el mango a Estados Unidos, Japón, Canadá e Inglaterra; el aguacate a Suiza, Inglaterra, Japón, Canadá y Estados Unidos.

Aunque la agricultura orgánica se empieza a practicar desde la década de los ochenta ha tenido una tasa de crecimiento anual de 9.7%, lo que expresa el interés y la viabilidad sobre esta agricultura emergente en el campo mexicano, actualmente ya supera las 80 mil toneladas y alcanza un valor de más de 800 millones de pesos. La agricultura orgánica en México incrementó su superficie en más de 1700%, el número de productores se ha incrementado más de 900%, el personal ocupado en 1200% y el valor de las exportaciones en 1100%.

A pesar de ocupar 1.5% de la superficie sembrada en el país, la producción orgánica contribuye con 6% de las exportaciones agrícolas y silvícolas. (Financiera Rural, 2010).

Los estados que más han destacado por cuanto a su participación en la agricultura orgánica por superficie sembrada son Chiapas con 29.6%, Oaxaca con 17.3% y Michoacán con 13.1%. La gran mayoría de los productores orgánicos son pequeños productores indígenas agrupadas en organizaciones que pueden abarcar más de 12 mil socios. Cultivos como la Sábila y el Rambután alcanzan una superficie de 80% del total de esos productos como producción orgánica, el maracuyá y la yuca superan 30% del total, el café casi representa 25% de la producción total, el amaranto y el cacao se ubican en 19%. (Financiera Rural, 2010). Por su parte la apicultura orgánica ha tenido un notable desarrollo exportando 3546 millones de dólares en 2008 y sigue expandiendo sus exportaciones. (SAGARPA, 2009)

### **La emergencia de la agricultura orgánica como un régimen de producción alternativo.**

La agricultura orgánica en México se ha convertido en una opción viable para los pequeños productores independientemente del régimen de tenencia de la tierra que sea, se adapta a sus pequeñas escalas, permite recuperar y conservar las prácticas tradicionales de cultivo como son la producción a pequeña escala, el patrón de policultivos, el empleo de insumos orgánicos (semillas criollas o híbridas certificadas, bioabonos o abonos verdes o composta, bioinsecticidas y control natural de plagas), mejor captación de agua de lluvias, los combina con la innovación tecnológica en la elaboración de los propios insumos, en la captación de agua de lluvias, en el empleo de túneles e invernaderos y el diseño de sistemas de riego más eficientes.

Prácticamente se ha convertido en la mejor opción para los pequeños productores, comunales, ejidales y privados, porque es una agricultura en pequeña escala, lo que permite mitigar el impacto ambiental adverso, conservar los ecosistemas, producir alimentos saludables, generar empleo y retener la fuerza de trabajo local, incrementar la producción y la productividad sin aumentar los daños ambientales, recuperar la cosmovisión integradora con los ecosistemas, modificar al sujeto económico como un sujeto cultural orientado a generar excedentes agrícolas para satisfacer al consumo humano. De alguna forma están reemplazando al homo economicus de la teoría económica convencional que lo reduce a un sujeto instintivo, que tiene una necesidad permanente de producir por producir para maximizar e incluso optimizar su satisfacción, por medio de una competencia feroz que no repara en daños colaterales a los demás individuos y al medio ambiente.

La crisis del sistema económico de postguerra y la transición a la globalización económica así como el curso de la propia globalización han convertido a la agricultura orgánica en la vía alternativa de los productores excedentarios, campesinos y empresariales. Los daños colaterales del fin del Estado del Bienestar y de la propia globalización para las localidades y zonas rurales ya se ha anotado: migración, informalidad, precariedad salarial, hambre, criminalización de la actividad económica e inseguridad y violencia social. La agricultura orgánica ofrece una alternativa de fondo para rehacer el tejido social, recuperar sustentablemente a la madre tierra, mejorar el empleo, la generación de riqueza, el acceso a la misma, mitigar los daños ambientales y la propia violencia e inseguridad social.

Sin embargo aunque la solución se ha procesado en forma espontánea está muy lejos todavía de ser una forma dominante y existen muchos factores que están obstaculizando su propagación en el caso mexicano, a continuación se anotan los más destacados en el cuadro 2.

**Tabla 9.1** Problemas de la Producción Agropecuaria Orgánica

Problema	Incidencia
Falta de financiamiento	63.9%
Falta de apoyos gubernamentales	45.5%
Falta de mercado	44.7%
Burocracia en los apoyos	43%
Altos costos de producción	29.1%
Escasez de capacitación y asesoría técnica	28.7%
Falta de recursos económicos propios	26.2%
Falta de técnicos capacitados	21.3%
Altos costos de certificación	20.1%
Desconfianza hacia las instituciones	18%

Fuente: (Financiera Rural, 2010)

La emergencia espontánea a partir de una demanda externa del concurso de la sociedad civil a partir de ONG y asociaciones privadas (AP) y la promoción de esta modalidad por los cristianos de la teología de la liberación, si bien le han dado un gran impulso, han tenido que pasar casi treinta años para que se les empiece a tomar en cuenta como una modalidad y una alternativa viable por parte del Estado; si bien no es la modalidad contemplada por la estrategia eficientista y productivista que combina la biotecnología, la computación, los sistemas de riego por aspersión y goteo y el empleo también de túneles e invernaderos, en patrones de monocultivos a gran escala y el uso de agroquímicos y maquinaria pesada para la siembra y las labores de cultivo, técnicas y prácticas que ya han mostrado hasta la saciedad sus efectos adversos con el medio ambiente y con la salud de trabajadores y consumidores.

En realidad esta agricultura es una combinación de una vuelta al pasado con los policultivos, la producción a pequeña escala, el empleo de los insumos orgánicos y la producción de alimentos saludables para el consumo de la población, con la adaptación de la innovación tecnológica aplicada a la propia producción en pequeña escala, en la elaboración de los insumos, en el sistema de riego y captación de agua de lluvia, en el control de las variables climáticas en la producción en túneles e invernaderos, en la mejora de los policultivos, en la disminución del uso de maquinaria pesada y aumento del empleo intensivo de mano de obra, en la asociación de los productores a pequeña escala y la rotación de cultivos en lugar de la compactación, los monocultivos y el agotamiento intensivo de los suelos.

**Tabla 9.2** Cuadro comparativo de la agricultura orgánica y la agricultura convencional

Característica	Agricultura Orgánica	Agricultura Convencional
Efectos	Minimización de la contaminación de aire, suelos y aguas	Contamina aire, suelo y agua
Semillas	Semillas criollas certificadas	Semillas híbridas o transgénicas nocivas a la salud humana
Fertilizantes	Abonos verdes	Fertilizantes químicos
Control de plagas	Control biológico de plagas	Pesticidas y herbicidas
Suelo	Abonos verdes, compostas y lombricompostas	Abonos químicos
Maquinaria	Técnicas de cultivo de asociación y rotación para controlar plagas, malezas y mantener la fertilidad del suelo	Uso de maquinaria y equipo y compactación de parcelas

Fuente: (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2009)

El cuadro 3 sintetiza en forma elocuente la diferencia entre las dos modalidades de agricultura. Sin embargo, el propósito de la agricultura orgánica no es competir con la agricultura convencional modernizante, sino ayudar a resolver un conjunto de problemas económicos, sociales y ambientales que la agricultura convencional ha contribuido a generar. Hay un punto donde la agricultura orgánica no puede ser competitiva con la agricultura convencional y es el nivel de precios y el mecanismo de su fijación.

La agricultura orgánica establece sus precios considerando sus costos reales y un prime o plus que le fija precios por arriba de los precios convencionales y que de momento solo son accesibles a las clases medias y altas de la sociedad, en cambio la agricultura convencional trata de reducir costos al máximo posible, de abatir precios en menor proporción que los costos y de esta forma mejorar los márgenes de rentabilidad. La agricultura orgánica, a cambio ofrece mayor calidad en sus productos, inocuidad en los mismos y un consumo saludable para la población, aspecto en el que queda en desventaja la agricultura modernizante convencional.

Hay otros problemas por resolver en relación a la agricultura orgánica además del problema de costos y precios, en las áreas de cultivo que han mantenido las técnicas ancestrales orgánicas, no es difícil la transición ya que no hay que pasar de los métodos del paradigma productivista a los métodos de la agricultura orgánica, en el caso de que las áreas de cultivo hayan usado parcial o totalmente los métodos productivistas se requiere *desintoxicar* suelos y aguas y realizar una transición para sustituir los insumos inorgánicos por los insumos orgánicos, lo cual puede generar un impacto adverso en rendimientos, costos y precios y que requiere de una nueva capacitación con los productores.

El problema es menos oneroso si se trata de superficies pequeñas que se adaptan mejor a la explotación de cultivos orgánicos, pero puede ser contraproducente si las áreas se han diseñado para cultivos a gran escala con superficies muy amplias, la alternativa podría ser pasar de cultivos a cielo abierto a cultivos en invernaderos, pero las inversiones inicialmente serían costosas y tardaría un tiempo en absorber los costos; por otra parte hay quienes señalan que la agricultura orgánica nunca puede alcanzar los rendimientos de la agricultura de modernización productivista. Este punto es polémico porque depende de diversos factores que esto suceda o no, se ha comprobado que en ciertos cultivos la agricultura orgánica tiene mayores rendimientos mientras que en otros cultivos sus rendimientos son menores; por lo tanto en este punto no hay acuerdos generalizados. Se agrega además que dado el incremento de la demanda mundial de alimentos y la situación de pobreza de buena parte de la población humana, la agricultura orgánica no sería capaz de satisfacer la demanda real de productos agrícolas ni tampoco de ofrecer precios accesibles a la mayoría de la población.

Esto último es también polémico, ya que una reestructuración de las superficies de cultivo, el problema de la extensión de las superficies de cultivo se podría resolver no por el método de compactación, sino por el método de asociación, las unidades de producción en pequeña y mediana escala sumarían sus volúmenes de producción a través de la asociación de los productores y serían capaces de absorber más mano de obra y redistribuir el ingreso agrícola entre los productores.

No obstante los problemas observados, es claro que en México ha sido una opción accesible y posible para las etnias con apoyos externos para su arranque y también puede ser una opción para muchos productores ejidales y privados, si hay un marco legal bien establecido y se dan los apoyos necesarios para incubar e impulsar proyectos exitosos. De todas formas hay un gran problema, ¿Qué hacer con la agricultura convencional de modernización productivista que hoy domina al sector a escala mundial?



## 9.2 Conclusiones

La agricultura orgánica adoptada en pequeñas y medianas escalas de producción y en micro escalas domésticas urbanas y rurales, representa una nueva forma de producción que se adapta a las necesidades actuales y que mitiga los daños ambientales y sociales del paradigma de innovación productivista.

Está todavía lejos de convertirse en una forma dominante que contribuya a modificar el régimen dominante de producción agrícola, pero su importancia va cobrando fuerza curiosamente en el mundo desarrollado y en las áreas marginales de la agricultura de subsistencia, incorporando a otros productores pequeños y medianos que se han decidido a reemplazar el paradigma productivista por el paradigma verde.

En México, la agricultura orgánica ha cobrado importancia desde la década de los ochenta en el contexto de la estanflación económica de México y el abandono del campo, primero por la crisis y después por el cambio del paradigma económico con el modelo exportador.

Su surgimiento se da en las zonas de agricultura marginal de subsistencia en manos de las etnias locales y regionales y con el apoyo de las ONG y la formación de AP, sin contar con un apoyo expreso del Estado.

La evolución de la agricultura orgánica ha marcado un ascenso importante, en 2008 ya se cultivaban cerca de 300 mil hectáreas y actualmente casi llegan al medio millón de hectáreas. Sus efectos a pesar de los problemas que enfrenta son más positivos que negativos y es ya una opción real para apoyar a los pequeños agricultores a escala nacional.

Quedan, sin embargo, retos que vencer como es el problema de costos y precios mayores, de rendimientos menores en ciertos cultivos, de dudas sobre la capacidad de lograr el abasto alimentario no sólo para la población solvente de ingresos medios y altos sino para la inclusión de la población de ingresos bajos.

## 9.3 Referencias

CEPAL. (1982), *Economía campesina y agricultura empresarial: Tipología de productores del agro mexicano*, México, Siglo XXI.

Gómez Tovar, L., & Gómez Cruz, M. (2003), *La Agricultura Orgánica en México*, Universidad Autónoma Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo.

Salinas Callejas, E. (2008), *El sistema campesino mexicano: crisis, desestructuración y alternativas, 1988-2006*, En L. Seefó Lujan, *Desde los colores del maíz: una agenda para el campo mexicano* (págs. 291-328), Zamora, Michoacan, El colegio de Michoacán.

Tavera Cortés, M. E. (2014), "Regional development model based on organic production of nopal", *Modern Economy*, Volumen 3, pp 239-249.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, (2009), *Manual para la producción orgánica en áreas naturales*, México, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Financiera Rural, (Octubre de 2010), *Monografía de Agricultura Orgánica*. Recuperado el 19 de Mayo de 2014, de [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Agricultura%20Organica%20\(oct%2010\)%20vf.pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Agricultura%20Organica%20(oct%2010)%20vf.pdf)

IFOAM, (2005), Los principios de la agricultura orgánica.

Restrepo, J, (2004), Agricultura Orgánica: Principios, Objetivos y Estrategias.

SAGARPA, (2012), Anuario estadístico 2012. México: SAGARPA.

SAGARPA, (2009), Tecnologías de mitigación, Recuperado el 19 de Mayo de 2014, de [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias\\_mitigacion.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf)

## **Desarrollo sustentable y calidad del aire**

María Elena Tavera Cortés y Raúl Junior Sandoval Gómez

M. Tavera y R. Sandoval

Instituto Politécnico Nacional (UPIICSA). Av. Té No. 950 esquina Resina, Col. Granjas México, C.P. 08400, Delegación Iztacalco, Distrito Federal, México. marielena41@yahoo.com

M. Ramos, M. Tavera, J. Quintanilla, G. Chaparro, F. Iglesias. (eds.), Desarrollo Sustentable y Finanzas. Tópicos Selectos de Recursos-©ECORFAN-Bolivia, Sucre, Bolivia, 2014.

## Abstract

It is important to consider that sustainable development includes environmental indicators, which is a critical point because it depends on different aspects. This paper discusses the importance of monitoring the air quality in enclosed spaces, as well as the negative effects on health that could have in the short and long terms individuals who remain in a workplace permeate of fungi and bacteria, as in the case of the analyzed building. On the other hand, analyzes the role of standards to establish permissible limits that do not affect the health of a population. The methodological approach for analyzing the quality of the indoor air is set to Mexican standards alignment with the environmental monitoring of the quality of the air in enclosed spaces.

## 10 Introducción

Partiendo de la declaración de Río sobre medio ambiente y el desarrollo de las naciones unidas de 1992, que lo define de la siguiente manera “Ante las amenazas de daños irreversibles, la falta de conocimientos científicos no debe ser excusa para postergar la adopción de medidas efectivas para prevenir la degradación ambiental”, bajo esta premisa es importante analizar la alineación de la estrategia de desarrollo sustentable con los indicadores de calidad del medio ambiente, entre los que destaca la calidad del aire. Un elemento de análisis para realizar el diagnóstico de la calidad del aire y su impacto en el medio ambiente es la normatividad vigente. En este trabajo se parte de un caso de estudio en el Distrito Federal.

En 1992, la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas identificó la degradación del ambiente de las ciudades como una de las áreas que requerían atención inmediata, se plantea la necesidad de desarrollar planes de control y regulaciones ambientales para las cuales es fundamental el monitoreo atmosférico, tanto para la identificación de fuentes emisoras como para proveer la base de datos para el desarrollo de estrategias de control y para evaluar el éxito de las mismas (Lahmann, 1992).

El indicador ambiental de calidad del aire es la medición de las emisiones a la atmósfera, el cual permite establecer medidas regulatorias sobre la calidad del aire y particularmente permite establecer límites permisibles que no representan riesgos a la salud de la población y sus efectos al medio ambiente. Las normas cumplen la función de intervenir en el ambiente estableciendo parámetros que establezcan los límites permisibles de los contaminantes, los cuales son necesarios para establecer controles en la calidad del aire, en un ambiente externo e interno.

Considerando que las personas que viven en áreas urbanas pasan la mayor parte de su tiempo, tanto en las jornadas laborales como en el tiempo de ocio, realizando actividades sedentarias en espacios interiores, los espacios cerrados difícilmente son evaluados en la calidad del aire interno versus el externo. Sin embargo, la calidad ambiental en los espacios interiores es alterada por la interacción de agentes físicos, químicos y biológicos, produciendo diversos efectos y consecuencias sobre las personas, al medio físico-natural y a los edificios.

Actualmente la contaminación del aire en las áreas de trabajo es un tema de interés para las empresas, debido a que las actividades productivas causan modificaciones en el medio ambiente, lo cual puede provocar efectos en la salud de los trabajadores. Las condiciones y el medio ambiente de trabajo influyen sobre la salud física y mental de las personas de una forma directa o indirecta dependiendo de la capacidad de adaptación y resistencia a factores de riesgo de cada individuo.

Los factores comunes que influyen en la calidad del aire en espacios interiores son:

- Factores físicos (ruido, iluminación, temperatura).
- Factores químicos: (solventes, metales pesados, entre otros).
- Factores biológicos: (hongos y bacterias).
- Factores mecánicos: (maquinaria desprotegida, mal instalada y obsoleta)

Entre los daños a la salud que provocan estos factores en el trabajador se encuentran: las lesiones auditivas irreversibles, lesiones de córnea, cataratas, conjuntivitis, quemaduras en la piel, neumoconiosis, rinitis y afección pulmonar, lo cual provoca impactos en la salud e impactos económicos.

En el caso de este estudio, el objetivo se orienta al diagnóstico de la calidad de aire en un espacio cerrado, y analiza la importancia del medio ambiente laboral, dado que en la actualidad, el hombre urbano pasa entre el 80 y el 90% de su tiempo en ambientes cerrados contaminados en mayor o menor grado. Este problema se ha visto potenciado desde que una creciente necesidad de ahorro energético ha llevado al diseño de edificios más herméticos, con una mayor recirculación del aire, y en consecuencia con un posible aumento de la contaminación interior (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España). En la práctica, los contaminantes en el interior son capaces de alterar tanto la salud física como la mental del trabajador, provocando un mayor estrés y con ello una disminución del rendimiento laboral. Para describir estas situaciones, cuando los síntomas llegan a afectar a más del 20% de los ocupantes de un edificio, se habla del Síndrome del Edificio Enfermo. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España). El edificio seleccionado para realizar el diagnóstico de la calidad del aire mostró una diversidad de contaminantes biológicos que se encuentran fuera de norma, generando alteraciones en la calidad del aire del interior del edificio. Un problema que enfrenta el desarrollo sustentable y que es caso de estudio del presente trabajo es que no se tiene una compatibilidad en los parámetros de medición, ya que la sustentabilidad ambiental se establece en términos físicos y biológicos, sin hacer diferencia entre los efectos ambientales que se pueden tener en espacios abiertos y cerrados. Este caso de estudio tiene el objetivo de tener una aproximación que permita identificar y evaluar los efectos negativos que se presentan por la mala calidad del aire en un edificio de la Ciudad de México.

## **10.1 Materiales y Métodos**

### **Identificación de contaminantes del aire interior**

El término “aire interior” suele aplicarse a ambientes de interiores no industriales: edificios de oficinas, edificios públicos (colegios, hospitales, teatros, restaurantes, etc.) y viviendas particulares. (Guardino Solá, 1998).

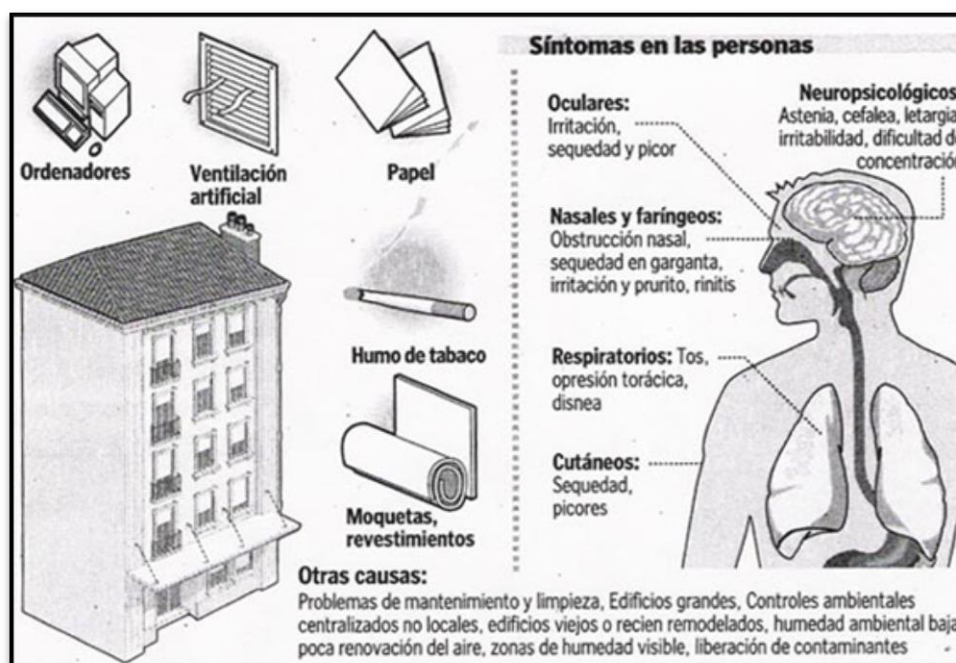
La calidad del aire interior se considera aceptable cuando está libre de olores y polvo, cuando no hay demasiado ruido y cuando se tienen la temperatura y humedad adecuadas. Sin embargo, la calidad ambiental en edificios es alterada por la interacción de agentes físicos (como la temperatura, el viento, la radiación solar, ruidos), químicos (como sustancias y/o compuestos orgánicos e inorgánicos) y biológicos, produciendo diversos efectos y consecuencias sobre las personas, el medio físico-natural y los edificios.

Actualmente se ha incrementado considerablemente el número de molestias y problemas de salud de los ocupantes de los edificios, ocasionando costos sociales y financieros debido al ausentismo. Los especialistas han estudiado el origen de las quejas. Una de las explicaciones está relacionada con la construcción de edificios cada vez más herméticos, lo cual reduce el volumen de aire de ventilación, se utilizan más productos y materiales para aislar los edificios térmicamente, se multiplica y diversifica el número de productos químicos y materiales. Cuando se trata de definir las causas de las quejas, se descubre la complejidad al intentar encontrar la relación causa–efecto considerando todos los factores (ambientales y de otro tipo) y su relación con la salud de los ocupantes de los edificios.

Los contaminantes del aire tienen distinto potencial para producir daño a la salud humana, lo cual depende de sus propiedades físicas y químicas, de la dosis que se inhala, del tiempo y frecuencia de exposición, y también de las características de la población expuesta.

En la figura 1, se presentan algunos ejemplos de las fuentes de emisiones de contaminantes más comunes que pueden asociarse con la disminución de la calidad del aire en ambiente cerrados.

**Figura 10** Causas de la contaminación en un ambiente cerrado



Fuente: (Junta de Castilla y León, 2006)

Cuando más del 20 % de los ocupantes de un edificio se quejan de la calidad del aire o presentan síntomas claros, se puede afirmar que existe el fenómeno conocido como Síndrome del Edificio Enfermo, que se define como el conjunto de molestias (sequedad de piel y mucosas, escozor de ojos, cefalea, astenia, falta de concentración y de rendimiento laboral, entre otras) o enfermedades, que aparecen durante la permanencia en el interior del edificio afectado y desaparecen después de su abandono. En la tabla 1 se presentan los principales contaminantes interiores.

Los cambios en el estado de salud de una persona debido a la mala calidad del aire interior pueden manifestarse a través de diversos síntomas agudos y crónicos, que pueden derivar en diversas enfermedades, como se muestra en la tabla 2.

Los casos en que la mala calidad del aire interior da lugar al desarrollo de una enfermedad y los síntomas son variados, éstos pueden causar malestar, estrés, ausentismo laboral y pérdida de la productividad, además de posibles acusaciones relacionadas con los problemas del edificio, generando conflictos entre los ocupantes, las empresas y los propietarios de los edificios.

**Tabla 10** Principales contaminantes interior

<b>a. Gases y vapores</b>			
	<b>Gases y vapores</b>	Compuestos Orgánicos Volátiles (VOCs)	
		Alcanos y cicloalcanos	
		Alcoholes alifáticos y sus ésteres	
		Aldehídos y Cetonas	
		Bencenos	
		Gas natural	
		Cloroformo	
		Cloruro de metilo	
		Diclorobencenos y diclorometanos	
		Formaldehídos y sus derivados	
		Halocarbonos	
		Naftalenos	
		<b>Compuestos orgánicos – inorgánicos volátiles</b>	Gases nitrosos e hidrocarburos poliaromáticos
			Nitrosaminas
	<b>Gases y vapores inorgánicos</b>	Amoníaco	
		Ácido cianhídrico y Anhídrido carbónico	
		Metales y compuestos metálicos	
		Monóxido de carbono	
		Óxidos nitrosos y Óxidos sulfurosos. Sulfuro hidrógeno	
		Ozono	
<b>b. Compuestos sólidos y líquidos en dispersión (partículas respirables)</b>			
		Humo de tabaco	
		Humo de combustiones varias (calefacción)	
		Polvo (sólidos dispersos)	
		Fibras minerales naturales:	Lana de vidrio
			Fibras cerámicas
<b>c. Compuestos biológicos</b>			
		Esporas	
		Bacterias	
		Hongos y mohos	
		Virus	
<b>d. Compuestos biológicos</b>			
		Productos radioactivos naturales (radón y sus descendientes)	
		Productos radioactivos artificiales	

Fuente: (Junta de Castilla y León, 2006)

**Tabla 10.1** Síntomas y enfermedades relacionadas con la calidad del aire interior

Síntomas	Ojos	Sequedad, picor/escozar, lagrimeo, enrojecimiento
	Vías Respiratorias Altas	(nariz y garganta) Sequedad, picor/escozar, congestión nasal, goteo nasal, estornudos, epistaxis, dolor de garganta
	Pulmones	Opresión torácica, sensación de ahogo, sibilancias, tos seca, bronquitis
	Piel	Enrojecimiento, sequedad, picor generalizado y localizado
	General	Cefalea, debilidad, somnolencia/letargo, dificultad para concentrarse, irritabilidad, ansiedad, náuseas, mareo.
Enfermedades más comunes	Hipersensibilidad	
	Neumonitis por hipersensibilidad, fiebre por humidificadores, asma, rinitis, dermatitis.	
	Infecciones	
	Legionelosis (enfermedad del legionario), Fiebre de Pontiac, tuberculosis, resfriado común, gripe. De origen químico o físico desconocido, incluido el cáncer.	

Fuente: (Guardino Solá, 1998)

La dificultad para establecer con precisión en qué medida la mala calidad del aire interior puede afectar a la salud, es la ausencia de información con respecto a la relación entre la exposición y el efecto a las concentraciones a las que suelen estar presentes los contaminantes. Por lo que surge la necesidad de obtener información en condiciones de dosis elevadas (como las exposiciones en el entorno industrial) y extrapolarla a dosis mucho más bajas con el margen de error correspondiente.

Por otro lado, se conocen los efectos de la exposición aguda de muchos contaminantes presentes en el aire, pero existe un desconocimiento relacionado con las exposiciones a largo plazo a concentraciones bajas y a mezclas de diferentes contaminantes.

El aire interior que no es industrial muestra varias características que lo diferencian del aire exterior, o aire atmosférico, y del aire del medio ambiente industrial. Además de los contaminantes presentes en el aire atmosférico, el aire interior también contiene contaminantes generados por los materiales de construcción y por las actividades que tienen lugar en el interior del edificio.

Las concentraciones de contaminantes en el aire interior de oficinas suelen ser de la misma magnitud que las encontradas habitualmente en el aire exterior, y mucho menores que las existentes en el medio ambiente industrial.

El número de contaminantes presentes en el aire interior es amplio y variable, con niveles de concentración bajos, los cuales varían según las condiciones atmosféricas/climatológicas, el tipo o las características del edificio, su ventilación y las actividades desarrolladas en su interior. Para el análisis de los contaminantes del aire existen métodos y equipos adecuados para la valoración de la calidad del aire interior.

Aunque existe una amplia variedad de partículas de origen biológico en el aire interior, en la mayoría de los ambientes de trabajo los microorganismos tienen gran importancia para la salud. Además de microorganismos como virus, bacterias, hongos y protozoos, el aire interior puede contener granos de polen, detritus animal, fragmentos de insectos, ácaros y sus productos de excreción; además de los aerosoles biológicos de estas partículas, también puede haber compuestos orgánicos volátiles que emanan de organismos vivos, como las plantas y los microorganismos presentes en el interior.



Un problema importante es que la distribución de microorganismos en el aire interior no es uniforme, ni en el espacio ni en el tiempo, dependen profundamente del grado de actividad en una habitación, en particular, del trabajo de limpieza o construcción que levanta el polvo asentado. En consecuencia, existen importantes fluctuaciones en el número de microorganismos en intervalos de tiempo relativamente cortos. (Guardino Solá, 1998).

Algunas organizaciones se han dado a la tarea de clasificar clasificado los niveles de contaminación del aire interior, obteniendo rangos que podemos observar en la tabla 3; hasta el momento en México no se han definido patrones numéricos o valores normativos.

**Tabla 10.2** Niveles observados de microorganismos en el aire de ambientes interiores

Categoría de Contaminación	UFC por metro de aire	
	Bacterias	Hongos
Muy baja	< 50	< 25
Baja	< 100	< 100
Intermedia	< 500	< 500
Alta	< 2,000	< 2,000
Muy alta	>2,000	>2,000

Fuente: (Guardino Solá, 1998)

Para investigar un problema de calidad del aire interior de un edificio se elabora un plan con diferentes etapas. En la primera etapa, se lleva a cabo una inspección general del edificio y se comprueban sus instalaciones, en particular las que afectan la regulación y el funcionamiento correcto del sistema de calefacción, ventilación y acondicionamiento del aire, de acuerdo con las normas establecidas en el momento de su instalación.

Después de revisar que las condiciones de funcionamiento de los sistemas de ventilación cumplen las normas, y aun así continúan las quejas, deberá llevarse a cabo una investigación técnica para determinar el grado y la naturaleza del problema. Se realizará una investigación detallada de los problemas potenciales identificados en la primera fase. La investigación puede incluir un análisis profundo del sistema de calefacción, ventilación y acondicionamiento del aire del edificio, una evaluación más amplia de los materiales de los que se sospecha que emiten gases y partículas, un análisis químico y biológico detallado del aire ambiente en el edificio y evaluaciones médicas o epidemiológicas para detectar síntomas de enfermedad.

Existen diferentes métodos para realizar una evaluación de la calidad del aire, sin embargo, el muestreo y análisis de contaminantes atmosféricos se deben distinguir entre emisión e inmisión, entendiendo por emisión a la cantidad de contaminantes que genera la actividad que realiza el edificio.

El concepto de emisión implica la concentración de un contaminante, que es lanzado o vertido por un foco emisor, mientras que aire ambiente (a veces, llamado inmisión) se refiere a la concentración de un contaminante, existente a nivel del suelo y es por tanto, el que respira el ser humano.

El edificio estudiado no realiza actividades de transformación sino únicamente actividades administrativas de evaluación de proyectos, por lo que queda descartado el análisis de emisión y, la evaluación se concentra en el análisis de inmisión.

Ahora bien el análisis de aire ambiente se realizó a través de un método discontinuo, éste supone la captación del contaminante en el punto de muestreo, el transporte del contaminante captado al laboratorio y el posterior análisis en el laboratorio.

## **10.2 Diseño de la Investigación**

La investigación realizada se clasificó como investigación de campo descriptiva, ya que realiza una descripción de las condiciones de trabajo del edificio y para la obtención de información se utilizaron herramientas de campo, como son la toma de muestras con equipos especializados.

Para situarnos en el análisis del escenario primeramente se definió los indicadores de cantidad, los cuales están determinados por la población y las muestras.

### **Población y muestra**

La población está definida por el número de personas que laboran en el edificio y la muestra se tomó con base al número de personas por piso, sin embargo, como el objetivo de análisis fue la calidad del aire se identificaron las áreas comunes. Para determinar los puntos de muestreo se realizó un análisis de los planos del edificio donde se identificaron las principales fuentes de climatización, así como las áreas comunes donde los trabajadores sufren mayor exposición del sistema de aire del edificio.

Se realizó un programa de muestreo identificando la distribución de puntos y zonas a evaluar para la calidad del aire interior, las cuales se conformaron en tres escenarios diferentes que constan de:

- Tres muestras por piso (Planta Baja, Estacionamiento 1, Estacionamiento 2, Estacionamiento 3, Pisos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12) (muestras internas) con personal y sin personal por piso. En total 6 muestras internas
- Tres muestras por piso (Planta Baja, Estacionamiento 1, Estacionamiento 2, Estacionamiento 3, Pisos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10,11, 12) (muestras externas, tomadas en las puntos de entrada de aire exterior). En total 3 muestras externas.

### **Sistema de Variables**

El propósito es cuantificar los parámetros de calidad del aire interior como lo son los agentes biológicos, ya que dentro de éstos entran las bacterias y hongos; dichas muestras se tomaron conforme a la normatividad aplicable y con instrumentos de lectura directa.

### **Análisis del entorno del edificio**

En este rubro se identifican las variables ajenas al edificio, como son la ubicación, el tráfico, el aumento de la población y la calidad del aire presente en el Distrito Federal. Posteriormente, se realizó el levantamiento de las variables microbiológicas (Figura 2).

Existen normas para la calidad del aire en el exterior establecidas con el fin de proteger a la población general, y pueden ser útiles como directrices generales para conseguir una calidad aceptable del aire en espacios interiores. Los instrumentos de política pública relacionados con la calidad del aire se encuentran constituidos por 11 Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las cuales son de observancia obligatoria en todo el territorio mexicano.

En México se han establecido normas y lineamientos de carácter obligatorio encaminados a controlar y prevenir la contaminación del aire atmosférico, así como la prevención de accidentes y enfermedades en el trabajo. Sin embargo no hay normas para calidad del aire interior en espacios cerrados.

A nivel internacional, algunas organizaciones han propuesto criterios técnicos y valores límite legalmente establecidos para ambientes industriales en diferentes países, para trabajadores adultos y para duraciones específicas de exposición que no pueden aplicarse directamente a la población en general, así como recomendaciones para la valoración de la calidad del aire interior, sin embargo, hasta el momento no se tiene una normatividad de monitoreo sobre la calidad del aire aplicable a espacios cerrados.

**Figura 10.1** Levantamiento de muestras microbiológicas



Fuente: Elaboración propia

### Descripción del área de estudio

El edificio donde se realizó el estudio tiene una Superficie total de 1,752.98 m<sup>2</sup>, lo que representa el 0.054% de la superficie total de la Delegación Cuauhtémoc, predominan dos tipos de clima: templado sub húmedo con lluvias en verano de humedad media para el 0.75% de la superficie delegacional y templado sub húmedo con lluvias en verano de menor humedad para el 99.25% de la superficie delegacional.

Los principales problemas que afectan al medio ambiente del edificio son:

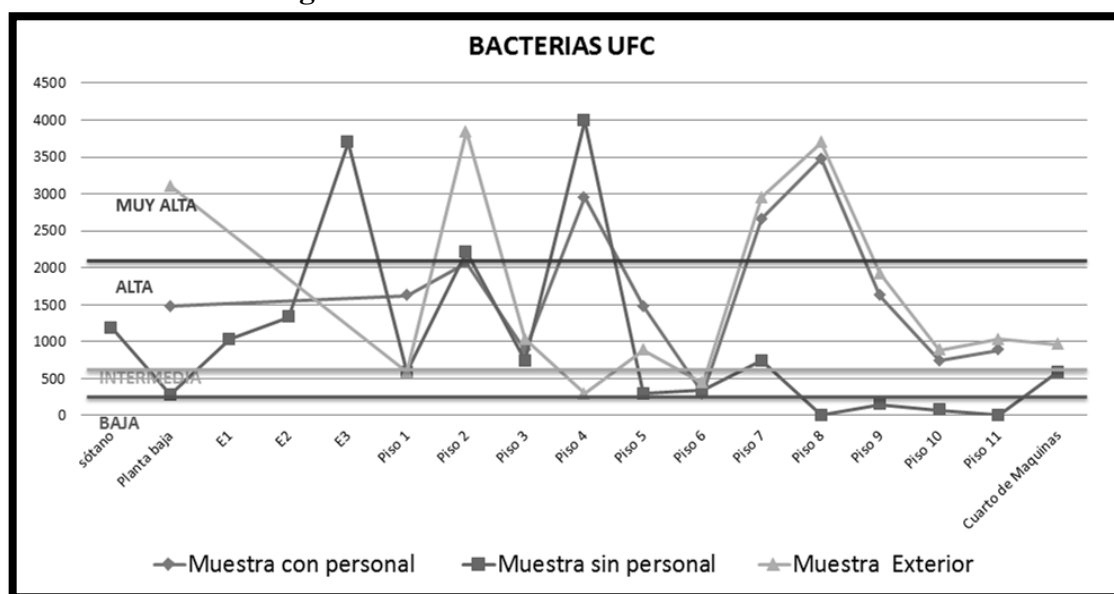
- La Contaminación Atmosférica, ya que en el Distrito Federal circulan 3.5 millones de automóviles, de los cuales el 7.5%, aproximadamente pertenecen a los residentes de la delegación Cuauhtémoc.

- El ruido es otra de las causas graves de la problemática ambiental, debido a los efectos que causa a la salud; cuyas fuentes emisoras son múltiples y variadas. Van desde las zonas industriales a centros de diversión, pero son particularmente críticas las zonas de intenso tráfico vehicular y aéreo, en donde se alcanzan niveles superiores a los 1000 decibeles.
- Las aguas residuales, se contaminan en un porcentaje aproximado de 97% con respecto al volumen total.
- En la Delegación Cuauhtémoc se “producen 1,452 toneladas diarias de residuos sólidos”, lo que corresponde al 13.2% del total del Distrito Federal. El 65% de ellos corresponde a basura doméstica, y el porcentaje restante no está especificado.

### 10.3 Discusión y análisis de resultado

Utilizando los datos obtenidos en laboratorio (figuras 3 y 4), los valores alcanzados en la toma de las muestras tanto de bacterias y hongos, se puede observar, que en la mayoría de los pisos la presencia de microorganismos está por arriba de los límites establecidos por la norma, notándose con mayor claridad dado que se identifican con diferentes líneas los límites para las Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en categorías de baja, intermedia, alta y muy alta.

**Figura 10.2** Resultados del cultivo de Bacterias UFC



Fuente:

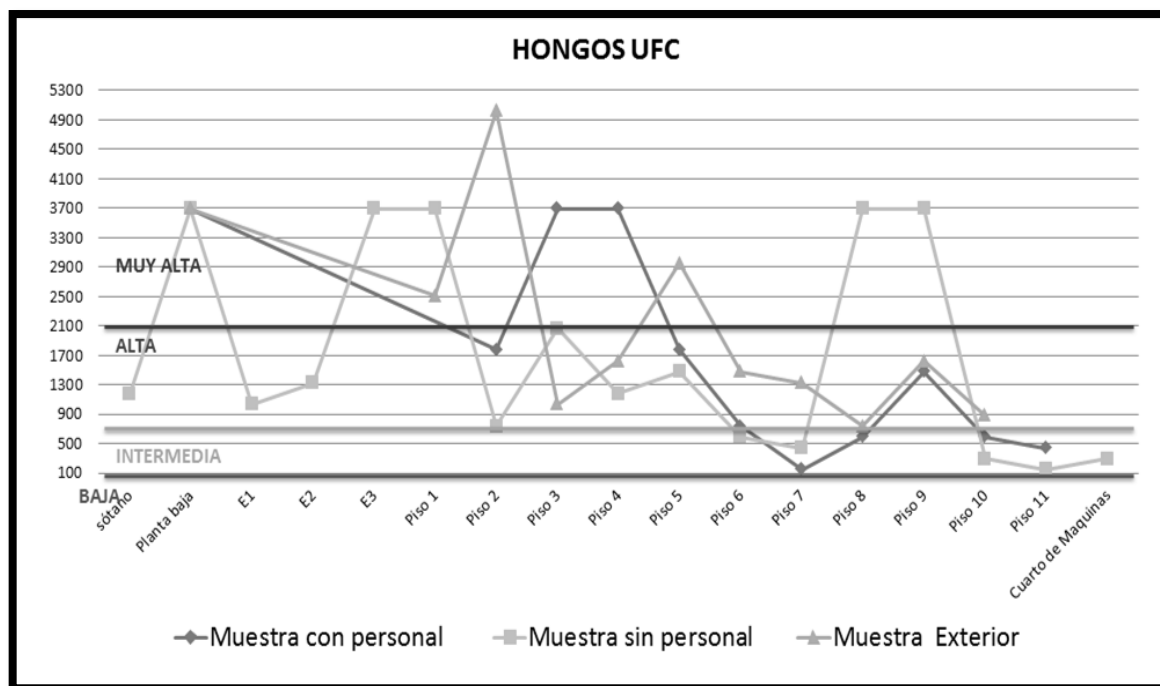
Elaboración propia con datos obtenidos del muestreo

En la figura 3 se presentan los resultados del cultivo de bacterias, observándose que el edificio presenta un Alto Riesgo, dado que varias de las muestras se encuentran en este rango. Cabe señalar que no se graficaron todos los puntos de las tres muestras por pisos, solo se consideraron las más representativas.

Del análisis cuantitativo desarrollado de las muestras de hongos se resuelve que el edificio presenta un Alto Riesgo, debido a que esta fuera del límite máximo permitido que es de <500 UFC, alcanzando picos de hasta 5032 UFC en el caso más alto (Figura 4).

Derivado de la evaluación de la calidad del aire al interior ésta se ve afectada a través del estado del aire externo circundante al edificio, es decir, el impacto del medio ambiente externo que se filtra por diferentes áreas del edificio como lo son; la planta baja, la rampa de ingreso al estacionamiento (E) en sus diferentes niveles denominados E1, E2 y E3, impactando directamente al resto del edificio. Por otra parte, el sistema de aire acondicionado que está instalado en el estacionamiento E1 presenta daños, propiciando la contaminación del aire que va a ser lavado y distribuido por el sistema (equipo golpeado, dañado, bloqueado). Esto provoca la existencia de polvos, microorganismos y bacterias.

**Figura 10.3** Resultados del cultivo de Hongos UFC



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del muestreo

Utilizando los datos contenidos en las figuras 3 y 4, se pueden establecer las categorías de contaminación señaladas en la tabla 4.

**Tabla 10.3** Caracterización de los niveles de contaminación del aire interno

Categoría de Contaminación	UFC por metro de aire	
	Bacterias	Hongos
Muy baja	< 50	< 25
Baja	< 100	< 100
Intermedia	< 500	< 500
Alta	< 2,000	< 2,000
Muy alta	>2,000	>2,000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en el laboratorio

Analizando los datos de la tabla 4, se concluye que el sistema de distribución del aire acondicionado indica condiciones de Alto Riesgo según la Organización Internacional del Trabajo y rebasa los límites máximos permitidos según la norma NTP-299-INSHT-España.

Del análisis cuantitativo desarrollado de las muestras de bacterias se obtiene el siguiente resultado:

- El edificio presenta un Alto Riesgo, debido a que esta fuera del límite máximo permitido que es de <500 UFC, alcanzando picos de hasta **3996 UFC** en el caso más alto, como se aprecia en la figura 3.

Del análisis cuantitativo desarrollado de las muestras de hongos se obtiene el siguiente resultado:

- El edificio presenta un Alto Riesgo, debido a que esta fuera del límite máximo permitido que es de <500 UFC, alcanzando picos de hasta 5032 UFC en el caso más alto, como se muestra en la figura 4.

Con los resultados obtenidos se tiene evidencia de la evaluación de un indicador ambiental como lo es la calidad del aire en un ambiente cerrado, aunque la normatividad en materia ambiental es una aproximación para establecer límites en la calidad del aire, no se ha desarrollado una estandarización sobre los impactos negativos en el medio ambiente. Actualmente, no se tiene un consenso sobre la evaluación de los impactos ambientales como lo es la calidad del aire en un ambiente interno, por lo tanto, no se han evaluado las repercusiones que se puedan tener en el ámbito económico. El costo asociado por la convivencia en un ambiente permeado de bacterias como el streptococcus y el staphylococcus; y hongos, no es considerado como un impacto ambiental negativo, que deba ser evaluado y monitoreado en ambientes internos.

#### 10.4 Referencias

Guardino Solá, X. (1998), Calidad del aire al interior, En O. I. Trabajo, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo (págs. 44.1-45.26), Organización Internacional del Trabajo.

Junta de Castilla y León. (2006), Aspectos técnicos de la calidad de ambientes interiores. En F. J. Rey Martínez, & R. Ceña Callejo, Edificios Saludables para trabajadores sanos: calidad de ambientes interiores (págs. 232-454), España.

Lahmann, E. (1992), Determination and Evaluation of Ambient Air Quality. Manual of Ambient Air Quality Control in Germany, Germany, The Federal Minister for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. Norma NTP 243: Ambientes cerrados: calidad del aire. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

**Apéndice A . Consejo Institucional. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca**

Arízaga Cervantes- Wálter, Ing.

Rector de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.

Rivero Zurita- Eduardo, Ing.

Vicerrector de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.

Palma Moreno- María Elena, PhD.

Dirección de Investigación Ciencia y Tecnológica de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.

Flores de Gonzáles- Mary, PhD.

Centro de Estudios de Posgrado e Investigación. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.

**Apéndice B . Consejo Editor ECORFAN-Bolivia**

Elizabeth Eugenia Díaz Castellanos, PhD.  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.

Díaz Castellanos-Elizabeth, PhD.  
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México.

Liñan Cabello-Marco, PhD.  
Universidad de Colima, México.

Sanchez Cano-Julieta, PhD.  
Columbia University, New York, E.U.A.

Soria Freire-Vladimir, PhD.  
Universidad de Guayaquil, México.

Bardey- David, PhD.  
Universidad de Los Andes, Colombia.

Novelo Urdanivia- Federico, PhD.  
Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Alicia Girón, PhD  
Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Luis Felipe Beltran Morales, PhD.  
Universidad de Concepción, Chile

Galicia Palacios- Alexander, PhD.  
Instituto Politécnico Nacional, México.

Verdegay-José, PhD.  
Universidad de Granada, España.

Quiroz Muñoz- Enriqueta, PhD.  
Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, México.

Elizundia Cisneros- María, PhD.  
Universidad Anahuac México Norte, México.

Alvarado Borrego- Aida, PhD.  
Universidad de Occidente, México.

Moreno Zea- María, PhD.  
Universidad de Santiago, de Chile.

Ordonez Aleman- Gladys, PhD.  
Universidad Espíritu Santo, Ecuador.



Sajid-Muhammad, PhD.  
University Faisalabad, Pakistan.

Cardozo-Francisco, PhD.  
Universidad del Valle, Colombia.

Vargas-Oscar, PhD.  
National Chengchi University, Taiwán.

Solís Soto- Teresa, PhD.  
Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.

Quintanilla Dominguez- Joel, PhD.  
Universidad Politecnica de Madrid, España.

Nieva Rojas- Jefferson, PhD.  
Universidad Autónoma de Occidente, Colombia.

**Apéndice C . Comité Arbitral. ECORFAN-Bolivia**

Jaliri Castellón- María Carla Konradis, MsC.  
Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Gómez Monge- Rodrigo, PhD .  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Salamanca Cots- Maria Rosa, PhD.  
Universidad Anahuac.

ViteTorres- Manuel, PhD.  
Instituto Politécnico Nacional.

Islas Rivera- Víctor Manuel, PhD.  
Instituto Mexicano del Transporte.

Villalba Padilla- Fátima Irina, PhD.  
Escuela Superior de Economía ESE-IPN.

Escaleta Chávez- Milka Elena, MsC.  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Valdivia Altamirano- William Fernando, PhD.  
Universidad Politécnica Metropolitana de Hidalgo.

Cobos Campos- Amalia Patricia, PhD.  
Universidad Autónoma de Chihuahua.

Beltran Miranda- Claudia Patricia, PhD.  
Universidad de Guadalajara.

Linarez Placencia- Gildardo, PhD.  
Universidad Tecnológica de San Luis Rio Colorado

Vázquez Olarra- Glafira, PhD.  
Universidad Politécnica de Pénjamo

Lopez Ureta- Luz Cecilia, PhD.  
Instituto Tecnológico Superior de Zapopan

Cervantes Rosas- María de los Ángeles PhD.  
Universidad de Occidente.

Galaviz Rodríguez- José Víctor, PhD.  
Universidad Tecnológica de Tlaxcala

Ordóñez Gutiérrez- Sergio Adrián, PhD.  
Universidad Nacional Autónoma de México

Ruiz Aguilar- Graciela M.L., PhD.  
Universidad de Guanajuato

González Gaxiola- Oswaldo, PhD.  
Universidad Autónoma Metropolitana.

Gavira Durón- Nora, PhD.  
Universidad Autónoma Metropolitana.

Rocha Rangel- Enrique, PhD.  
Universidad Politécnica de Victoria.

Santillán Núñez- María Aída, PhD.  
Universidad de Occidente.

Jiménez López- Victor Samuel, MsC.  
Universidad Tecnológica Regional del Sur.

Rovirosa Hernandez- Ma. de Jesús, PhD.  
Universidad de Veracruz.

Córdova Rangel- Arturo, PhD.  
Universidad Politécnica de Aguascalientes.

Álvarez Echeverría- Francisco Antonio, MsC.  
Universidad Nacional Autónoma de México.

Acosta Navarrete- María Susana, PhD.  
Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato.

Pelayo Maciel- Jorge, PhD.  
Universidad de Guadalajara

Guadarrama Gómez- Irma, MsC.  
Universidad Tecnológica de la Riviera Maya.

Castillo Diego- Teresa Ivonne, PhD.  
Universidad Tecnológica de la Mixteca.

Castro Enciso- Salvador Fernando, PhD.  
Universidad Latina.

Liñan Cabello- Marco Agustin, PhD.  
Universidad de Colima.

Manjarrez López- Juan Carlos, PhD.  
Universidad Tecnológica de Puebla.

Ibarra Zavala- Darío Gualupe, PhD.  
Universidad Nacional Autónoma de México.

Martínez García- Miguel Ángel. PhD.  
Escuela Superior de Economía.

Trejo García- José Carlos, PhD.  
Instituto Politécnico Nacional.

Deise Klauck, MsC.  
Universidade Federal de Santa Catarina.

