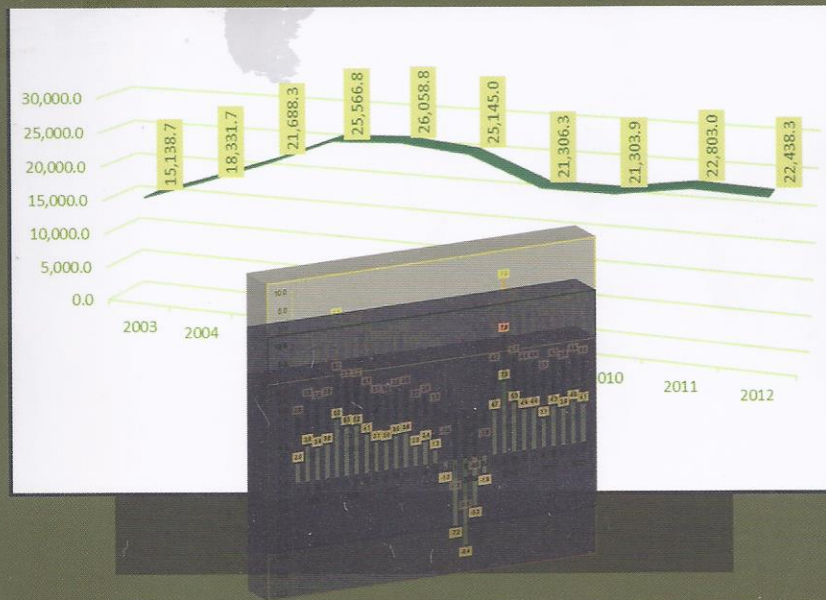


# INVESTIGACIÓN en MATEMÁTICAS, ECONOMÍA y CIENCIAS SOCIALES



(Compilación y edición)

Francisco Pérez Soto | Esther Figueroa Hernández  
Lucila Godínez Montoya | Rosa María García Núñez  
Daniel Sepúlveda Jiménez | David Martín Santos Melgoza

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

*Francisco Pérez Soto  
Esther Figueroa Hernández  
Lucila Godínez Montoya  
Rosa María García Núñez  
Daniel Sepúlveda Jiménez  
David Martín Santos Melgoza  
(Compilación y Edición)*

# **INVESTIGACIÓN EN MATEMÁTICAS, ECONOMÍA Y CIENCIAS SOCIALES**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

Francisco Pérez Soto  
Esther Figueroa Hernández  
Lucila Godínez Montoya  
Rosa María García Núñez  
Daniel Sepúlveda Jiménez  
David Martín Santos Melgoza  
(Compiladores y Editores)

*LinkVerde*

Diseño editorial y portada

Primera edición, marzo de 2014  
ISBN 978-607-12-0344-1  
D.R. © Universidad Autónoma Chapingo  
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco  
C.P. 56230, Chapingo, estado de México

Impreso en México

# ÍNDICE

<b>MODELO DE BIOMASA, ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA Y RAZÓN DE PESO FOLIAR DE MAÍZ FORRAJERO EN FUNCIÓN DE UNIDADES CALOR</b> <i>José Alberto Salvador Escalante Estrada, María Teresa Rodríguez González y Yolanda Isabel Escalante Estrada</i>	1
<b>SOLUCIONES PARTICULARES EXACTAS PARA SISTEMAS DINÁMICOS DEL TIPO REACCIÓN-DIFUSIÓN</b> <i>Daniel Sepúlveda Jiménez, Jesús Loera Martínez, Orsohe Ramírez Abarca y Luis Antonio Caso Alfaro</i>	8
<b>MODELACIÓN Y SIMULACIÓN NUMÉRICA DE INCENDIOS FORESTALES MEDIANTE UN AUTOMATA CELULAR NO ESTRUCTURADO</b> <i>Gerardo Mario Ortigoza Capetillo</i>	21
<b>METODOLOGÍA DE MODELACIÓN MATEMÁTICA DINÁMICA DE AMBIENTES AGRÍCOLAS CONTROLADOS: AVANCES Y RETOS</b> <i>Irineo Lorenzo López Cruz, Raquel Salazar Moreno, Abraham Rojano Aguilar, Agustín Ruiz García y Elmer César Trejo Zúñiga</i>	34
<b>VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN E INTERACCIÓN FLUIDO-PARTÍCULA</b> <i>José Roberto Mercado Escalante, Waldo Ojeda Bustamante, Pedro Guido Aldana y Gilberto Zetina Domínguez</i>	48
<b>ANÁLISIS DEL TIEMPO DE DURACIÓN DE LOS HURACANES USANDO MODELOS DE SOBREVIVENCIA</b> <i>Margarito Soriano Montero</i>	55



<b>PROGRAMACIÓN MATEMÁTICA Y SUS APLICACIONES EN LA AGRICULTURA</b> <i>Marlío Bedoya Cardoso y Raquel Salazar Moreno</i>	62
<b>ANÁLISIS CON ESPECTRO POTENCIAL DE SERIES DE RENDIMIENTOS MEDIOS ANUALES DE FRIJOL EN MÉXICO</b> <i>Olivia Delgadillo Ruiz, Juan Antonio Leos Rodríguez y Ricardo David Valdez Cepeda</i>	72
<b>ANÁLISIS DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC) EN EL PROGRAMA MASAGRO EN EL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO</b> <i>Pablo Alejandro González Tena, Roberto Rendón Medel</i>	81
<b>COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS DE TOMA DE DECISIONES CON MÚLTIPLES OBJETIVOS</b> <i>Raquel Salazar Moreno, Irineo López Cruz, Abraham Rojano Aguilar, Esther Figueroa Hernández, Francisco Pérez Soto</i>	95
<b>MODELACIÓN COMPUTACIONAL DE INVERNADEROS TECNIFICADOS Y RÚSTICOS</b> <i>Abraham Rojano Aguilar, Raquel Salazar Moreno, Fernando Rojano Aguilar, Jorge Flores Velázquez, Irineo López Cruz y Waldo Ojeda Bustamante</i>	112
<b>SIMULACIÓN DE LA TEMPERATURA Y FLUJO DEL AIRE NOCTURNOS EN UN INVERNADERO EN EL CENTRO DE MÉXICO UTILIZANDO DINÁMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL</b> <i>Verónica Espinal Montes, Irineo L. López Cruz, Abraham Rojano Aguilar y Eugenio Romantchik Kriuchova</i>	121

## MATEMÁTICAS APLICADAS A LA ECONOMÍA

<b>DETERMINANTES DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO CON PRESENCIA DE INSTITUCIONES PÚBLICAS EN MÉXICO</b> <i>Ernesto Bravo Benítez</i>	135
<b>BENEFICIOS SOCIALES DE CONSERVAR LOS SERVICIOS AMBIENTALES: UNA ESTIMACIÓN PARAMÉTRICA Y NO PARAMÉTRICA</b> <i>Alfredo Pelayo Calatayud Mendoza, Francisco Pérez Soto y Jhesus Wilson Panca Galindo</i>	150
<b>DIEZ APLICACIONES PRÁCTICAS DE LAS CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS</b> <i>Gerónimo Barrios Puente, Marcos Portillo Vázquez, Francisco Pérez Soto, Esther Figueroa Hernández, Lucila Godínez Montoya y Yazmín García Salinas</i>	160

<b>FACTORES ASOCIADOS A LA CAPACIDAD FUNCIONAL DEL ADULTO MAYOR EN EL ESTADO DE GUERRERO</b> <i>Saúl Salinas Nicolas, Mario Miguel Ojeda Ramirez y Lucio Díaz Gonzales</i>	177
<b>MODELO BIOECONÓMICO PARA PRODUCCIÓN DE MIEL DE ABEJA EN AGUASCALIENTES, MÉXICO, PERIODO 1998-2010</b> <i>Sergio Ernesto Medina Cuéllar, Marcos Portillo Vázquez, José María García Álvarez-Coque y Gerardo Humberto Terrazas González</i>	186
<b>CARACTERIZACIÓN MULTIVARIADA DE LOS CONSUMIDORES DE SERVICIOS RECREATIVOS AMBIENTALES EN MÉXICO</b> <i>Francisco Pérez Soto, Esther Figueroa Hernández, Lucila Godínez Montoya, Cristóbal M. Cuevas Alvarado y Rebeca A. Pérez Figueroa</i>	197
<b>EFICIENCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO EN MAIZ FORRAJERO DEL SECTOR PEQUEÑA PROPIEDAD VERSUS ALFALFA EN EL DR-017, COMARCA LAGUNERA</b> <i>José Luís Ríos Flores, Marco Antonio Torres Moreno, Aurelio Pedroza Sandoval y Miriam Torres Moreno</i>	210
 <b>CRECIMIENTO ECONÓMICO, POLÍTICAS PÚBLICAS Y POBREZA</b>  	
<b>EFFECTO DE LA INVERSIÓN EXTRANJERA DIRECTA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE MÉXICO</b> <i>Lucila Godínez Montoya, Esther Figueroa Hernández, Francisco Pérez Soto, Gerónimo Barrios Puente y Rebeca A. Pérez Figueroa</i>	223
<b>LAS REMESAS FAMILIARES EN MÉXICO Y SUS ENTIDADES FEDERATIVAS, 2003-2012</b> <i>Orsohe Ramírez Abarca, Jesús Loera Martínez, Luis Enrique Espinosa Torres, Esther Figueroa Hernández y Martín González Elías</i>	234
<b>INGRESO MÍNIMO DE LAS FAMILIAS QUE IDENTIFICA LA LÍNEA DE POBREZA EN MÉXICO, 2012</b> <i>Roberto Arpi Mayta</i>	246
<b>LÍMITES DE LA TEORÍA ECONÓMICA EN LA DETERMINACIÓN DE LOS PRECIOS DEL MAÍZ EN QUINTANA ROO, MÉXICO, 1980-2010</b> <i>Oscar Iván Reyes Maya, Lorenzo Reyes Reyes, Aguilar Carrizal Guillermo</i>	257
<b>LA ECONOMÍA CON ENFOQUE NEOINSTITUCIONAL COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS: HORTALIZAS EN JALISCO</b> <i>Imelda Rosana Cih Dzul y Arturo Moreno Hernández</i>	269

<b>ANÁLISIS DE LOS ÍNDICES DE POBREZA ALIMENTARIA Y DESIGUALDAD DE LOS INGRESOS EN MÉXICO</b> <i>Francisco Pérez Soto, Esther Figueroa Hernández, Lucila Godínez Montoya y Rebeca A. Pérez Figueroa</i>	284
<b>ANÁLISIS BASADO EN LA EVIDENCIA DEL PROCESO DE LA EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA PÚBLICA ALIMENTARIA PESA EN OAXACA</b> <i>Sandra Amyris Gimete Baños y Julio Baca del Moral</i>	291
<b>IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DE PRODUCCIÓN EN LAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS. CASO MÉXICO</b> <i>Yolanda Guadarrama Alba, María Elena Tavera Cortez, y María del Carmen Gutiérrez Arreola</i>	305
<b>PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN</b>	
<b>TRIGO, LA COMPETENCIA IMPOSIBLE ENTRE MÉXICO Y ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA</b> <i>Arturo Chong Eslava, Emanuel Víctor Cruz San Pedro y Samuel Sánchez Domínguez</i>	319
<b>IMPACTO DEL IMPUESTO AL VALOR AGREGADO EN ALIMENTOS Y MEDICINAS EN EL GASTO DEL CONSUMIDOR MEXICANO, 2012</b> <i>Alejandro de la Rosa Zamora, Francisco Pérez Soto y Elvia Villegas Cruz</i>	329
<b>ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LOS PRINCIPALES PAÍSES EXPORTADORES DE FRESA</b> <i>Verna Gricel Pat Fernández e Ignacio Caamal Cauch</i>	344
<b>ANÁLISIS DE LA CADENA DE SUMINISTRO DEL MERCADO HORTOFRUTÍCOLA EN TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO</b> <i>Mary Kimberly Miranda Reyes y Rita Schwentesius Rindermann</i>	355
<b>LAS EXPORTACIONES DE CAFÉ MEXICANO A LA UNION EUROPEA</b> <i>Alma Alicia Gómez Gómez</i>	368
<b>ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL ESTADO DE GUANAJUATO</b> <i>J. Martín González Elías, Armando Rucoba García, Orsohe Ramírez Abarca, Esther Figueroa Hernández y Azenet Cano Alamilla</i>	378
<b>TENDENCIAS Y NICHOS DE MERCADO PARA LA AGROINDUSTRIA CARNICA BOVINA DE MÉXICO</b> <i>Miguel Ángel Vargas del Ángel, Manrubio Muñoz Rodríguez y Quito López Tirado</i>	390

## **LA DEMANDA DE MAÍZ DE MÉXICO, 1980-2010**

*Esther Figueroa Hernández, Lucila Godínez Montoya, Luis Enrique Espinosa Torres, Orsohe Ramírez Abarca y J. Martín González Elías*

404

## **ECONOMÍA Y MEDIO AMBIENTE**

### **PROPUESTA DE MODELO PARA ADOPCIÓN DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN EMPRESAS DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL EN MÉXICO**

*Daniel Eduardo Sepúlveda Robles y Daniel Sepúlveda Jiménez, Francisco Pérez Soto y Esther Figueroa Hernández*

424

### **MODELO DE COMERCIALIZACIÓN DE COMPOSTA**

*María Elena Tavera Cortés, Silvia Galicia Villanueva y Verónica García Valdés*

438

### **POTENCIAL DE GENERACIÓN DE BIOGÁS Y ENERGÍA ELÉCTRICA EN GRANJAS PORCINAS EN MICHOACÁN POR MEDIO DE BIODIGESTORES**

*José Apolonio Venegas Venegas, Arturo Perales Salvador, Manuel del Valle Sánchez, Sergio Ernesto Medina Cuéllar y Óscar Hernández Fernández*

453

## **CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

### **LA NOCIÓN DE COHERENCIA EN LA LINGÜÍSTICA DEL TEXTO DE TEUN A. VAN DIJK Y LA ENSEÑANZA HUMANÍSTICA DEL LENGUAJE EN CHAPINGO**

*Raymundo Pablo Tenorio*

463

### **LA NECESIDAD DE NUEVAS METODOLOGÍAS EN CIENCIAS SOCIALES: SIMULACIÓN SOCIAL TEÓRICAMENTE INFORMADA**

*Karina García Martínez y José Alfredo Castellanos Suarez*

469

### **BASES CIENTÍFICAS MODERNAS Y SU PAPEL ESPECULATIVO**

*José Alfredo Castellanos Suárez*

481



*Francisco Pérez Soto<sup>1</sup> Esther Figueroa Hernández<sup>2</sup>; Lucila Godínez Montoya<sup>2</sup>;  
Cristóbal M. Cuevas Alvarado<sup>1</sup> y Rebeca A. Pérez Figueroa.<sup>3</sup>*

# CARACTERIZACIÓN MULTIVARIADA DE LOS CONSUMIDORES DE SERVICIOS RECREATIVOS AMBIENTALES EN MÉXICO

## I. Introducción

Históricamente el progreso económico de los países desarrollados, y de las ahora llamadas economías emergentes, se ha dado sobre la base de la utilización de los recursos naturales y la explotación de las llamadas ventajas comparativas basadas en la dotación de factores, según lo postula la teoría económica convencional. Si bien dicha regularidad ha implicado un incremento en el bienestar de la población en las distintas naciones, el costo ha sido la alteración de los ciclos biológicos y naturales, causados por la explotación irracional y tala de los bosques y selvas, alteración antropogénica de corrientes de aguas, ríos y mares; contaminación de suelos con elementos de síntesis química y elementos pesados; pérdida de hábitat y biodiversidad por el establecimiento de asentamientos humanos; todos los cuales son la causa del llamado cambio climático global y su manifestación más evidente como lo es el calentamiento global.

<sup>1</sup>División de Ciencias Económico Administrativas. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). E-mail: perezsotof@hotmail.com, <sup>2</sup>Centro Universitario UAEM, Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México. E-mail: esfigue\_3@yahoo.com.mx, lucilagm76@hotmail.com; <sup>3</sup>Estudiante de doctorado, Escuela de Matemáticas, Universidad de Bristol, Inglaterra. E-mail: tsukino3@gmail.com

Diversos han sido los esfuerzos ya sea de organismos no gubernamentales, instituciones internacionales o gobiernos que desde los años ochenta han llamado a tomar acciones concretas para mitigar las causas del cambio climático. Entre estas acciones, la más destacada es la incorporación del concepto de desarrollo sustentable a las diversas políticas y acciones que dan contexto económico y social al desarrollo. Este concepto ha implicado, también, un cambio radical no sólo en el discurso económico e incluso político, sino también en los paradigmas y diversas metodologías de análisis económicos, por ejemplo el análisis costo-beneficio, o de análisis estadístico, por ejemplo el desarrollo vertiginoso de los métodos estadísticos de elección discreta y de los modelos lineales generalizados en la década de los noventa y la primera del siglo XXI.

Si bien estos desarrollos metodológicos, en la economía y estadística no han estado libres de matices ideológicos, en general se han enfocado a justificar que los diversos planes y programas de desarrollo económico de los gobiernos nacionales y locales incorporan en su propuestas específicas de desarrollo el principio de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones.

En el caso de la economía neoclásica ambiental, la econometría y la estadística un desarrollo metodológico que en la década de los noventa cobró gran impulso, a partir, de la utilización como metodología para dirimir controversias legales y sobre cómo cuantificar en flujos monetarios los daños de empresas (verbigracia la petrolera Exxon) que causaban al medio ambiente al explotar los recursos naturales, fue el de preferencias declaradas y específicamente el método de valoración contingente (Arrow *et al.*, 1993)<sup>1</sup>.

Dada la relativa sencillez con que es posible desarrollar estudios de preferencias declaradas, estos han desplazado al método de preferencias reveladas, como el método de costo de viaje. El método de preferencias declaradas implica valorizar los recursos naturales, o los servicios ambientales que estos prestan, mediante el planteamiento de un mercado hipotético al consumidor, en el que se le pregunta su disponibilidad a pagar por potenciales mejoras para la conservación del recurso ambiental o su aprovechamiento sustentable (Bateman y Willis, 1999).

Una vez recolectada una muestra representativa y aleatoria de consumidores demandantes de los recursos naturales o de los servicios que estos prestan, es posible derivar, mediante un modelo econométrico de elección discreta, una medida de tendencia central como la media, que cuantifique uno de los tres conceptos microeconómicos de excedente del consumidor, como son la variación compensatoria, la variación equivalente o el excedente Marshalliano del consumidor (Bateman y Willis, 1999). Una vez estimado dicho valor esperado de la disponibilidad a pagar es posible inferir el valor económico total del bien o servicio ambiental en cuestión y derivar políticas sobre los

<sup>1</sup>El método de valoración contingente ha sido incorporado en el sistema legal norteamericano para dirimir demandas legales hechas por ciudadanos organizaciones contra empresas o agentes económicos que se considera están dañando el medio ambiente. En México dicha metodología obviamente no es aceptada como forma de determinar los montos monetarios en los que se considera un agente económico ha causado daño al medioambiente.

montos de pago por servicios ambientales por unidad de superficie, políticas para la creación de áreas naturales protegidas, o montos de cobro por el acceso al disfrute de servicios ambientales derivados de recursos naturales de propiedad privada, semipúblicos o de “propiedad” social, como ocurre en el caso de ejidos y comunidades.

No obstante que dichos estudios derivan en la prescripción de políticas de acceso a los recursos naturales o los servicios ambientales derivados de estos nunca lo hacen de manera diferenciada o segmentada y las bases de datos obtenidas por lo general son subutilizadas pues no se extrae información adicional sobre las características del consumidor demandante, por ejemplo, los servicios recreativos de áreas naturales protegidas.

En este marco el presente estudio tiene dos objetivos. El primero es realizar caracterización de los consumidores demandantes de servicios recreativos prestados por un ecosistema particular y proponer una tipología del consumidor que demanda esta clase de servicios. El segundo objetivo es metodológico y pretende mostrar cómo realizar una clasificación a partir de las características o atributos múltiples del consumidor utilizando el método multivariado de análisis de clúster en dos etapas en contraposición al método tradicional de análisis univariado y de tablas de contingencia<sup>2</sup>.

Con este propósito en primer lugar se describe la base de datos de la investigación sobre la que se desarrolla el estudio. En segundo lugar se discuten las ventajas de las tipologías o taxonomías multivariadas sobre las tradicionales. En un tercer momento se discute el procedimiento de análisis de clúster en dos etapas y sus ventajas para realizar tipologías cuando se está en presencia de variables continuas y categóricas. Posteriormente se presentan los resultados de la aplicación de la metodología multivariada a la base de datos de consumidores y se caracteriza a los tres tipos de consumidores identificados para finalmente resaltar los hallazgos más relevantes en las conclusiones.

## **II. Metodología**

### **Estimación Empírica de la Disponibilidad a Pagar**

La base de datos para la realización de este trabajo procede de Monroy (2012) cuyo objetivo de su investigación fue calcular el valor económico del medio ambiente, infraestructura y servicios concatenados en los Prismas Basálticos de Huasca, Hidalgo, de acuerdo a la percepción de los turistas, después de las mejoras planteadas en el mercado hipotético planteado en el cuestionario. En el diseño del cuestionario se tomaron en cuenta tres aspectos importantes de valoración: conservación del medio ambiente, mejoras en la infraestructura y valoración de los servicios concatenados a los activos naturales, además, de los propuestos por el equipo de investigación.

<sup>2</sup>Por tipologías tradicionales se quiere denotar aquellas basadas en una variable como son tamaño superficie de la unidad de explotación, valor de la producción, cabezas de ganado de la explotación y todas aquellas que siguieron a la tipología a propuesta de Schejtman y la CEPAL en la década de los ochentas. Para una exposición detallada de estas formas de formar tipologías véase FAO (1993).

El método utilizado por Monroy (2012) fue el de preferencias declaradas a través de la especificación de un modelo econométrico de elección discreta cuya forma funcional fue el logit binomial lineal en el ingreso; es decir el modelo:

$$F(X_i'B) = \frac{1}{1 + e^{-(X_i'B)}}$$

Donde F(•) es la forma funcional general, y el lado derecho de la igualdad corresponde al modelo específico, que es el logístico. En el denominador e es la constante de Euler, cuyo valor redondeado es 2.8173; y el exponente entre paréntesis es el “modelo” de regresión múltiple en notación matricial. El modelo empírico fue derivado mediante la maximización del logaritmo de la función de verosimilitud del modelo logístico y la estimación numérica del modelo fue realizada utilizando el paquete Limdep 9.0.

La muestra utilizada para tipificar la muestra de consumidores de servicios recreativos es de 289 observaciones, la cual fue determinada mediante muestreo simple aleatorio según se documenta en Monroy (2012). En el cuadro 1 se describen las variables utilizadas para la caracterización de los consumidores de servicios recreativos de los Prismas Basálticos.

En la base de datos especial mención debe hacerse a la variable Disponibilidad a Pagar (DAP) por los consumidores de los servicios recreativos. En el mercado hipotético planteado a los visitantes de los Prismas Basálticos, el proyecto de mejoras a los atributos ambientales, por el cual se preguntaba a los encuestados si estaban dispuestos a pagar, consistió en: conservación de los prismas y belleza escénica, conservación del agua la mejora de su calidad, conservación de los árboles y áreas verdes que benefician al sitio. Los servicios recreativos complementarios planteados fueron caminos o senderos, señalización, estacionamiento, cabañas, campamento, tirolesa, cuatrimotos, albercas, lanchas, paseo a caballo, canchas deportivas, restaurante y artesanías.

Cuadro 1. Descripción de las Variables

Variable	Descripción	Tipo	Unidades/Atributo
IF	Ingreso Familiar	Continua	\$/mes
ED	Edad	Continua	Años
ESC	Escolaridad	Continua	Años
TF	Tamaño de Familia	Continua	Miembros por familia
SEA	Servicios Ambientales	Nominal	0 = Recreativos, 1 = Complementarios
DAP	Disponibilidad a Pagar	Nominal	0 = No, 1 = Si
GEN	Genero	Nominal	0 = Masculino, 1 = Femenino
EC	Estado Civil	Nominal	0 = Casado, 1 = Soltero

Fuente: Adaptado de Monroy (2012).

Es importante recalcar que en el caso de la demanda por servicios recreativos ambientales, ésta es una demanda en la que el consumidor deriva la satisfacción por el disfrute de las características o atributos de los bienes y servicios ambientales y no por la cantidad consumida de éstos, según lo postula Lancaster (1966).

### **Construcción de Tipologías y el Método de Análisis de Clúster en dos Etapas**

De acuerdo con De Martinelli (2012), entre las estrategias para la construcción de tipologías sociales, y en específico las tipologías agrarias, las propuestas de clasificación pueden agruparse en tres tipos. El primero de ellos consiste en la utilización de esquemas univariados. En este caso los tipos agrarios se conforman a partir de la identificación de determinadas estratificaciones al interior de la variable seleccionada. La segunda propuesta se corresponde con el uso de esquemas basados en el empleo de tablas de contingencia que suponen la combinación de dos o más variables. El tercer esquema es con la utilización de técnicas de análisis multivariadas, en particular aquellas que tienen por objetivo la reducción de la dimensionalidad y la clasificación de los elementos de interés.

De acuerdo con el mismo autor, los esquemas de clasificación univariados han sido ampliamente utilizados en la construcción de los tipos sociales agrarios y la ventaja de su aplicación es que, de un modo relativamente sencillo y práctico, es posible establecer una tipología en función del comportamiento asumido por la variable considerada en el modelo, por ejemplo, el tamaño de la superficie de las explotaciones, valor de la producción, número de cabezas de ganado mayor, entre otros. Pero los resultados obtenidos esquemas univariados y de tablas de contingencia presentan limitaciones; a saber la elección de los criterios de corte que determinan los límites entre las diferentes categorías, una reducción del nivel de medición de las variables (se transforman variables de escala-razón a variables ordinales-categóricas) y la posibilidad de que las variables consideradas no posean un nivel apropiado de discriminación en términos de diferenciar distintos tipos de explotaciones agropecuarias<sup>3</sup>.

Ahora bien, de acuerdo con Fonfría (2005), dadas la limitaciones de los métodos tradicionales de identificación de agrupamientos en la presente investigación se utiliza el llamado análisis de clústeres en dos etapas (two-step cluster análisis) desarrollado por Zhang, Ramakrishnan y Livny (1996).

Los dos métodos de identificación de agrupamientos o clúster a los que se refiere Fonfría (2005) son el procedimiento de análisis definido mediante la formación de conglomerados jerárquicos y el denominado análisis de conglomerados de k- medias. La elección de uno u otro tipo de procedimiento tampoco es neutral en sus resultados, dado que en el caso del procedimiento de conglomeración jerárquica no se determina a priori la cantidad de grupos a formarse, mientras que esto sí ocurre en el caso del método de k-medias. En este último procedimiento, la determinación previa de la cantidad de grupos posibles suele forzar la inclusión de los elementos en los grupos definidos a priori, con el riesgo de generar agrupamientos poco homogéneos (De Martinelli, 2012).

<sup>3</sup> Para una amplia explicación de las limitaciones de las tipologías “clásicas” y las posibilidades que ofrecen los métodos multivariados véase también Escobar y Berdegué (1990) y Herrera (1999).



El método análisis de clústeres en dos etapas se basa en la metodología denominada Balanced Iterative Reducing and Clustering using Hierarchies (BIRCH). De acuerdo con Bacher (2004), en el primer paso cada una de las observaciones es preagrupada a través de distancias cuantificadas por el logaritmo de la verosimilitud, generándose un árbol de características (CF). Los subclúster resultantes se agregan posteriormente, en el segundo paso, comparando sus distancias con un umbral específico. De esta manera si la distancia es mayor que el umbral, los dos clúster se fusionan. La distancia entre dos clúster  $j$  y  $s$  se define como la reducción en el logaritmo de la verosimilitud debida a la fusión de dos clúster, es decir:

$$d(j,s) = \xi_j + \xi_s - \xi_{\langle j,s \rangle}$$

Dónde:

$$\xi_v = N_v \left( \sum_{k=1}^{KA} \frac{1}{2} \log(\hat{\sigma}_k^2 + \sigma_k^2) + \sum_{k=1}^{KB} \hat{E}_k^2 \right)$$

y de aquí se tiene :

$$\hat{E}_k = - \sum_{l=1}^{L_k} \frac{N_{vkl}}{N_v} \log \frac{N_{vkl}}{N_v}$$

Siendo: KA el número total de variables continuas, KB el número total de variables categóricas,  $L_k$  el número de categorías de cada una de las  $k$ -ésimas variables categóricas,  $N_j$  el número de observaciones del clúster  $j$ ,  $\sigma_k^2$  la varianza de la  $k$ -ésima variable continua en la base original y, finalmente  $\hat{\sigma}_k^2$  la varianza de la  $k$ -ésima variable continua en el clúster  $j$ ,  $N_{jkl}$  es el número de observaciones en el clúster  $j$  cuya  $k$ -ésima variable categórica toma la  $l$ -ésima categoría  $\langle j,s \rangle$  representa el clúster formado por la unión de los clústeres  $j$  y  $s$ .

Para el cálculo del logaritmo de la verosimilitud se asume que las variables continuas están normalmente distribuidas y las categóricas siguen una distribución multinomial. Chiu *et al.* (2001) desde una perspectiva teórica y Ma y Kockleman (2005) desde una perspectiva aplicada, adoptan el método BIRCH siendo el árbol de características típico CF $_j$  para un clúster  $C_j$  el siguiente:

$$CF_j = \{N_{j,s_A}, s_A^2, N_B\}$$

Donde  $s_A$  es la suma de las variables continuas del clúster  $C_j$ ,  $s_A^2$  es la suma del cuadrado de las variables continuas del clúster  $C_j$ . y

$$N_B = (N_{B1}, N_{B2}, \dots, N_{Bjk}^B)$$

Es un vector  $\sum_{k=1}^{K^B} (L_k - 1)$ -dimensional cuyo k-ésimo subvector es de dimensión  $(L_k - 1)$ .

Cuando dos clústeres  $C_j$  y  $C_s$  se fusionan, el árbol de características del clúster resultante  $CF\langle j,s \rangle$  puede obtenerse a partir de<sup>4</sup>:

$$E_{\langle j,s \rangle} = \left\{ N_j + N_s, s_{\mathcal{A}} + s_{\mathcal{A}}, s_{\mathcal{A}}^2 + s_{\mathcal{A}}^2, N_{\mathcal{B}} + N_{\mathcal{B}} \right\}$$

El número óptimo de clústeres puede determinarse utilizando, bien el Criterio de Información Bayesiano (BIC) o Criterio de Información de Akaike (AIC). De esta manera, para el caso de  $J$  clústeres, pueden obtenerse de la siguiente manera:

$$BIC(j) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + m_j \log(N)$$

y

$$AIC(j) = -2 \sum_{j=1}^J \xi_j + 2m_j$$

Dónde:

$$m_j = J \left( 2K^A + \sum_{k=1}^{K^B} (L_k - 1) \right)$$

Así se tiene, por lo tanto, que la información puede ser finalmente agrupada en función de sus características o atributos.

### III. Análisis y Discusión de Resultados

Una vez que se definieron las variables relevantes para realizar una segmentación de los consumidores de servicios recreativos, se utilizó el Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (IBM SPSS 15.0) para realizar la clasificación utilizando su opción Two-Step Clúster Analysis<sup>5</sup>. Dado que se

<sup>4</sup> A menos que se indique lo contrario a lo largo del documento se usará indistintamente clúster, conglomerado, clasificación o agrupamiento, pues en esencia no existe diferencia entre estos términos.

<sup>5</sup> Es importante mencionar que, en general, de todos los paquetes estadísticos comerciales como el SAS, STATA, GAUSS, EVIEWS, RATS, NLOGIT/LIMDEP, entre otros; el SPSS es el único que implementa el algoritmo para realizar agrupamientos en la que hay una mezcla de variables continuas y categóricas, y el mismo se documenta ampliamente en sus manuales de referencia. Si bien hay software no propietarios, como el R+ y algunos otros muy especializados, su poca difusión en el ambiente académico mexicano limita su aplicación a las investigaciones como la realizada en este trabajo.

desconoce a priori el número de clústeres existentes, el algoritmo los determina de forma automática basado en los criterios estadísticos referidos anteriormente. En el cuadro 2 se muestra los resultados del auto agrupamiento realizado a los datos de los consumidores de servicios recreativos. En esta se resume el proceso por medio del cual los clúster son formados; el criterio de agrupamiento, en este caso el Criterio Bayesiano de Información (BIC) es computado para cada número potencial de clúster. Entre más pequeño sea el valor del BIC, mejor será el modelo, y por tanto, ello indicará la mejor solución para determinar el número de clúster; es decir, el número óptimo de clúster es cuando tenemos el más bajo cambio en el Criterio Bayesiano de Información (BIC) y la más alta razón (ratio) de medidas de distancia.

**Cuadro 2. Resultados del Autoagrupamiento**

Número de Cluster	Criterio de Información Bayesiano (BIC)	Cambio en BIC a/	Razón de Cambios en BIC b/	Razón de Medidas de Distancia c/
1	2416.42	-----	-----	-----
2	2149.64	-266.79	1.00	1.20
3	1938.96	-210.68	0.79	1.76
4	1849.02	-89.93	0.34	1.05
5	1766.25	-82.77	0.31	1.27
6	1715.64	-50.61	0.19	1.27

a/ The changes are from the previous number of clusters in the table.

b/ The ratios of changes are relative to the change for the two cluster solution.

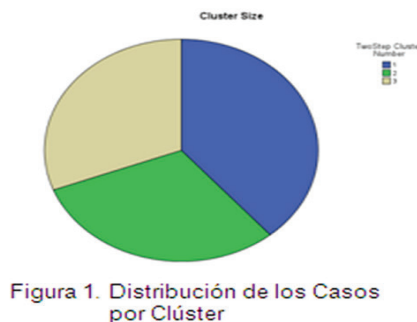
c/ The ratios of distance measures are based on the current number of clusters against the previous number of clusters.

Del cuadro 2 se observa que este criterio se cumple cuando el cambio en el BIC toma el valor de (-210.68) y la razón de medidas de distancia es máxima (1.76). Por lo tanto el número de clúster óptimo es de tres.

**Cuadro 3. Tamaño de los Cluster**

Cluster	n	% de Combinados	% del Total
1	112	38.8	38.6
2	88	30.4	30.3
3	89	30.8	30.7
Combinados	289	100.0	99.7
Casos Excluidos	1		0.3
Total	290		100

Fuente: Elaborado a partir de la salida del SPSS.



En el cuadro 3 se muestra el tamaño de los clústeres y en la figura 1 la distribución del número de casos (observaciones) por clúster. Obsérvese que la mayor cantidad de consumidores de servicios

recreativos ambientales se concentra en el clúster (1) mientras que su distribución en los clúster (2) y (3) es muy similar.

**Cuadro 4. Centroides de las Variables Continuas**

Cluster	Ingreso Familiar	Edad	Escolaridad	Tamaño de Familia
1	10087.95	40.62	13.29	3.96
2	12402.84	32.23	14.31	4.11
3	6684.27	35.33	13.63	3.70
Promedio	9744.64	36.43	13.70	3.92

Fuente: Elaborado a partir de la salida del SPSS.

El cuadro 4 presenta los centroides de las cuatro variables continuas que se utilizaron para la formación de los clúster<sup>6</sup>.

**Cuadro 5. Distribución de Frecuencias de las Variables Categóricas**

Disponib. a Pagar	Servicios Recreativos		Genero		Edo. Civil						
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa					
Si	92	31.8%	Ambientales	155	53.6%	Masculino	155	53.6%	Casado	116	40.1%
No	197	68.2%	Complement.	134	46.4%	Femenino	134	46.4%	Soltero	173	59.9%
Total	289	100.0%	Total	289	100.0%	Total	289	100.0%	Total	289	100.0%

Fuente: Elaborado a partir de la salida del SPSS.

El cuadro 5 muestra la distribución de frecuencias de los totales de las variables categóricas por “atributo”.

De estos estadísticos descriptivos, es posible observar que en el caso un poco más de las dos terceras partes de los demandantes de servicios recreativos de los prismas basálticos, no están dispuestas a pagar por las mejoras que pudieran hacerse al sitio (68.0%) y la demanda por servicios recreativos se concentra en los servicios recreativos ambientales (53.0%). En el caso de las variables socio demográficas, se encontró que la mayor proporción de visitantes son del género masculino (53.6%) y que la mayoría son solteros (59.0%).

La distribución intraclúster de las respuestas “por atributo” de las variables categóricas se muestran en el cuadro 6. Por ejemplo, de los 92 entrevistados que afirmaron estar dispuestos a pagar por mejoras en el sitio, tenemos que el 0.0% se localiza en el clúster (1), el 3.3% en el clúster (2) y el 96.7% en el clúster (3).

<sup>6</sup> Informalmente se puede decir que el centroide o baricentro de un clúster es el promedio de cada clúster.

## Tipología de los Consumidores de los Servicios Recreativos de los Prismas Basálticos

Una vez que se dispone de toda la información necesaria para poder describir los clústeres, considerando simultáneamente los centroides (o medias) de las variables continuas y las frecuencias relativas y absolutas de las variables categóricas, es posible caracterizar una tipología de consumidores de servicios recreativos ambientales. Así, tenemos que el consumidor Tipo I corresponde a los consumidores agrupados en el clúster (1), el Tipo II a los consumidores en el clúster (2) y el Tipo III a los del clúster (3), respectivamente. La caracterización se realiza en base al cuadro 4, cuadro 5 y el cuadro 6, respectivamente.

Cuadro 6. Frecuencias Relativas de las Variables Categóricas

Cluster	Disponibilidad a Pagar		Servicios Recreativos		Genero		Estado Civil	
	Si	No	Ambient.	Complementarios	Masculino	Femenino	Casado	Soltero
1	0.0%	56.9%	40.0%	37.3%	42.6%	34.3%	0.0%	64.7%
2	3.3%	43.1%	29.0%	32.1%	27.1%	34.3%	75.0%	0.6%
3	96.7%	0.0%	31.0%	30.6%	30.3%	31.3%	25.0%	34.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Fuente: Elaborado a partir de la salida del SPSS.

### *Consumidor Tipo I*

Se caracteriza por tener un ingreso familiar medio (\$10,087.95) en relación a los otros dos tipos de consumidores, ser el de mayor edad (40.62 años) y un grado de escolaridad a nivel bachillerato. De los 92 entrevistados que asintieron estar dispuestos a pagar por mejoras al lugar planteadas en un proyecto hipotético ninguno se ubicó en este tipo de consumidor, mientras de los 197 encuestados que dijeron no estar dispuestos a pagar la gran mayoría se ubica en este tipo de consumidor (56.9%).

En relación a la demanda de servicios recreativos ambientales, de los 155 encuestados que manifestaron tener una demanda por servicios recreativos derivados del medio ambiente, el 40% se ubica en este tipo de consumidor (40.0%); siendo este tipo de consumidor el que mayor demanda por servicios ambientales presenta. La demanda por servicios recreativos complementarios es también la más alta entre los tres tipos de consumidores (37.3%).

En relación a las características socio demográficas de los 289 entrevistados, en este clúster la mayor proporción pertenece al género masculino (42.6%). También en este tipo de consumidor se localiza la mayor proporción de entrevistados cuyo estado civil es de soltero; pues de los 173 entrevistados que manifestaron ser solteros, el 64.7% se ubica en este clúster.

### *Consumidor Tipo II*

Se caracteriza por tener el más alto ingreso (\$12,402.84), ser el de menor edad (32.23 años), el de mayor escolaridad (licenciatura) y el de mayor tamaño de familia (4.11 miembros).



Este clúster también se caracteriza por tener la segunda mayor proporción de consumidores que no están dispuestos a pagar por potenciales mejoras en los servicios ambientales. De los 197 cuya respuesta fue no estar dispuestos a pagar, el 43.1% se localiza en esta clasificación; y de los 92 que manifestaron si estar dispuestos a pagar, el 3.3% se localiza en este clúster.

En relación a la demanda por servicios ambientales, de los 155 visitantes que demandaban servicios recreativos propiamente ambientales, el 29.0% pertenece a este clúster; y de los 134 que demandaron servicios complementarios, el 32.1% se ubicaron en este clúster.

En relación a las variables socio demográficas, este tipo de consumidor se caracteriza porque de los 155 entrevistados que manifestaron ser del género masculino, el 27.1% se ubica en esta clasificación; y de los 134 encuestados que son mujeres, el 34.3% pertenece a este clúster. En el caso del estado civil, de los 116 entrevistados que manifestaron estar casados, el 75.0% se encuentra en este clúster; mientras que de los 173 visitantes que expresaron ser solteros, sólo el 0.6% lo son.

### ***Consumidor Tipo III***

Es el de menor ingreso familiar (\$6,684.27), una edad de 35.33 años, escolaridad a nivel bachillerato y el de menor tamaño de familia (3.70 miembros).

Del análisis de los estadísticos de frecuencias relativas y absolutas para las variables categóricas y sus atributos en este tipo de consumidor se observa que de los 92 visitantes que manifestaron estar dispuestos a pagar por mejoras en el lugar, el 96.7% se localiza en este conglomerado.

De los 155 entrevistados que demandan servicios recreativos meramente ambientales, el 31.0% se ubicó en esta clasificación; y de los 134 que demandaron servicios complementarios el 30.6% son del tipo III.

En cuanto a género, de los 155 entrevistados que son hombres, el 30.0% se encuentran en este conglomerado; y de los 134 que son mujeres, el 31.3% se localiza en esta clasificación. En cuanto a la variable estado civil, de los 116 entrevistado que manifestaron tener el “atributo” de casado, el 25.0% se localizan este clúster; y de los 173 que manifestaron ser solteros el 34.7% se encuentran en este conglomerado.

## **IV. Conclusiones**

La aplicación del método de análisis de clúster en dos etapas tiene la ventaja de tipificar conjuntos de datos los cuales tiene variables continuas y categóricas; esta ultimas ya sean nominales u ordinales. En la presente investigación, la aplicación del método de análisis de clúster en dos etapas a una muestra de 289 consumidores de servicios recreativos ambientales, proporcionados por los Prismas Basálticos del estado de Hidalgo, permitió identificar tres tipos de consumidores de servicios recreativos. En dicha tipificación dos de los conglomerados identificados contrastan en cuanto a sus atributos o características.

El consumidor Tipo I se caracteriza por ser el de mayor edad, no estar dispuesto a pagar en absoluto por las mejoras propuestas en el proyecto hipotético de mejoras al sitio, no obstante, es esta misma clase de consumidor el que mayor demanda presenta tanto de servicios recreativos meramente ambientales, por ejemplo belleza escénica de las caídas y cuerpos de agua, de los prismas basálticos en sí mismo y de la vegetación del lugar, como por servicios recreativos complementarios, por ejemplo cabañas, lanchas, tirolesa, etc. También en este agrupamiento se localiza la mayor proporción de hombres y de cada diez consumidores de este tipo, seis son solteros.

El consumidor Tipo II se caracteriza por ser el de mayor ingreso, el de menor edad y el de mayor escolaridad. Este conglomerado se caracteriza, también, por presentar una alta proporción de visitantes que no están dispuestos a pagar por mejoras al sitio. Sólo una baja proporción de los consumidores que están dispuestos a pagar se localizan en este conglomerado. Tres cuartas partes de los entrevistados que manifestaron estar casados se localizan en este agrupamiento.

El consumidor Tipo III se caracteriza por ser el de menor ingreso y en la distribución intratipos ser el segundo clúster de mayor edad y el de menor tamaño de familia. El hallazgo de mayor contraste entre los tipos de consumidores es que de todos los consumidores que manifestaron estar dispuestos a pagar por mejoras en el sitio, 96.7% se concentró en este conglomerado mientras que de los que manifestaron no estar dispuestos a pagar se ubican en el grupo de consumidores tipo I y II. En cuanto a la demanda por servicios ambientales, complementarios y distribución de género, este conglomerado es muy similar segundo conglomerado.

## V. Referencias Bibliográficas

Arrow, K., Solow, R., Leamer, E., Portney, P., Radner, R., & Schuman, H. 1993. *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*. Federal Register, 58, 4601–4614, USA.

Bacher, J., Wenzig K. y Vogler, M. 2004. *SPSSTwoStep Clustering. A First Evaluation*. En: Cor van Dijkum, Jörg Blasius, Claire Durand (eds.): *Recent Developments and Applications in Social Research Methodology*. Proceedings of the RC33 Sixth International Conference on Social Science Methodology, Amsterdam, Opladen, Barbara Budrich.

Bateman, I. y Willis, K. (editors). 1999. *Valuing Environmental Preferences. Theory and Practice of the Contingent Valuation Methods in the US, EU, and Developing Countries*. Oxford University Press, New York, USA.

CEPAL. 1982. *Economía Campesina y Agricultura Empresarial (Tipología de Productores del Agro Mexicano)*. Por Alejandro Schejtman, México, Siglo XXI Editores.

Chiu, T.; Fang, D.; Chen, J.; Wang, Y., y Jeris, C. 2001. *A Robust and Scalable Clustering Algorithm for Mixed Type Attributes* en Large Database Environment. Proceedings of the seventh ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining.

De Martinelli, G. 2012. *De los conceptos a la construcción de los tipos sociales agrarios. Una mirada sobre distintos modelos y las estrategias metodológicas*. Revista Latinoamericana de Metodología de la Investigación Social. N°2. Año 1. Oct. 2011 - Marzo 2012. Argentina, pp. 24-43.

Escobar, G. y Berdegue J. 1990. *Tipificación de los Sistemas de producción Agrícola*. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP), Santiago de Chile.

FAO. 1992. *Métodos para la caracterización y el análisis de la heterogeneidad estructural de la agricultura y la formulación de políticas diferenciales*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile.

Fonfría, Mesa, A. 2006. *Objetivos Tecnológicos y de Internacionalización de las Políticas de Apoyo a las PYME en Europa*. Instituto Complutense de Estudios Internacionales y Departamento de Economía Aplicada II, Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Herrera, D. 1999. *Metodología para la Elaboración de Tipologías de Actores*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Área de Políticas y Comercio.

Lancaster, K. 1966. "A New Approach to Consumer Theory". The Journal of Political Economy, Vol. 74, No. 2 pp. 132-157, The University of Chicago Press.

Monroy, Hernández, R. 2012. *Valoración Económica de los Servicios Ecoturísticos en los Prismas Basálticos, Huasca de Ocampo, Hidalgo*. Tesis de Doctorado, División de Ciencias Económico-Administrativas (DICEA), Universidad Autónoma Chapingo.

Zhang, T., Ramakrishnan, R., y Livny, M. (1996). BIRCH: *An efficient data clustering method for very large databases*", Proceedings de ACM SIGMOD conference on Management of Data, págs. 103-114, Montreal, Canadá.

Edición a cargo de Francisco Pérez Soto

*Investigación en Matemáticas, Economía y Ciencias Sociales*

Esta publicación estuvo a cargo de la DICEA  
Se imprimieron 200 ejemplares  
en junio de 2014

En los talleres de Editorial Studio Litográfico  
Abasolo No. 60 Col. El Carmen, Texcoco Centro  
Tel: 595 95 599 72

E-mail: [studiolitografico@yahoo.com.mx](mailto:studiolitografico@yahoo.com.mx)  
[studiotexcoco@hotmail.com](mailto:studiotexcoco@hotmail.com)



Si como dice un autor clásico, calar la intimidad de un libro es asomarse a su índice, el que corresponde al presente tomo, dedicado a los avances en *Investigación en Matemáticas, Economía y Ciencias Sociales*; bien puede verse como una visión íntima del quehacer en esas áreas pero además, como conocimiento aplicado a casos de interés para investigadores de diversas instituciones que acudieron a un encuentro universitario que sobre estos temas se realizó en la Universidad Autónoma Chapingo.

Al editar este texto e incorporarlo a la bibliografía de los temas de referencia, se enriquecen opciones de consulta para los estudiosos de esos temas en general; pero también para interesados en aspectos específicos. La aportación de este libro no por modesta deja de ser importante: divulgar conocimientos y publicar resultados del quehacer universitario.

