

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

ISSN: 2594-0171

CCCTO 2020



N. 4
Septiembre 2020



DIRECTORIO

Dr. Salvador Isidro Belmonte Jiménez

Director CIIDIR Unidad Oaxaca

Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz

Subdirector Académico y de Investigación

Ing. Ángel Rosales Torres

Subdirector de Servicios Educativos e Integración Social

Ing. Alejandro Cruz Aguilar

Subdirector Administrativo

Dr. Carlos Espinoza Nájera

Jefe del Departamento de Investigación

M. en C. Gabriel Isaías Cruz Ruíz

Jefe del Departamento de Posgrado

L.C. Elinora Orozco Arango

Jefa del Departamento de Servicios Educativos

M. en A. Martín Hernández Tolentino

Jefe del Departamento de Capital Humano y Recursos Financieros

Ing. Hilario Sánchez García

Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios

Lic. Angélica Ortiz López

Coordinadora de Enlace y Gestión Técnica

L.I. Justo César Marcial Aguilera

Jefe de la Unidad de Informática

COMITÉ EDITORIAL**Editor en Jefe**

Dr. Sadoth Sandoval Torres

Editora Asociada

Dra. Arcelia Toledo López. Coordinadora de la Línea de Generación y Aplicación del Conocimiento de Administración de los Recursos Naturales

Responsables de la Edición

Dr. Pastor Teodoro Matadamas Ortiz

Dr. Carlos Espinoza Nájera

Instituto Politécnico Nacional

Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"

Zacatenco, Alcaldía Gustavo A. Madero

C.P. 07738, Ciudad de México.

**Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional
Unidad Oaxaca**

Hornos No. 1003, Col. Noche Buena,

Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230. Oaxaca.

Teléfono: (951) 517 0610 Ext. 82769

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca, Año 4, Vol. 4 Núm.4 septiembre 2020, es una publicación anual editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR – Unidad Oaxaca. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230. Teléfonos: 951 517 06 10, ext. 82769, <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/cccto/>, Editor responsable: Dr. Sadoth Sandoval Torres. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-060817174800–203. ISSN: 2594-0171, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del CIIDIR – UNIDAD OAXACA del IPN: L.I. Justo César Marcial Aguilera. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230, fecha de la última modificación, 22 de septiembre de 2020. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	6
DETERMINACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA USANDO MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS EN EL ACUÍFERO UBICADO EN SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA.....	7
ARMÓNICOS EVOLUTIVOS DE FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS Y FRECUENTES QUE INCIDEN EN LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA LLUVIA EN CUENCAS HIDROLÓGICAS	15
ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA MICROCUECA DEL RÍO JALAPILLA, OAXACA	28
EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN “EAM” DE LÍPIDOS DE TEJIDO DE AGAVE POR MICROSCOPIA CLSM	39
CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS Y DE FRUTOS DE TRES TIPOS DE CHILES DE OAXACA PRODUCIDOS EN INVERNADERO	50
USO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA EN OAXACA.	60
EL COMERCIO JUSTO, UNA ALTERNATIVA PARA LA ELABORACIÓN Y VENTA DE ARTESANÍAS. EL CASO DE SANTA MARÍA ATZOMPA, OAXACA, MÉXICO.	68
ESTRATEGIAS CAMPESINAS Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS A LA RESERVA DE LA BIOSFERA LOS PETENES, CAMPECHE, MÉXICO	80
AGROEMPREDIMIENTO: PROPUESTAS DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE MIEL ARTESANAL.....	92
INNOVACIÓN-TRADICIÓN Y DESEMPEÑO DE LAS EMPRESAS FAMILIARES PRODUCTORAS DE MEZCAL DE SANTA CATARINA MINAS, OAXACA.....	106

CONSIDERACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN NO-CONFIABLE EN LA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA CON DETERIORO	115
ESTÍMULOS FISCALES PARA LA CONTRIBUCIÓN DEL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE: UN CONCEPTO NO INCLUYENTE, REVISIÓN 2019.	126
APLICACIÓN DE MODELOS DINÁMICOS CON PANEL DATA PARA TRATAR LA ENDOGENEIDAD EN LOS CASOS DE NEGOCIOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA.....	137
ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE ADMINISTRACIÓN ARMÓNICA COMO PROCESO DE CAMBIO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN ORGANIZACIONES AUTOMOTRICES DEL ESTADO AGUASCALIENTES....	152
COMPETITIVIDAD AGENCIAS NAVIERAS MANZANILLO 2018: FACTORES DE DESEMPEÑO ECONÓMICO.	162
EL VALOR DE MARCA A TRAVÉS DEL CAPITAL ESTRUCTURAL EN EL SECTOR EDUCATIVO SUPERIOR EN MÉXICO	169

PRESENTACIÓN

La crisis actual ha puesto en relieve la importancia del conocimiento y la tecnología en la solución de problemas de nuestras sociedades. Ahora, en diversos foros se discuten temas sobre la soberanía tecnológica y su relación con la democracia, lo que promueve nuevas formas de hacer ciencia y de cómo comunicarla. Con respecto a la segunda, se ha abierto un extenso debate sobre los procedimientos para publicar y difundir la generación de conocimiento, en particular con la idea de promover sistemas de acceso abierto.

En este esfuerzo de ofrecer plataformas de difusión del conocimiento, *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca* (CCCTO), ofrece a los autores un medio para que sus trabajos sean arbitrados y publicados de manera libre. Nuestra revista es posible gracias a un trabajo colaborativo entre el equipo editorial, los directivos, los árbitros y los autores. Quiero agradecer a todos los árbitros, muchos de ellos miembros del Sistema Nacional de Investigadores, quienes de manera voluntaria nos ayudan a mejorar nuestros procesos de revisión. Asimismo, quiero expresar mi reconocimiento a los directivos del CIIDIR Oaxaca y del propio Instituto Politécnico Nacional, por favorecer

la continuidad de esta publicación. De manera especial quiero expresar mi reconocimiento a la Dra. Arcelia Toledo López, quien nos ayudó a seleccionar una serie de trabajos del área de las ciencias sociales.

En el presente número se abordan temáticas de gran interés, como son: la hidrogeología, el cambio climático, la identificación de lípidos en agaves, el comercio justo, el desarrollo rural, el agroemprendimiento, entre otros. Cada uno contribuye de manera importante en su campo de aplicación del conocimiento.

Como lo menciona Marcelo Gleiser en su fabuloso libro *The Island of Knowledge*, “Dado que gran parte de la naturaleza permanece escondida para nosotros: Nuestra perspectiva del mundo está basada solamente en una fracción de la realidad que nosotros podemos medir y analizar”, considero que cada publicación revela ese esfuerzo y curiosidad por conocer un poco más, y limitados siempre por los métodos y aparatos que utilizamos.

Sadoth Sandoval

Editor en Jefe

DETERMINACIÓN DEL ALMACENAMIENTO DE AGUA SUBTERRÁNEA USANDO MEDICIONES GRAVIMÉTRICAS EN EL ACUÍFERO UBICADO EN SANTA CRUZ XOXOCOTLÁN, OAXACA

Hernández Sánchez, Rosa Isabel*; Belmonte Jiménez, Salvador Isidro; Martínez

Hernández, Fernando Humberto

Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

*Autor para correspondencia: rhernandezs1309@alumno.ipn.mx

Resumen

El almacenamiento de agua subterránea es considerado una variable de estado importante e inmedible en el balance de agua subterránea, siendo de vital importancia para la gestión del recurso hídrico. Sin embargo, cuando se desconocen las entradas y salidas del sistema, no es posible determinar la capacidad del almacenamiento, por lo que la gravimetría es una herramienta muy útil para la determinación de esta variable. El objetivo de esta investigación fue conocer la capacidad total del acuífero localizado en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, mediante mediciones gravimétricas, y usando la ecuación para el cálculo de la gravedad en un punto sobre una capa horizontal de extensión infinita se estimó la profundidad al basamento del acuífero. Se aplicó esta ecuación en cada punto de la malla asignándole un valor de la anomalía de Bouguer residual (ABRe), para calcular el volumen de agua se tomó un promedio de 14 m al nivel freático y una porosidad eficaz del 30%. Para los dos acuíferos que colindan en el municipio se estimó una capacidad total conjunta de $28,339 \times 10^6 \text{ m}^3$ y un volumen total de almacenamiento de $8,686 \times 10^6 \text{ m}^3$. Se concluye que el acuífero que más recurso hídrico aporta al municipio es el que se encuentra ubicado al oeste de la cabecera municipal.

Palabras Clave: Anomalía de Bouguer Residual, capacidad total de almacenamiento, profundidad al basamento

Abstract

Groundwater storage is considered an important and immeasurable state variable in the groundwater balance, being of vital importance for the management of water resources. However, when the inputs and outputs of the system are unknown, make it impossible to asses its storage, so gravimetry has become a very useful tool in the estimation of this variable. The objective of this investigation is to estimate the total capacity of the aquifer and its groundwater storage capacity by means of gravimetric measurements, in particular using an equation that calculates the gravity at a point on a horizontal layer of infinite extension, to estimate the depth to the basement of the aquifer. This equation was applied at each point of the residual Bouguer anomaly mesh (ABRe). To estimate the groundwater storage capacity an average depth of 14 m was assumed for the water table and an effective porosity of 30% was considered. As a result, it was obtained that the municipality comprises two hydrographic aquifers and it is estimated that their joint total capacity is $28,339 \times 10^6 \text{ m}^3$, but their total

storage capacity is $8,686 \times 10^6 \text{ m}^3$. It is concluded that the aquifer that contributes the most water to the municipality is the one located to the west of the head-municipality.

Key Words: Residual Bouguer anomaly, total storage capacity, depth to basement

Introducción.

Uno de los temas con mayor relevancia a nivel mundial es el recurso hídrico, ya que es considerado vital para el equilibrio de los ecosistemas y los seres vivos. En los últimos años se han desarrollado diferentes metodologías para conocer el comportamiento de los sistemas acuíferos, específicamente el almacenamiento de agua subterránea (Vargas y Tosse, 2010).

El más usado por su sencillez y exactitud es el método de las mediciones en las fluctuaciones del nivel freático en pozos de observación; sin embargo, este se vuelve complicado debido a que en ocasiones no es permitida la accesibilidad a los pozos (Hector *et al.*, 2013). A ello se suma la falta de información en las entradas (infiltración y recarga artificial) y salidas (extracción, evaporación y evapotranspiración) del sistema (Ni *et al.*, 2018), lo que hace imposible la estimación del almacenamiento del agua subterránea en los sistemas acuíferos.

Debido a esta problemática, diferentes investigadores han desarrollado y aplicado metodologías que permiten la determinación del almacenamiento en los sistemas acuíferos. Estudios gravimétricos recientes, han permitido determinar que

pequeños cambios en la intensidad del campo gravitatorio pueden ser causados por las variaciones en las fluctuaciones del nivel freático (Creutzfeldt *et al.*, 2010; El-Diasty *et al.*, 2016; Naujoks *et al.*, 2008).

El objetivo de esta investigación fue determinar la profundidad al basamento geológico, la capacidad de almacenamiento de agua subterránea y la capacidad total del acuífero ubicado en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, utilizando mediciones gravimétricas y piezométricas.

Materiales y métodos

Área de estudio. El municipio de Santa Cruz Xoxocotlán pertenece al acuífero de los Valles Centrales de Oaxaca (AVC) y tiene un área aproximada de 44 km². Representa el 0.01 % de la superficie del estado de Oaxaca. Se encuentra dentro de la provincia Sierra Madre del Sur.

Su geología predominante está compuesta por Gneis del Precámbrico (roca metamórfica), Lutita-Arenisca de la era Mesozoica (roca sedimentaria) y material Aluvial del Cenozoico. Este último material cubre el 60% de la superficie territorial (Figura 1). La precipitación total anual en el Municipio es de 708.2 mm.

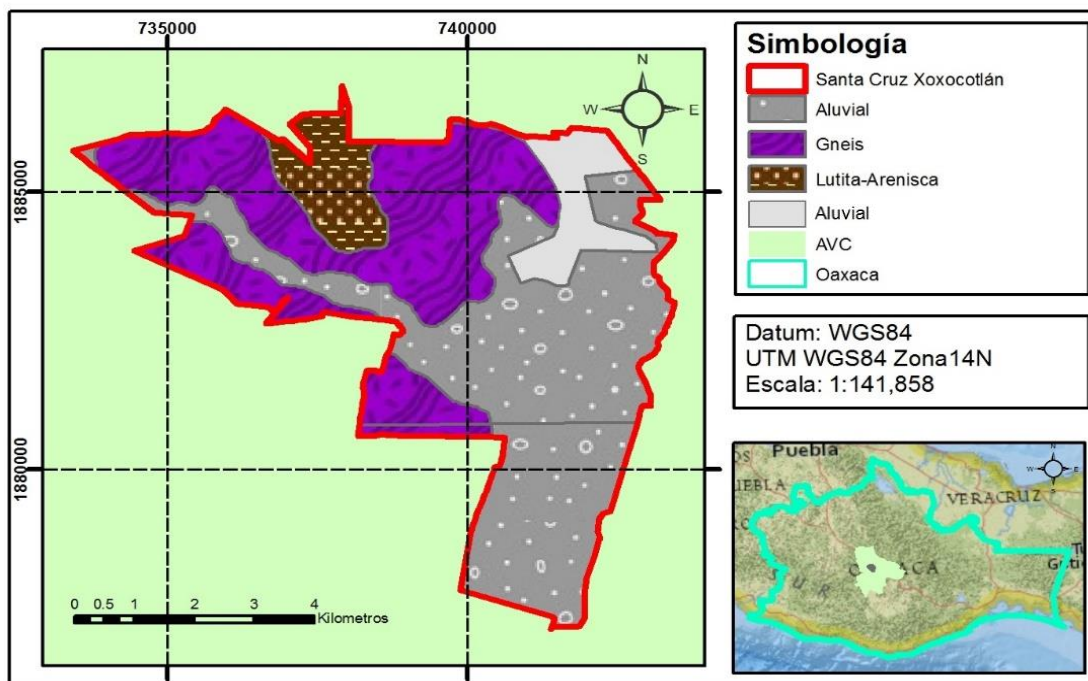


Figura 1 Geología y localización del municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, ubicado en la zona central del AVC (Modificado de INEGI, 2005).

Metodología

Para la determinación del almacenamiento de agua subterránea, la metodología se dividió en tres etapas: la primera consistió en la identificación de microcuencas en el acuífero (Figura 2); para ello se utilizó un Modelo Digital de Elevación (MDE) de 5 metros de resolución espacial obtenido de INEGI (2012) y un análisis hidrológico con el Software ArcMap 10.5, donde se determinaron las corrientes principales y los tributarios del área de estudio. De acuerdo con el análisis, la corriente superficial principal en el área de estudio es el Río Atoyac y tomando en cuenta la red de drenaje obtenida, se determinó el punto de cierre de la subcuenca, generando la ubicación de los acuíferos que conforman el área de estudio. La segunda etapa consistió en proponer una red de

estaciones gravimétricas, que cubrió el territorio municipal. Las mediciones se realizaron con un gravímetro relativo marca Lacoste and Romberg con una precisión de 10 μ Gal. La tercera etapa fue un procesamiento de datos gravimétricos, realizando correcciones por altitud, latitud, aire libre, Bouguer y topográfica. Ésta última corrección se realizó con la herramienta GTeC-A versatile MATLAB® (Cella, 2015). Se consideró la influencia de las mediciones por parte de la topografía adyacente en un radio máximo de 160 km. Los valores topográficos se obtuvieron del MDE de 5 m de resolución obtenido del INEGI (2012).

Con las correcciones realizadas se obtuvo la Anomalía de Bouguer completa (ABC). Para obtener la anomalía de Bouguer

regional (ABR) se utilizó un filtro de primer orden. Tomando en cuenta que

ABRe, cuyos mapas se construyeron a partir de una interpolación tipo Kriging (Figura 3). Posteriormente, se trazó una malla con celdas de 250 x 250 m sobre el área de estudio para obtener el valor de la gravedad residual en cada nodo de las celdas. Se obtuvo la profundidad al basamento utilizando la fórmula para el cálculo de la gravedad en un punto sobre una loza horizontal de longitud infinita (Ec. 1) de acuerdo con (Cruz-Falcón, 1989).

$$\Delta h = [(\frac{\Delta g}{1000}) / (2\pi * G * \Delta \rho)] / 100 \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

Δh = Profundidad al basamento, en metros

Δg = Anomalía residual en el nodo (m/s^2)

G = Constante de gravitación universal ($6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$).

$\Delta \rho$ = Contraste de densidad (kg/m^3)

$ABC = ABR + ABRe$, se realizó la diferencia entre ABC y ABR para calcular

Se aplicó esta fórmula a cada punto de la rejilla de anomalía residual y se obtuvo el plano de profundidad al basamento.

La profundidad al basamento (h) se multiplicó por $62,500 \text{ m}^2$ que es el área (Ac) del tamaño de la celda y la suma total del volumen de cada celda es el volumen total del acuífero (V_1) (Ec. 2).

$$V_1 = \sum h * Ac \quad \text{Ec. 2}$$

Para determinar el volumen de la zona no saturada (V_2), se utilizó la ecuación 3 y considerando un nivel freático promedio (NFP) de 14 m. Multiplicando este valor obtenido de mediciones en campo por el área de estudio (Ae) de Santa Cruz Xoxocotlán que es de 44 km^2 .

$$V_2 = \sum NFP * Ae \quad \text{Ec. 3}$$

El almacenamiento total del acuífero se obtuvo por la diferencia del volumen total (V_1) y el volumen de la zona no saturada (V_2)

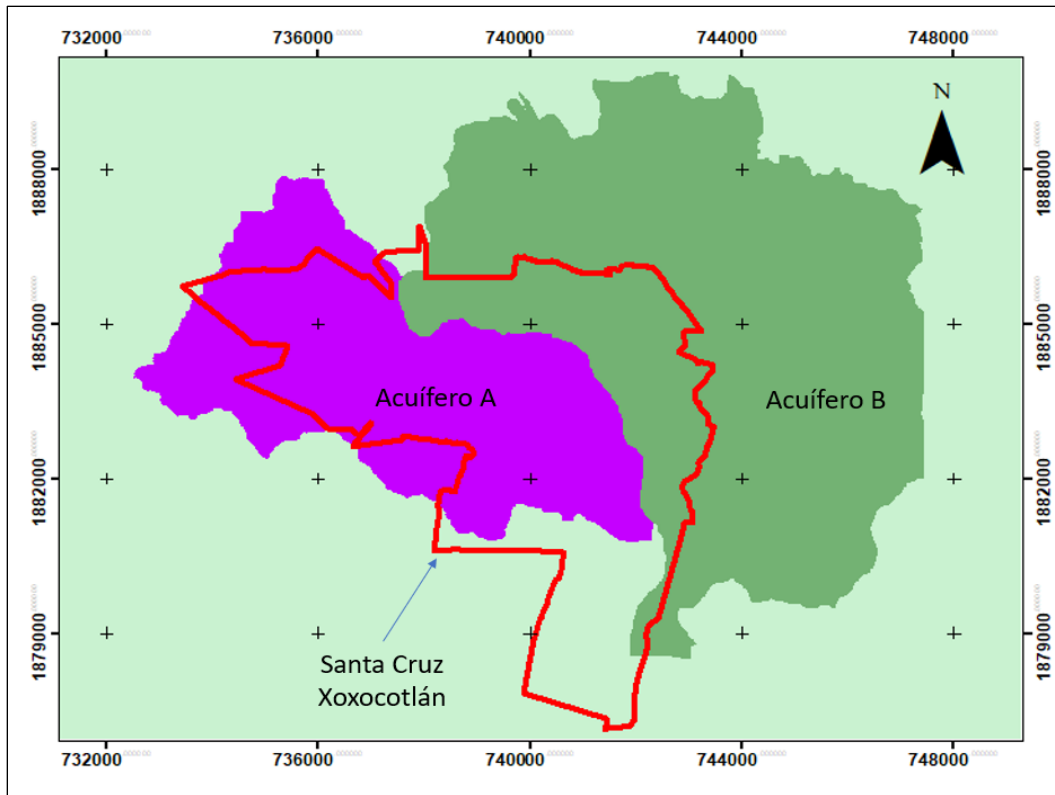


Figura 2 Mapa obtenido en la primera etapa del estudio, donde se muestran los acuíferos A y B que cubren el área de estudio mostrada en rojo (Elaboración propia).

El resultado se multiplicó por la porosidad eficaz del área de estudio, que, con base a la información geológica, se supuso un valor promedio del 30%.

Resultados y discusión

De acuerdo con la discretización y procesado realizados en la etapa 1, se

determinó que en el área de estudio se encuentran ubicados dos acuíferos, denominados A y B (Figura 2), siendo el acuífero A el que cubre la mayor parte del área de estudio con una extensión de 22.94 km², seguido del acuífero B con 12.39 km². Cabe señalar que ambos pertenecen al AVC.

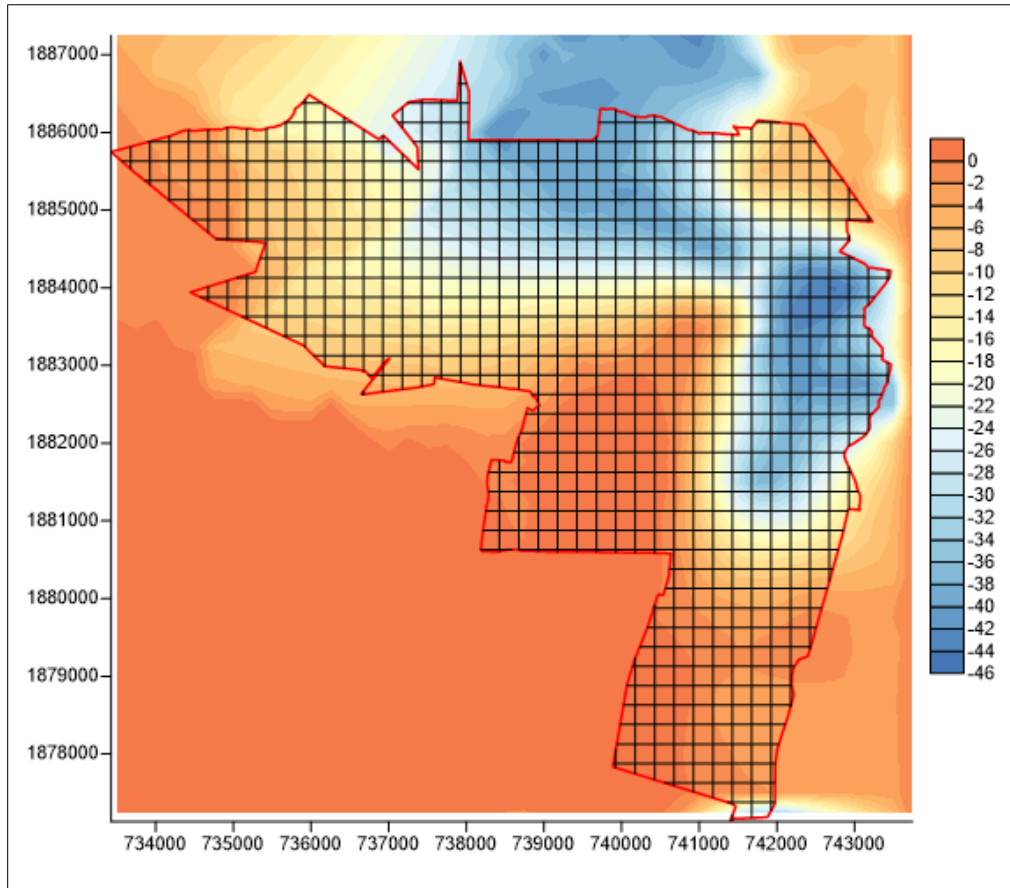


Figura 3. Mapa de anomalía de Bouguer residual (ABRe). Los valores mayores negativos se encuentran en el acuífero B. Elaboración propia.

Los valores de la ABRe se encuentra en el rango de 0 a -45 mGal como se muestra en la Figura 3. Los valores con mayor deficiencia de masa se encuentran en la parte noreste, y la zona rojiza con valores más cercanos a cero, coincide con las

Al obtener la profundidad total del basamento en cada celda se determinó la capacidad total de la subcuenca dando como resultado un volumen total de almacenamiento de $28,339 \times 10^6 \text{ m}^3$ y el volumen de la zona no saturada o zona de aireación que es el volumen que se

zonas con litología rocosa. De acuerdo con los valores de ABRe y empleando la Ec. 1 se determinó la profundidad al basamento geológico dando como resultado que la profundidad máxima está en un rango de 850 m a 1100 m.

determina a partir de las mediciones del nivel freático es de $616 \times 10^6 \text{ m}^3$ por lo que la capacidad de almacenamiento de agua subterránea considerando una porosidad eficaz promedio del 30% es de $8,686 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Conclusión

En el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán se identificó la coexistencia de dos acuíferos, denominados A y B. El acuífero B tiene una profundidad al basamento geológico mayor que la que se tiene en el acuífero A. Los valores de la anomalía de ABRe permitieron estimar la capacidad total de los acuíferos, por lo tanto, se infiere la capacidad de almacenamiento para el área de estudio tomando una

porosidad eficaz promedio de 30% para materiales granulares como arena, grava, que son los que predominan en el medio aluvial.

La estimación del almacenamiento en el área de estudio permitió conocer la disponibilidad del recurso hídrico en el municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, lo que posibilitará una mejor gestión del acuífero.

Literatura Citada

Cella, F. (2015). GTeC-A versatile MATLAB® tool for a detailed computation of the terrain correction and Bouguer gravity anomalies. *Computers and Geosciences*, 84, 72–85.

Creutzfeldt, B., Güntner, A., Vorogushyn, S., & Merz, B. (2010). The benefits of gravimeter observations for modelling water storage changes at the field scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(9), 1715–1730.

Cruz-Falcón, A. y Vázquez Gonzales, R. (1989) Gravimetría del Valle de Maneadero-Chapultepec, Ensenada, B.C., con aplicación a la geohidrología. *Gravimetry of the Maneadero-Chapultepec Valley, Ensenada, B.C., with application to geohydrology. Ciencias Marinas*, 15(4):21-38, 1989.

El-Diasty, M. (2016). Groundwater storage change detection using micro-gravimetric technology. *Journal of Geophysics and Engineering*, 13(3), 259–272.

Hector, B., Séguis, L., Hinderer, J., Descloitres, M., Vouillamoz, J. M.,

Wubda, M., Moigne, N. Le. (2013). Gravity effect of water storage changes in a weathered hard-rock aquifer in West Africa: Results from joint absolute gravity, hydrological monitoring and geophysical prospection. *Geophysical Journal International*, 194(2), 737–750.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. Conjunto de datos vectoriales geológicos. Continuo nacional. Escala 1:1 000 000.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución LiDAR, Superficie ASCII, con resolución de 5m. Superficie. Escala: 1:10,000.

Naujoks, M., Weise, A., Kroner, C., & Jahr, T. (2008). Detection of small hydrological variations in gravity by repeated observations with relative gravimeters. *Journal of Geodesy*, 82(9), 543–553.

Ni, S., Chen, J., Wilson, C. R., Li, J., Hu, X., & Fu, R. (2018). Global Terrestrial Water Storage Changes and Connections to ENSO Events. *Surveys in Geophysics*, 39(1), 1–22.

Vargas, M.C. y Tosse, O.D. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación

de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección de Ecosistemas.

Grupo de Recurso Hídrico. República de Colombia. 45 p.

ARMÓNICOS EVOLUTIVOS DE FENÓMENOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS Y FRECUENTES QUE INCIDEN EN LA ENERGÍA CINÉTICA DE LA LLUVIA EN CUENCAS HIDROLÓGICAS

Norzagaray Campos Mariano.¹, Llanes Cárdenas Omar.^{1*}, Ladrón de Guevara Torres Ma.²,
López Rocha Jesús Saúl ¹, González González Gabriel.¹ y Díaz Agramón José Ángel

¹¹Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Sinaloa. Bulevar Juan de Dios Bátiz
Paredes #250, Colonia San Joaquín. Guasave, Sinaloa Conmutador Ph+52 (55) 7296000.
Tels. Ph+52 (687) 8729625 y 26 ext. 87615.

²Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Unidad Oaxaca. mladron09@gmail.com

Autor de correspondencia: oma_llanes@hotmail.com

Resumen

Se propone y aplica un algoritmo para el cálculo de la ciclicidad de fenómenos meteorológicos extremos (*Fme*) y frecuentes (*Fmf*) en dos cuencas hidrológicas. La dinámica energética está estimulando nuevos escenarios ambientales, y con la frecuencia; se permite alcanzar y/o superar los límites de resiliencia. El objetivo fue diseñar un modelo numérico para reducir la incertidumbre del error acumulado y analizar la ciclicidad y períodos de retorno de *Fme* y *Fmf*. Se considera que la llegada, evolución y finalización de estos fenómenos se registran en las señales armónicas e históricas de precipitación promedio anual (1955-2013) y se asume que las medias móviles y móviles centradas están involucrando un comportamiento exclusivo de ciclicidad local, que a su vez estaba enmascarado en el tiempo por aleatoriedad diversa. Se procesaron 16 señales armónicas anuales y se aproximó su comportamiento combinado y continuo para descomponerlas en 4 parámetros armónicos. A diferencia de que siempre el parámetro más observable es la tendencia, con este proceso se observaron y analizaron los comportamientos que no se pueden observar a simple vista. Sin aleatoriedad, respecto a las series reales de campo; se exhibieron diferencias significativas, y en consecuencia; la tendencia, la ciclicidad y la estacionalidad estuvieron presentes porque se liberaron de la intensidad de los procesos aleatorios mencionados. Para obtener con las series de datos y períodos disponibles resultados presentes, futuros y precisos del comportamiento real de *Fme* y *Fmf*, se exige un comportamiento real armónico exacto. Procesar señales armónicas reales, permitirá obtener respuestas a múltiples preguntas esenciales relacionadas con los ecosistemas.

Palabras clave: armónicos, resiliencia, cuenca hidrológica, ciclicidad, estacionalidad y señal aleatoria.

Abstract

An algorithm for calculate cyclicity of extreme (*Fme*) and frequent (*Fmf*) meteorological phenomena on two hydrological basins is proposes and applied. The energetic dynamics is stimulating new environmental scenarios, and with the frequency; limits of resilience are reached and/or exceeded. The objective was to design a numerical model for reduce uncertainty on accumulated error, and on *Fme* and *Fmf* cyclicity and return periods to analyse. Is considered that arrival, evolution and ended of these phenomena are registered in the harmonic and historical signals of annual average precipitation (1955-2013) and is assumed that moving and moving centred arithmetic averages are involving an exclusive behaviour of local cyclicity which on time it was masking by diverse randomness. 16 annual harmonic signals were processed and approximated its combined and continuous behaviour for these been decompose into 4 harmonic parameters. Unlike always the most observable parameter is the trend, with this process, behaviours that cannot been watched at simple view were analysed and observed. Without the randomness, respect to field real series; a significant differences were exhibited, hence; the trend, cyclicity and seasonality were present because both of intensity of mentioned random process were liberated. To obtain with the data series and periods available results present, future and accurate of real *Fme* and *Fmf* comportment, an accuracy harmonic real behaviour is demanded. To process harmonics real signals, it will permit; answers to multiple questions related to ecosystems.

Key words: harmonics, resilience, hydrogeological basin, cyclicity, seasonality and random signal.

Introducción

Las mediciones con respecto al tiempo de los sucesos ambientales permiten obtener las “series de tiempo o series cronológicas” (*St*), las cuales de manera parcial y/o total siempre tendrán asociadas procesos aleatorios de diversa índole. Su uso se remonta a los trabajos de Sir Isaac Newton en 664 y en las distintas áreas de la Ciencia en los 60 últimos años; han experimentado su principal y más alto desarrollo, p.e en la Meteorología, Medicina, Geofísica, Geología, Astronomía, Economía, entre otras (Abril, 2011).

El mayor uso y más reciente desarrollo de las últimas dos décadas se debe a la necesidad de estudiar condiciones y efectos que producen los fenómenos meteorológicos extremos (*Fme*) que ahora más frecuentemente son

de diversa intensidad y magnitud. Con su energía interna variable pueden afectar a una región y contribuir a cambios en el comportamiento regional, por ejemplo, del actual calentamiento global y cambio climático.

Las *St* con exactitud de estos fenómenos pueden también determinar a sus periodos de retorno, así como sus magnitudes e intensidades.

En la literatura un buen número de estudios sobre el calentamiento global, cambio climático terrestre, entre otros; se relacionan con los efectos que producen los *Fme* y en los que a través de las *St* se logra explicar estructuras ambientales que son resultados sobresalientes del comportamiento ambiental exclusivo del registro de las *St* y de manifiesto por fluctuaciones temporales de características cíclicas únicas; relacionadas con el momento en el cual los *Fme* arriban y concluyen en una región.

En la actualidad los incrementos en las actividades humanas de los últimos años han contribuido a modificar las condiciones en las que se presenta el actual cambio climático, y en consecuencia, los *Fme* ahora son más frecuentes. En cuanto al incremento de los eventos meteorológicos, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en 2016, menciona que del 2011 a 2015 fue el periodo con mayor número de *Fme*.

Esta respuesta ambiental se tomó como un indicador del aumento en la frecuencia de los *Fme*, por lo que para este trabajo se les denominó como fenómenos meteorológicos frecuentes (*Fmf*) de diversa magnitud e intensidad.

Dada esta nueva frecuencia actual de los *Fme*, su número se incrementó dentro de los periodos anuales o decadales por lo que los tiempos de cambios de un escenario a otro suelen ser ahora corto.

Por lo anterior, es indudable que las *St* de un determinado ecosistema; registrarán una mayor dinámica en sus componentes armónicas principales. Además, en estas componentes, se encuentra enmascarado un registro de la real frecuencia, intensidad, magnitud y amplitud con la que los *Fme* y *Fmf* producen efectos al ecosistema y se ponen de manifiesto en disturbios en la amplitud de la *St*, y pueden ser nocivos y en otras ocasiones hasta benéficos.

Por lo anterior, dentro de las cuencas hidrológicas en sus sistemas agua/suelo y dada la variabilidad de tipos de suelos que en éstas existen; como resultado de la incidencia de los *Fme* y *Fmf* al ecosistema se pueden desencadenar un buen número de efectos con resultados significativos de alteraciones internas en los parámetros geofísicos y geoquímicos del agua y del suelo.

En ocasiones; las alteraciones son observables a simple vista y repercuten tanto en la calidad del suelo como en la del

agua, p.e cambios en la porosidad, la retención y/o ausencia de la humedad, contenido de materia orgánica, entre otros.

Así que frente a la magnitud e intensidad diversa de la energía cinética que proporciona la lluvia (E_{cll}) y que se rige por la precipitación (P) que traen los *Fme* y *Fmf*, se afectarán las condiciones de un suelo y si se adjunta la ausencia de planes de manejo para la conservación ambiental, las alteraciones sumadas en el tiempo se acumularán e inducirán a la conformación de otros tipos de efectos. p.e sociales, culturales, políticos, entre otros.

La intensidad de una fuerte lluvia o torrencial suele ser relativa, y dependerá del país o de la forma en que una disciplina adopte el concepto, p.e en Meteorología para hacer referencia a la intensidad de una lluvia la relacionan con la condición o capacidad energética (o bien energía cinética (E_{cll})), algunos toman como referencia 60 mm/h (AEMET, 2011) y otros 40 mm/30 minutos (SMC, 2011).

Por otra parte, cuando se realiza el análisis de un parámetro (en este caso a una lluvia intensa), es importante hacer referencia al uso de un estándar que no dependa del tiempo de duración del parámetro en cuestión, sino más bien que esta dependencia sea a través de la fuente que lo origina, en este caso de la precipitación (P), o sea; del crecimiento exponencial de P que es la que produce la lluvia. Además, debe cumplir con una representación base que sea una función de la probabilidad de ocurrencia (Roldán & Fernández, 2006).

En este sentido, dentro de una zona cualquiera de los efectos produce la variabilidad de E_{cll} y son promovidos por las condiciones en las que se presentan los *Fme* y *Fmf*, dependerá de la frecuencia del evento y se podrían determinar como una relación entre la Intensidad-Duración-Frecuencia (*IDF*) de los distintos periodos de retorno solo por el hecho de tener una

relación directa con el carácter exclusivo de P y su frecuencia (Ben-Zvi, 2009).

Por lo que para inferir E_{cll} en función de P (ya sea por arriba o por debajo de la media normal regional); y evitar que tales efectos en un suelo productivo tiendan a la dirección del stress hídrico (abundancia y/o ausencia de agua), subsecuentemente a la erosión y en ocasiones hasta la desertificación, es importante realizar monitoreos continuos de la evolución de P para conocer los comportamientos, intensidades, magnitudes y frecuencias en las que la E_{cll} podría aumentar y producir efectos que alteran los suelos ante la presencia de los Fme y Fmf .

Detectar fenómenos atípicos de P , permite propuestas para prevenir y mitigar posibles efectos ambientales negativos; y hasta trabajar en estrategias potenciales para hacer que los efectos benéficos que se presentan en algunas ocasiones compensen la economía regional; principalmente ante las pérdidas que producen los efectos negativos que dejó la variabilidad de E_{cll} .

Así que las St pueden ser consideradas como una herramienta valiosa que contribuyen a proyecciones futuras del comportamiento de las principales variables ambientales, en este caso de P , y permiten a través de la nube de sus datos conocer la ciclicidad, la estacionalidad y la tendencia para detectar oportunamente eventos futuros esperados.

Referido a la presencia de zonas con la mayor inestabilidad de P , en nuestro país, se puede ejemplificar a las P variables que se registran anualmente a en el noroeste de México entre el estado de Chihuahua y la gran llanura costera del estado de Sinaloa.

En esta superficie, la E_{cll} de P se incentiva para formar diferentes regiones ambientales con zonas de alta dinámica atmosférica debido a que durante los

meses de junio y/o julio los vientos cálidos se concentran y convergen de distinta forma con cambios direccionales y estacionales en su circulación por el Este, a través del Océano Atlántico y del Golfo de México, y el por el Oeste del Océano Pacífico y Golfo de California.

Esta confrontación convergente de vientos cálidos permite producir en este amplio territorio efectos regionales a gran escala exclusivos de P donde año tras año estimulan la formación del llamado “Monzón de México”, también conocido como “Monzón de Norteamérica”.

Este Monzón se puede extender hasta el mes de septiembre y constituye uno de los eventos meteorológicos de importancia relevante para el país ya que contribuye a la sustentabilidad agrícola ya que se forma en una de las regiones que albergan los suelos más productivos de México.

Su importancia estriba en el hecho de que en múltiples ocasiones trae a la zona una serie de P acumuladas de alta intensidad muy por arriba del 50% del promedio regional (50 mm/hr) y distintas a las conocidas que se registran comúnmente en la región (5 a 20 mm/hr).

A nivel regional el Monzón favorece la disponibilidad del recurso hídrico y juega un papel significativo en la modulación del clima local y hasta regional. Dada su dinámica relevante en la que producen las lluvias; en la zona opuesta se presentarían escenarios de altas sequías, con efectos que se atribuyen al Monzón, y que se les pueden considerar como teleconexiones atmosféricas internas en el país. Son efectos que se trasladan para mezclarse con las variables ambientales de los climas locales y regionales. En ocasiones estos efectos llegan hasta remotos lugares para formar escenarios de severas lluvias y/o intensas sequías.

Dentro de la zona monzónica, las variaciones pueden ser drásticas, estacionales y/o cíclicas con cambios a largo corto e inmediato plazo originado por la convergencia de vientos cálidos del este y Oeste mencionada; y pueden regir los patrones climáticos con efectos que gobiernan la temperatura ambiental de los ecosistemas, y por ende la evolución dinámica de todos los comportamientos ambientales, así como regular las frecuencias en las que cambiará el clima y la P con una E_{cl} variable.

Por lo que en el Monzón los escenarios se transforman rápidamente en una dinámica extrema cuando E_{cl} se concentra en áreas determinadas.

Son diversos los estudios que mencionan que el 60% de P en la zona monzónica, éste suceso favorece a dos de las cuencas hidrológicas de mayor productividad del país. Por lo que sería el Monzón el que regula la cifra promedio anual de P y la condiciona a su dinámica interna.

Las cuencas referidas son “La Cuenca del Río Fuerte” y “La Cuenca del Río Sinaloa”, y tienen una variedad de suelos de diversa granulometría con las condiciones ideales para escenarios como los antes descritos, no obstante de estos se obtiene la mayor productividad agrícola del país, lo cual para lograrlo; es prescindible la captación de agua de las presas que almacenan la mayor parte del recurso hídrico precipitado (presas: Josefa Ortiz de Domínguez, Miguel Hidalgo, Luis Donald Colosio en la Cuenca del Río Fuerte; Guillermo Blake Aguilar y Gustavo Díaz Ordaz en la Cuenca del Río Sinaloa).

No obstante, la importancia de las captaciones de los 5 embalses señalados, en los últimos años han tenido cambios abruptos variables en el régimen de P y hacen que en algunos años las captaciones rebasen los límites de permisibles de la

capacidad volumétrica que se diseñó en la construcción de los embalses, de tal forma que en otros años subsecuentes el agua suele ser muy escasa. Según la CONAGUA; la presa Huites, (mejor embalse de captación hídrica del estado de Sinaloa sobre el Río Fuerte); alcanzó a almacenar en el 2019 volúmenes de hasta 2, 397 Mm³ que corresponden a un 86.5 % de su capacidad total (2, 736.30 Mm³); sin embargo un año anterior (2018) los 5 embalses en conjunto con 2324.6 Mm³ registraban una diferencia de tan solo 411.7 Mm³ muy cercano al volumen total de captación alcanzado por la Huites en el 2019.

Indistintamente de la abundancia o la falta del recurso hídrico, las presas seguirán funcionando con sus volúmenes captados y permitirán que el agua sea trasladada por ríos y sistemas de canales a las diversas zonas de ambas cuencas: llegar hasta los lugares remotos de otras cuencas agrícolas, donde por la falta de lluvias, el líquido vital suele ser insuficiente para el abastecimiento de las actividades socioeconómicas prioritarias.

Así que en las últimas décadas; el Monzón mexicano también mitiga a los efectos sociales que se presentan por las sequías devastadoras en las distintas regiones aledañas al monzón donde las pérdidas económicas son de altas magnitudes y merman la rentabilidad de las actividades del sector agrícola y ganadero.

Es de hacer notar que en la región se presenta una variabilidad en la disponibilidad de los volúmenes de captación que depende de cortos periodos (en este caso anuales) caracterizados por cambios abruptos de E_{cl} de la lluvia, y en consecuencia; de efectos ocasionados por F_{me} y F_{mf} al ecosistema, mismo que en conjunto pueden modificar las condiciones ambientales.

Por lo que no solo las componentes armónicas de las St de P pueden registrar cambios en el tiempo asociados a la dinámica ambiental del Monzón Mexicano, sino también lo pueden hacer, p.e las St de la temperatura ambiental, de la evapotranspiración, entre otras.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue diseñar un algoritmo que determine la real ciclicidad ($Cn(t)$), tendencia ($Tn(t)$), estacionalidad ($Sn(t)$) y la presencia de eventos aleatorios ($An(t)$); y asociar el comportamiento verdadero de los Fme y Fmf , con los efectos del Monzón Mexicano a dos de los valles agrícolas más productivos del país,

Obtener con las St resultados presentes, futuros y precisos del comportamiento real Fme y Fmf dentro de los períodos disponibles, exige un comportamiento real armónico exacto, lo cual se puede lograr con procesos diseñados para dar respuestas a preguntas esenciales relacionadas con los ecosistemas. Se espera con los resultados contribuir a la predicción de futuros comportamientos de los próximos Fme y Fmf en ambas cuencas.

Metodología

La región del Monzón mexicano se sitúa al Noroeste de México, entre los límites del estado de Sonora, Chihuahua y la gran llanura costera del estado de Sinaloa. Los valles de alta productividad agrícola, ganadera y pesquera sobre los cuales tiene la mayor influencia están conformados por las respectivas Cuencas que llevan por nombre *Cuenca del Río Fuerte* y *Cuenca del Río Sinaloa* mismas que reciben el nombre de los afluentes principales que rigieron su génesis geológica.

Dentro de la Cuenca del río Sinaloa se localiza el “Corazón agrícola de

México”, región de alta productividad agrícola del país.

En la figura 1, se muestra en la parte A la cobertura del Monzón Mexicano según datos procesados de imágenes satelitales IR de MEOTORED (2018) para septiembre del 2018. Obsérvese la cobertura del Monzón representada con una zona de baja presión de posibilidades bajas para un desarrollo ciclónico y con una inestabilidad espacial que se asocia a la diversidad de los efectos de cortos periodos y de altas magnitudes que caracterizan a una P torrencial. En la parte B de esta figura se observan a los dos valles agrícolas mencionados con sus respectivos embalses y en la parte C las 16 estaciones meteorológicas de la CONAGUA y de las que se obtuvieron los datos que configuraron a las St utilizadas en esta investigación.

A fin de mostrar en conjunto los comportamientos de las componentes armónicas reales que integran a las 16 St , se tomó en cuenta que para representar el comportamiento de la evolución temporal de un fenómeno natural cualquiera es necesario, conocer en el tiempo sus magnitudes y características peculiares; por lo que en especial para la $Cn(t)$ y los periodos de retorno se pensó que su intensidad y magnitud estaría asociada a los tiempos en los que mayormente se estimula E_{cll} , lo cual ocurre preferentemente cuando se presentan los Fme y Fmf tanto mínimos como máximos dentro de la región del monzón que es cuando la dinámica se estimula o disminuye a través de P . Por lo que E_{cll} se tomó como la fuente energética que da origen a la dinámica interna en las dos Cuencas de interés. Al igual se tomó como la base de una dinámica mínima y máxima que podría conducir a las Cuencas a riesgos diversos de efectos anómalos que en ocasiones pueden ser hasta benéficos.

Indistintamente de que E_{cll} en la que se presentan los Fme y Fmf , puede ser mayor o menor; se pensó que la E_{cll} como expresión, se podía representar a través de la expresión $E_{cll} = \frac{1}{2} \cdot mv^2$, y cuantitativamente no se determinó su magnitud total en este trabajo.

Es importante mencionar que E_{cll} se puede obtener de los datos pluviométricos de las $Yn(t)$ utilizando las expresiones que existen en la literatura, no sin antes tomar en cuenta que al utilizar estos algoritmos se tratan de aproximaciones exclusivas en su funcionalidad para las zonas en donde se realizó la experimentación.

Un considerado especial de un buen número de estas aproximaciones para distintos lugares del mundo son las se

concentran en los trabajos de Rondan & Fernández (2006) donde se puede determinar en Julios (J) la magnitud y la masa de la lluvia en kilogramos (kg) así como la velocidad en metros sobre segundos (m/s), o bien según sea el caso de las ecuaciones empleadas; utilizar esta velocidad unidades de mm/hr.

Así que para este trabajo solo se tomó en cuenta el comportamiento de E_{cll} que rige a la presencia de las 4 componentes que integran a cada St . De esta forma se permitió la predicción de sus valores futuros; por lo que para lograrlo; se requirió del diseño de un modelo numérico el cual con la menor incertidumbre posible pudiera reproducir el comportamiento real y los valores atípicos en los que se les

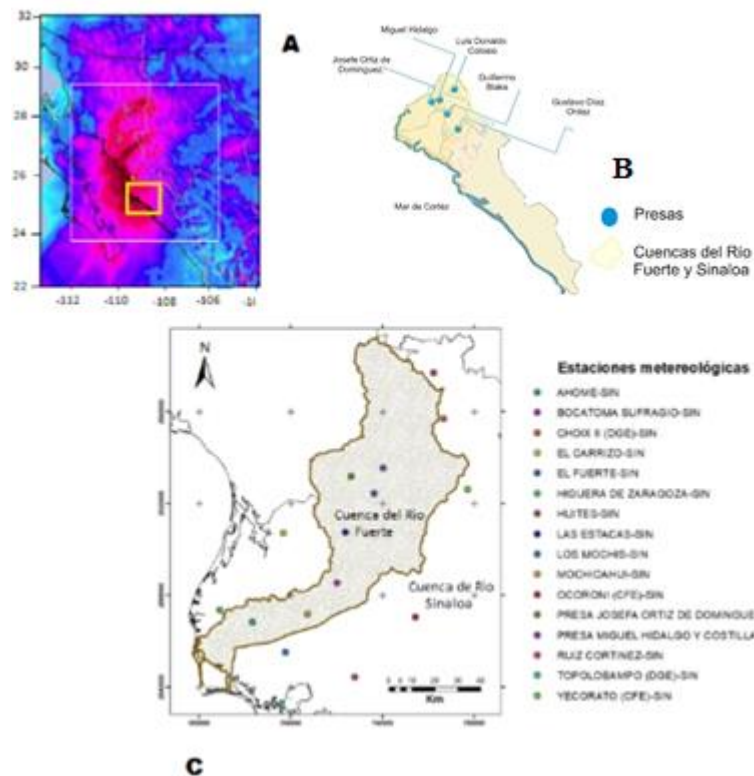


Figura 1. (A) zona del Monzón con una baja presión según datos den METEORED (2018); (B) cobertura de las cuencas del río Sinaloa y río Fuerte y (C) 16 estaciones meteorológicas de la CONAGUA utilizadas para el proceso de su información en el periodo que va de 1955 al 2013.

podía presentar la E_{cll} sin la $Sn(t)$ implícita en las St representativas de los fme y fmf .

Las St de las 16 estaciones que se muestran en la parte C de la figura 1 se configuraron gráficamente y se les analizó el primer comportamiento de la Tendencia ($Tn(t)$), Ciclicidad ($Cn(t)$), estacionalidad ($Sn(t)$) y efecto de la aleatoriedad ($An(t)$). (Baronio, & Vianco, 2015).

Lo anterior se realizó no sin antes considerar en las 16 St que todas podían tener ausencia de datos sin información temporal por falta de información de algunos de los años que no se realizó monitoreo de P . Esta situación en su momento no permitía construir en las St una serie completa y continua ($Yn(t)$), así que para su proceso y aproximación de su comportamiento numérico se procedió a la búsqueda de un posible mecanismo numérico con las que cada una se pudieran representar. El mecanismo numérico a través método de pendiente truncada se realizó utilizando el programa XLSTAT. La reconstrucción de las 16 St se realizó paso a paso.

Una vez reproducidos en su totalidad los datos faltantes en las 16 St anuales, se aproximó el comportamiento de cada St y para tener una homogeneidad en la nomenclatura de las componentes cíclicas que las integran a este comportamiento cíclico se le llamó $Yn(t)$.

Se tomó en cuenta que $Yn(t)$ debía de contar con un patrón de comportamiento establecido a partir de algún algoritmo numérico que pudiera representar a cada $Yn(t)$; y para ajustarse a este principio básico de diseño, se procedió a diseñar un modelo numérico para lo cual se tomó como punto de partida los ya existentes en la literatura.

Para cumplir con los principios de ajuste numérico en la aproximación de las 16 $Yn(t)$, se analizaron series aditivas, multiplicativas y mixtas. Se realizaron múltiples ensayos numéricos de tal manera

que, para nuestro modelo se pudiera seleccionar aquellas series que visualmente mejor aproximaran el comportamiento de la pendiente de las 16 $Yn(t)$, y que, además; presentara la menor variabilidad posible de sus armónicos.

En los ensayos que condujeron a la aproximación de $Yn(t)$ y en los que se utilizó a los tres tipos de series del párrafo anterior, éstos se realizaron de la siguiente manera: (1) St tipo sumatoria a través de la expresión ($Yn(t) = Tn(t) + Sn(t) + CIn(t) + Ai(t)$); (2) St tipo multiplicativa como $Yn(t) = Tn(t) \cdot Sn(t) \cdot CIn(t) \cdot An(t)$ y (3) St tipo mixtas como una combinación respectiva de las dos anteriores $Yn(t) = [Tn(t) + En(t) + Cn(t) + An(t)] * [Tn(t) \cdot Sn(t) \cdot Cn(t) \cdot An(t)]$.

Todas las simulaciones y ajustes numéricos fueron realizados subsecuentemente por el “disparo numérico” y concluyó hasta que se logró aproximar el comportamiento de las 16 $Yn(t)$.

Las 16 St aproximadas y construidas durante los ensayos numéricos fueron las que se les aplicó un proceso numérico para obtener las 4 componentes armónicas que representaron a través del modelo expresiones numéricas donde $Yn(t)$ inicial fue el valor observado en campo adjunto a la presencia de $An(t)$.

El modelo $Tn(t)$ en cada $Yn(t)$ representó el comportamiento o movimiento temporal a largo plazo de la E_{cll} e indicó en el tiempo “tendencialmente” a la variación que se asemeja a una recta de regresión ($Yn(t) = mx + b$) dentro de la nube de puntos de $Yn(t)$ y la expresión que la representó fue $Tn(t) = \text{donde } t = 1, \dots, T$ o bien $Tn(t)_{ij}$, donde $i = 1, \dots, n$; y $k = 1, \dots, m$. La $Cn(t)$ se representó con la expresión $Cn(t)$ donde $t = 1, \dots, T$ o bien $Cn(t)_{ik}$ donde $i = 1, \dots, n$; y $k = 1, \dots, m$, de igual forma $Sn(t)$ con la notación $En(t)$ donde $t = 1, \dots, T$ o bien $En(t)_{ik}$ donde $i = 1, \dots, n$; y $k = 1, \dots, m$; y

finalmente la $An(t)$ donde $t = 1, \dots, T$ o bien $An(t)_{ik}$ donde $i=1, \dots, n$; y $k=1, \dots, m$.

En las componentes que integran a cada $Yn(t)$ se optó por no utilizar una medida simple que se utiliza en los procesos comunes estadísticos o en los promedios de una serie o un conjunto de datos, sino que se optó por recurrir a la definición de las medias móviles ($Mm(t)$) y medias móviles centradas ($CMA(t)$), a fin de determinar cambios anuales en $Yn(t)$ y así escoger el período ideal en el cual se presentarían los períodos de retorno en las 16 *St*. Sin perder las características de

Resultados

Las propiedades de las funciones armónicas multiplicativas fueron las que imperaron para reproducir en su totalidad el comportamiento real de las 16 $Yn(t)$; así que estas propiedades multiplicativas bajo sus principios teóricos fundamentales permitieron diseñar un modelo numérico que aproximó mediante un conjunto de algoritmos integrados en el comportamiento real de P como la fuente E_{cll} incentivadora de la dinámica en las cuencas de interés.

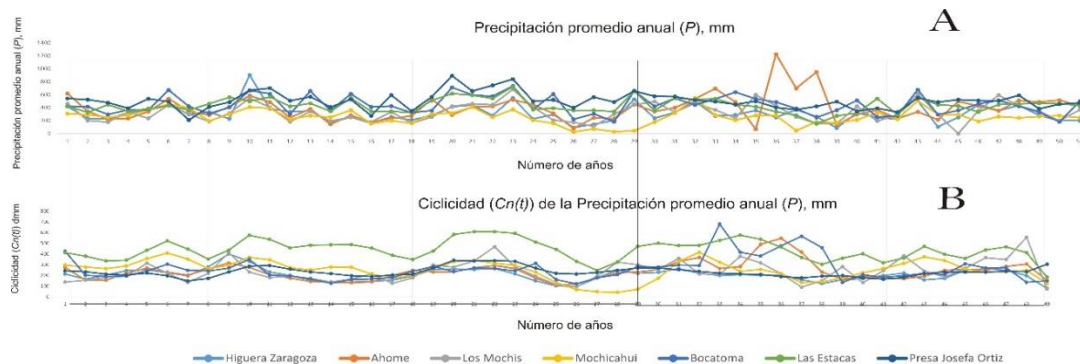


Figura 2.- Comportamientos recurrentes de períodos superiores a un año con etapas de cambios máximos y mínimos asociados a condiciones potenciales mayores y/o menores de la precipitación promedio anual y su respectiva ciclicidad resultantes de superposición o yuxtaposición de distintos efectos de los Fme y Fmf que estimulan la E_{cll} dentro del sistema del monzón.

reproducir cada $Yn(t)$, se realizaron experimentos numéricos para identificar el período ideal en las *St*.

En el cálculo de $Mm(t)$ y $CMA(t)$, se utilizó una hoja de cálculo Excel programada de tal manera que subsecuente pudiera controlar paso a paso todos los resultados de los algoritmos diseñados que lograron en conjunto determinar a las 4 componentes armónicas reales de $Yn(t)$.

Para comparar las pendientes de $Tn(t)$ libres de las oscilaciones irregulares resultantes del modelo numérico, o sea, sin los efectos que producen las $An(t)$; se procedió a obtener en las 16 *St* de campo las $Tn(t)$ directas y sin proceso alguno a través del método de pendiente de Sen.

Los resultados del modelo dieron a conocer a través de un análisis tipo *IDF* la presencia de una $Cn(t)$ que reflejó en las 16 $Yn(t)$ comportamientos recurrentes en períodos superiores y exactamente de un año con etapas de cambios máximos y mínimos asociados a condiciones potenciales mayores y/o menores de la presencia de E_{cll} , misma que se asocia a una frecuencia de ciclos cortos como resultantes de superposición o yuxtaposición de los distintos efectos producidos en las cuencas por los Fme y Fmf ; y que estimulan la E_{cll} dentro del sistema del monzón Mexicano. Los períodos de retorno en la $Cn(t)$ fueron diferentes, en algunos intervalos de tiempo

cortos y/o más largos (dos años, diez o veinte años, etc), mismos que difícilmente serían reconocibles de manera simple y visual en las St ni en la $Yn(t)$ sin proceso alguno (Figura 2).

Si se toma en cuenta que en muchas veces, al menos para series $Yn(t)$ no demasiado largas, no se consiguen separar la $Cn(t)$ de la $Tn(t)$, y dado que en las 16 St

donde la E_{cll} de los Fme y Fmf presentan sus mayores (tendencia positiva) y/o sus menores (tendencias negativas) efectos en los ecosistemas que forma el monzón y preferentemente en aquellos ciclos de las estaciones que se sitúan dentro de la zona y en el período que dura el monzón.

Así que la expresión resultante del modelo que logró caracterizar a P que

Tabla 1. Componentes de P con valores atípicos resultantes del proceso de un modelo numérico diseñado para el monzón de México. Muestra las magnitudes de $Tn(t)$, $Cn(t)$, $Sn(t)$ y $An(t)$ de 16 $Yn(t)$ de datos de 1961 al 2013 de estaciones meteorológicas de la CONAGUA.

No.	Estación	P mm	$Sn(t)$ mm	$Tn(t)$ adim	$An(t)$ mm	$Cn(t)$ mm	$Yn(t)$ mm
1	Higuera Zaragoza	309.53	0.96	1.51	1.04	204.20	309.53
2	Ahome	386.50	0.95	1.60	1.02	233.61	386.50
3	Los Mochis	331.60	1.02	1.45	0.96	240.35	331.60
4	Mochicahui	260.37	1.48	1.02	0.71	253.10	260.37
5	Bocatoma	393.55	1.07	1.48	0.98	263.80	393.55
6	Las Estacas	445.83	1.02	12.47	1.24	31.20	445.83
	Presa Josefa						
7	Ortiz	507.72	0.71	2.20	1.40	233.80	507.72
8	El Fuerte	600.09	0.62	5.54	5.54	107.37	600.09
	Presa Miguel						
9	Hidalgo	616.07	0.59	8.57	1.73	71.77	616.07
10	Yecorato	393.55	1.00	0.31	0.50	2620.47	393.55
11	Choix	739.18	0.48	10.72	2.08	69.14	739.18
12	Huites	813.44	0.44	1.64	2.27	503.43	813.44
13	Ocoroni	563.80	0.97	1.61	1.03	345.31	553.77
14	El Carrizo	393.55	1.00	0.53	1.21	706.48	393.55
15	Topolobampo	344.60	0.92	0.69	1.22	542.65	344.60
16	Ruiz Cortines	408.89	1.00	0.72	1.24	520.04	408.89
		453.09	0.90	4.26	1.57	393.53	453.09

P = Precipitación, $Sn(t)$ = estacionalidad (mm), $Tn(t)$ = tendencia de la serie compensada (adim.), $An(t)$ = aleatoriedad (mm), $Cn(t)$ = ciclicidad e $Yn(t)$ = efecto en la serie $P(t)$ compensada.

iniciales de la CONAGUA que fungieron como base de datos para el proceso; y que corresponden a un periodo que va de 1961 al 2013; se puede decir que en las $Yn(t)$ al menos en un 20% de éstas, la $Cn(t)$ no se separó de la $Tn(t)$.

El comportamiento de las $Yn(t)$ mencionado en el párrafo anterior, se puede asociar a un proceder característico de un "ciclo-tendencia" indicador de zonas

ocurre dentro de la zona del monzón constituye una base numérica fundamental para el proceso de datos para que se permita determinar las 4 componentes de $Yn(t)$.

Las bases teóricas del modelo al utilizar las $Mm(t)$ y $CMA(t)$, y determinar año tras año cambios en $Yn(t)$ que se permitieran observar para seleccionar los máximos y mínimos períodos de $Cn(t)$ fue

debido a que éstas eliminan el efecto de $Sn(t)$ y las irregularidades de $An(t)$ a corto y mediano plazo.

Además, fue debido también a que permitió dejar representadas solo a aquellas manifestaciones de largos

Los resultados del modelo $Yn(t)=CMA(t) \cdot Tn(t) \cdot Cn(t)$ se muestran en la Tabla I, y se resaltan en ésta a los valores atípicos de cada $Yn(t)$ según los componentes P , y ésta se representa mediante la sumatoria de los 4

Tabla II. Magnitudes de $Tn(t)$ d en presencia de $An(t)$ y la ecuación que gobierna su comportamiento con del método de pendiente de Sen (Z).

Estación Meteorológica	S	Z	P(no tend)	m	Ec. lineal	Observaciones
1 Higuera Zaragoza	-111	0.89344	0.37162	-1.3663	$y = -1.3662x + 347.21$	TENS
2 Ahome	149	1.2021	0.22933	2.384	$y = 2.3846x + 336.66$	TENS
3 Los Mochis	68	0.5422	0.58	0.79	$y = 0.7968x + 308.36$	TENS
4 Mochicahui	-177	1.4295	0.15286	-1.361	$y = -1.3612x + 296.39$	TENS
5 Bocatoma	-113	0.90969	0.36299	-3.68	$y = -3.6844x + 534.15$	TENS
6 Las Estacas	-59	0.47109	0.63758	-0.5599	$y = -0.5599x + 449.34$	TENS
7 Presa Josefa Ortiz	-153	1.2346	0.21699	-1.009	$y = -1.0098x + 534.09$	TENS
8 El Fuerte	-145	1.1696	0.24216	-1.2023	$y = -1.2023x + 624.82$	TENS
9 Presa Miguel Hidalgo	-149	1.2021	0.22933	-1.0524	$y = -1.0524x + 640.36$	TENS
10 Yecorato	-81	0.64978	0.51584	-0.742	$y = -0.7423x + 830.52$	TENS
11 Choix	91	0.731	0.46478	1.558	$y = 1.5587x + 696.76$	TENS
12 Huities	60	0.47923	0.63178	0.1896	$y = 0.1896x + 804.53$	TENS
13 Ocoroni	-7	0.048733	0.96113	-0.6736	$y = -0.6736x + 579.62$	TENS
14 El Carrizo	-33	0.25991	0.79493	0.2838	$y = 0.2838x + 364.04$	TENS
15 Topolobampo	177	1.4295	0.15286	2.12	$y = 2.1205x + 292.75$	TENS
16 Ruiz Cortines	26	0.20306	0.83909	0.402	$y = 0.4022x + 398$	TENS

períodos que corresponden a la $Tn(t)$ y $Cn(t)$; por lo que los nuevos datos de las $Yn(t)$ para las Cuencas de interés se representó como $Yn(t)=CMA(t) \cdot Tn(t) \cdot Cn(t)$ de tal forma que $Yn(t)/CMA(t)$ fue equivalente $Tn(t) \cdot Cn(t)$; y con las simples regresiones y particularidades que rigen las series multiplicativas del modelo se logró obtener a todas las componentes restantes de las $Yn(t)$.

componentes en la primera columna que aparece al final de la Tabla I.

Los resultados para las magnitudes de $Tn(t)$ directas de las 16 $Yn(t)$ y en presencia de $An(t)$, así como la ecuación que gobierna su comportamiento calculadas por el método de pendiente de Sen (Z) se muestran en la Tabla II.

Al compararse estos resultados con las obtenidas de $Yn(t)=Tn(t) \cdot Cn(t)$, libres

de las oscilaciones irregulares que producen las $An(t)$; y ahora erradicadas por el modelo, se observó que las $Yn(t)$ muestran diferencias altamente significativas de hasta un 80.5% con pautas o comportamientos que se presentan sin repetirse exactamente entre sí.

De igual manera las $Yn(t)$ no manifestaron una tendencia reconocible en todos los años lo cual fue atribuido a las llamadas "*variaciones estacionales*", que se deben básicamente a causas de anomalías climatológicas, variables ambientales irregulares, entre otras; ocasionada por múltiples factores, de pequeña entidad y diferentes ritmos temporales, que no se pueden estudiar individualmente pero que producen alteraciones de las $Yn(t)$ acumuladas con pequeñas incidencias durante los monitoreos de campo.

Por lo anterior las ecuaciones lineales que se presenta en la sexta columna de la tabla II y que gobiernan a estos procesos se pueden considerar como inestables.

Conclusiones

El fin primordial de usar $Mm(t)$ y $CMA(t)$ fue debido a que con su principio teórico y su diseño numérico pueden eliminar en las 16 St variaciones estacionales o fluctuaciones irregulares de $An(t)$ que se pudieran presentar al momento de la colecta temporal de datos en campo; y presentes en cada estación monitoreada durante los años de monitoreo continuo de la CONAGUA.

A las 16 St se le eliminó la estacionalidad y la aleatoriedad a través de $CMA(t)$ y su representación general fue de forma multiplicativa y equivalente a tener limpia la información interna contenida, o sea, tener en las $Yn(t)$ solo el

comportamiento de $Tn(t)$ y $Cn(t)$ integrado, o sea transformando a $Yn(t)$ en una información de menor incertidumbre para detectar los F_{me} y F_{mf} .

De manera que, las medias $CMA(t)$ ajustadas mediante la expresión $CMA(t)=Yn(t)$ y su representación en $Yn(t)$ libre de $An(t)$ permitió tener gráficos en los que se pudo observar eventos que a simple vista no son fáciles de mirar en las St de la CONAGUA.

Los resultados en este trabajo, en teoría, fueron obtenidos con un modelo numérico que se diseñó bajo la consideración de un conjunto de algoritmos integrados que simula numéricamente a las St reales compuestas por componentes tendenciales, cíclicas y estacionales verdaderas. Se cumple con los objetivos de la investigación, no obstante, no deja de ser un modelo, y como tal; es una representación aproximada e imperfecta de la realidad, aunque muy valiosa, ya que permite una aproximación cercana y de baja incertidumbre del comportamiento de las 16 $Yn(t)$ que fueron ajustadas y aproximadas a partir de St .

En consecuencia, la componente irregular $An(t)$ internamente en las $Yn(t)$ recogería la incapacidad del modelo para explicar a la perfección el comportamiento de la inicial de las 16 St de la CONAGUA, por lo que se erradicó para imponer que estas no tuvieran pautas tendenciales o periódicas manipuladas por errores de la serie, entonces como resultado se presenta un comportamiento dependiente de las $Cn(t)$ y $Tn(t)m$, y que a diferencia de las otras componentes restantes, son las que graban las pautas sistemáticas del comportamiento en el Monzón de la E_{cl} liberada por los F_{me} y F_{mf} .

Por la relevancia del monzón mexicano en la disponibilidad y captación anual del recurso hídrico no obstante de ser variable; para esta zona de regiones desérticas, áridas y semiáridas del

noroeste de México; representa una relevante importancia para la sustentabilidad económica, social, cultural, de salud, entre otras; ya que de éstos Mm^3 captados por sus presas depende de su uso y se permita la continuidad de ejercer la actividad agrícola y ganadera y la competencia de sus productos dentro de los estándares internacionales del comercio. Por lo que, a fin de tener una mayor cobertura de las áreas donde afectan los F_{me} y F_{mf} con cambios por el aumento, disminución y ausencia de la magnitud e intensidad de E_{cl} , se recomienda a corto plazo ampliar la red observacional de estaciones meteorológicas.

Bibliografía

Abril, J.C. (2011). Análisis de la evolución de las técnicas de series tiempo. Un enfoque unificado. Estadísticas, 63(181), 5-56. Recuperado de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/71449/CONICET_Digital_Nro.32_2dc4e5-5f6b-4c40-a236-7b9344351a4a_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

AEMET. Agencia Estatal de Meteorología. (2014). Manual de uso de términos meteorológicos. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado. 2015 Ed. 36 p. Recuperado de http://www.aemet.es/documentos/es/eltiempo/prediccion/comun/Manual_de_uso_de_terminos_met_2015.pdf

Baronio, A. M. & Vianco, A. M. (2015). Análisis de la Información - PIE 5. Cuadernos de Econometría. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional Río Cuarto e Instituto de Investigaciones de la UNVM. Córdoba, Argentina. 194 p. Recuperado de <http://www.econometricos.com.ar/wp-content/uploads/2015/03/Cuaderno-5.pdf>

Ben-Zvi, A. (2009). Rainfall intensity-duration-frequency relationships derived from large partial duration series. Journal of Hydrology. 367 (1), 104-114.

METEORED. (2018). Clima a 14 días México. Recuperado de <https://www.meteored.mx/>

Roldán, S. M. & Fernández, Y.J. (2006). Nueva Formulación para la obtención de la energía cinética de las lluvias. Análisis comparativo con ecuaciones empíricas. Ecología., 20(1), 445-452. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REPN%2FECO_2006_20_445_452.pdf

OMM. Organización Meteorológica Mundial. (2019). La OMM confirma que los últimos cuatro años han sido los más cálidos desde que se tienen registros. Ginebra. Recuperado de <https://public.wmo.int/es/media/comunicados-de-prensa/la-omm>

SCM. Servei Meteorològic de Catalunya. (2011). Divulgació meteorològica: DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.01.007 Entendre les prediccions". Recuperado de <http://www.meteo.cat/servmet/index.html>

ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL EN LA MICROCUENCA DEL RÍO JALAPILLA, OAXACA

Reyes Macedo Sandra Maribel¹, Ladrón de Guevara Torres María de Los Ángeles¹,
Belmonte Jiménez Salvador Isidro¹

¹Instituto Politécnico Nacional (IPN), Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: Reyes Macedo Sandra Maribel sreyesm1701@alumno.ipn.mx

Resumen

El cambio de uso de suelo es la suma de transiciones físicas asociado a las acciones humanas, aunque estas no son siempre perjudiciales para los ecosistemas. La cuantificación de los cambios de uso del suelo a través de la percepción remota es una forma muy eficaz para analizar estos eventos, esta información es esencial para la selección, planificación y ejecución de planes de manejo de un territorio. Como parte de la planeación participativa del manejo de la microcuenca río Jalapilla se realizó el presente estudio con el objetivo de realizar una evaluación multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo a través de imágenes satelitales de la microcuenca del río Jalapilla, San Andrés, Ixtlahuaca, Oaxaca, en dos periodos de tiempo, 2001 y 2018. Se realizó la comparación de imágenes de LANDSAT 7 y 8, mediante la técnica de clasificación supervisada, el algoritmo de máxima verosimilitud y la herramienta Land Change Modeler (LCM). Se identificaron seis clases de cobertura, bosque de Pino-encino, bosque de encino, pastizal, agricultura, zona urbana y suelo desnudo. Se encontró que los pastizales aumentaron en aproximadamente 12,867 hectáreas, lo cual se puede deber al pastoreo que se da en la zona, así mismo, un cambio importante fue la transición del bosque de pino encino a bosque de encino. Este estudio servirá de base en la planeación de la microcuenca en estudios posteriores a realizarse en este territorio.

Palabras clave: clasificación supervisada, gestión integrada de cuencas, percepción remota.

Abstract

Land use change is the physical transitions associated with human actions, not always harmful to ecosystems. Quantifying land use changes through remote sensing is a very effective way to analyze these events, since this information is essential for the selection, planning and execution of territory management projects. The objective of this study is to carry out the multi-temporal evaluation of vegetation cover and land use by means of satellite image analysis of the micro-basin of the Jalapilla River, San Andres, Ixtlahuaca, Oaxaca, in 2001 and 2018. Comparison was done by LANDSAT 7 and 8 images, using the supervised classification technique, the maximum likelihood algorithm and the Land Change Modeler tool. Six classes of cover were identified, pine-oak forest, oak forest, grassland, agriculture, urban area and bare soil. It was found that the grasslands increased by approximately 12,867 hectares, which may be due to the grazing that occurs in the area, also, an important change

was the transition from the oak pine forest to oak forest. This study will serve as a basis for planning the micro-basin in subsequent studies to be carried out in this territory.

Key words: integrated watershed management, remote sensing, supervised classification.

Introducción

México es uno de los países con más recursos forestales a nivel mundial. Sus bosques, selvas y otras áreas con vegetación natural ocupan aproximadamente 74 por ciento del territorio nacional (1 millón 461 mil kilómetros cuadrados). De éstos, 700 mil corresponden a bosques y selvas, 575 mil a matorrales y 186 mil a otros tipos de vegetación (Galicia, et al, 2007).

La degradación del suelo ocasionada por la intensificación del cambio en la cobertura constituye uno de los factores de mayor incidencia en el cambio global de los ecosistemas terrestres (Falcón, 2014).

El conocimiento de los problemas que presenta un área mediante la documentación de los cambios históricos del uso y cobertura del suelo es muy importante debido a que mantiene el contexto temporal necesario de los estudios ecológicos modernos y de las decisiones de la política para la conservación del área en estudio.

Hoy en día para realizar la identificación, estudio y análisis de los cambios de cobertura de suelo, la aplicación de técnicas de teledetección en conjunto con SIG, han supuesto un importante avance en cuanto al detalle y extracción de clases espectrales e información de una determinada área de estudio, para así obtener mejores resultados en los estudios realizados (Cárcamo y Ayuga, 2015).

La pérdida de la cubierta forestal y su conversión a matorrales o pastizales, afectan en la capacidad de los ecosistemas forestales para brindar servicios ambientales y su capacidad productiva. Es por ello que el presente proyecto tiene como objetivo general realizar una evaluación multitemporal de la cobertura vegetal del suelo a través de imágenes satelitales de la microcuenca del río Jalapilla, San Andrés, Ixtlahuaca, Oaxaca, en dos periodos de tiempo, 2001 y 2018.

Materiales y métodos

Para la realización del presente trabajo se consultaron diferentes autores que han trabajado sobre el tema, los cuales sirvieron como referencia en cuanto a la metodología a utilizar, basado en Bowen (2018), Sandoval and García (2018), Lange (2018).

La microcuenca del Río Jalapilla, se encuentra ubicada en la región de valles centrales, estado de Oaxaca, en las coordenadas geográficas 17°03'35.28" Latitud norte y 96°53'51.84" longitud oeste, presenta diferentes elevaciones que van de 1,578 a 2,733 msnm. Se encuentra dentro de la RH-20, Costa Chica-Río Verde, en la cuenca del río Atoyac (A), subcuenca del río Atoyac-Oaxaca (Figura 1).

El cauce principal que forma esta microcuenca es el Río Jalapilla, el cual tiene una longitud de 28,105 metros, y desemboca en la corriente principal del río Atoyac.

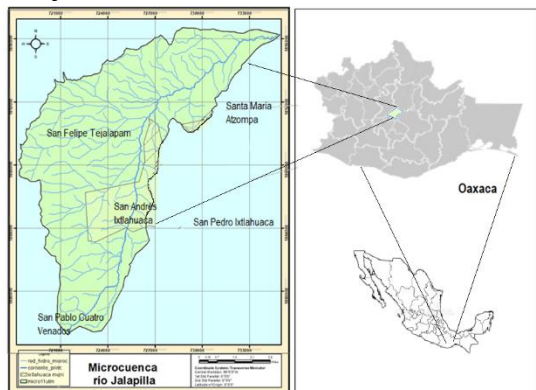


Figura 1. Ubicación de la microcuenca Río Jalapilla.

Para el análisis multitemporal y cambios de cobertura, se usaron 2 imágenes de satélite (Landsat) de los años 2001 y 2018, las cuales se obtuvieron de la base de datos del Servicio Geológico de Estado Unidos (USGS).

Tabla 1. Coordenadas de los vértices del sitio de interés.

Vértices	Latitud norte	Longitud oeste
1	17°10'13.80"	97°01'17.10"
2	16°55'04.76"	97°01'20.80"
3	17°10'13.51"	96°43'14.21"
4	16°54'52.89"	96°43'10.13"

Las imágenes descargadas fueron las correspondientes a los años 2001 (Landsat 7 ETM+ C1 Level-1) y la del 2018 (Landsat 8 OLI).

Para poder visualizar la imagen descargada se importó al software IDRISI selva el archivo correspondiente a cada banda con formato GeoTIFF; y se le

asignó un nombre de salida y la ubicación. Posteriormente se realizó un recorte simultáneo de las diferentes bandas.

Para aumentar la calidad de las imágenes y que incrementaran su capacidad de diferenciar distintas coberturas se utilizó el análisis de componentes principales. El objetivo del PCA fue construir una o varias imágenes de mayor calidad. El PCA puede aplicarse como realce previo a la interpretación visual o como procesamiento anterior a la clasificación. En general, esta técnica incrementa la eficiencia computacional de la clasificación porque reduce la dimensionalidad de los datos (Chuvieco, 1996).

Además, los componentes principales se emplearon para corregir las consecuencias que las condiciones atmosféricas y los efectos que la radiación provoca en la calidad de los datos de las escenas de satélite.

Para diferenciar de una manera más clara la abundancia de vegetación y mejorar la clasificación de las imágenes, se generó el índice de vegetación a través del módulo NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada). Este índice es importante debido a que ayuda a reducir la sombra producida por las montañas en sitios donde el relieve es abrupto. Se utilizó el módulo VEGINDEX para crear estos canales, donde hay que ingresar las bandas que se utilizan para este fin, en imagen Landsat 7 se utiliza las bandas 4 y 3 en Landsat OLI 8 las bandas 5 y 4 en el programa Idrisi selva. Se realizó una combinación de las bandas roja e infrarroja. Este proceso se generó para cada imagen de los diferentes

años, como se expresa en la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED}$$

NIR = infrarrojo cercano

RED = rojo

Otra forma utilizada para distinguir cada una de las diferentes coberturas presentes en el área de estudio fue las composiciones en falso color (Basan, 2018), (González, et al. 2000), para lo cual se utilizó el módulo Composite, en el cual se fueron escogiendo las diferentes bandas del satélite, y colocando en las bandas RGB, para así lograr las composiciones en falso color.

Las composiciones utilizadas para resaltar los diferentes tipos de cobertura fueron las siguientes:

Tabla 2. Composiciones en falso color a utilizar.

AÑO	COMPOSICIÓN
2001 (landsat 7)	4,3,2 (IR,R,G)
2018 (landsat 8)	5,4,3 (IR, R,G)

El procesamiento de imágenes se refiere a la obtención del producto final de una imagen de satélite, en el presente trabajo se realizó la clasificación supervisada, que es el producto de la interpretación visual (datos de la realidad) y digital (imágenes satelitales), donde fue necesario conocer el territorio y tomar datos en campo para realizar la clasificación.

Antes de clasificar las imágenes, se efectuaron salidas de campo hacia las áreas accesibles de la microcuenca Río Jalapilla para reconocer, a través de la observación, los tipos de cobertura que

presenta la zona y no tener dudas sobre lo que se puede observar sobre la imagen de satélite.

Para este fin se ocupó la imagen de satélite del 2018 y un mapa topográfico para ubicar los puntos GPS en las observaciones, las cuales fueron georeferenciadas.

Para el desarrollo del proyecto se requirió del uso del software Idrisi selva, el cual fue de vital importancia para realizar los análisis propuestos.

Mediante análisis estadístico multivariado, la clasificación supervisada permite explorar diferentes tipos de atributos o clases, este proceso identifica los valores de cada píxel de una o varias bandas de una imagen ráster, crea y evalúa las clases (firmas espectrales). Finalmente reclasifica de acuerdo con las probabilidades de cada clase. Este procedimiento es muy práctico para crear de forma automática un mapa de uso del suelo o de cobertura vegetal.

Para realizar la clasificación se consideró la metodología de Soto (2005), en la cual primero se obtiene diferentes tipos de cobertura en campo y después se agrupan dependiendo de qué tan parecido son entre ellos.

Se identificaron sitios con características homogéneas en base a los recorridos de campo y la interpretación visual de imágenes de satélite, utilizando la combinación de bandas 5, 6, 4 RGB, para estudios de vegetación en imágenes Landsat 8 OLI.

Para realizar de mejor forma la clasificación, se trabajó sobre una composición de bandas RGB (se compararon diferentes composiciones

para determinar la mejor) y con los puntos de control tomados en campo, se generó un archivo de firmas espectrales, las mismas permitieron obtener una imagen de mejor discriminación de los píxeles para la identificación de las diferentes coberturas de suelo (Aung and Aung 2019), (Vargas-Sanabria and Campos-Vargas 2018).

El método utilizado para la colección de los datos de campo fue mediante recorridos por las zonas en donde se apertura la brecha cortafuegos, y a todos los puntos que se puedan recorrer, que presenten características espectrales homogéneas, para posteriormente analizarlos en el programa.

De los recorridos de campo se obtuvieron los puntos de control mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Coordenadas de Ubicación de puntos de control (UTM)

TIPO DE COBERTURA	X	Y
Bosque de encino	726191	1886038
Represa	726272	1885998
Bosque de encino-pino	725345	1884537
Cultivo	723449	1883986
Bosque de encino-pino	723451	1883899
Suelo desnudo	730056	1888039
Bosque de pino	726061	1883970
Bosque de pino-encino	723105	1878422
Zona poblada	728325	1893161
Cultivo	729346	1893012
Represa	723245	1886409
Bosque de pino-encino	722108	1882727
Cultivo	733442	1889652
Suelo desnudo	726038	1892588
Bosque de encino	723091	1893222
Bosque de pino	719334	1888513

Represa	724969	1891031
Cultivo	731058	1894870
Suelo desnudo	728582	1891693
Represa	724138	1884073
Zona poblada	724500	1878832
	732303	1887913

Con estos datos se creó una lista de todos los tipos de cubiertas identificadas en la imagen y en campo, asignando un solo identificador para cada cubierta, los cuales fueron los siguientes:

Tabla 4. Tipo de coberturas e identificadores

CUBIERTA	IDENTIFICADOR
Bosque de pino-encino	1
Bosque de encino	2
Pastizal	3
Suelo desnudo	4
Cultivos	5
Zona urbana	6

Para iniciar la clasificación se utilizó el método de segmentación de imágenes el cual agrupa los píxeles adyacentes en segmentos según su semejanza espectral. La segmentación emplea el método de la delineación de cuenca hidrográfica en función de la variación. Se emplean tres pasos:

- **Segmentation:** se extraen los polígonos con características espectrales semejantes.
- **Segtrain:** se selecciona las firmas espectrales de las clases previamente establecidas.
- **Segclas:** se procede a clasificar la imagen.

Una vez analizadas y reagrupadas las firmas se ejecutó la clasificación, para el

presente trabajo se utilizó el clasificador de Máxima verosimilitud, es un algoritmo paramétrico que asume una distribución estadística para las clases consideradas, y en el cual se conocen los sitios de entrenamiento en el territorio, es uno de los métodos más empleados (Eastman, 2012).

Visualizando la imagen en falso color RGB543, se utilizó la función digitalización para digitalizar los polígonos de los sitios de entrenamiento, el icono que te permite digitalizar sobre la pantalla, para dibujar polígonos alrededor de tus zonas de entrenamiento. Después de tener un archivo vectorial sitio de entrenamiento se crearon los ficheros de firmas.

Para realizar la clasificación de los diferentes tipos de cobertura dentro de la microcuenca del río Jalapilla se llevaron a cabo diferentes procedimientos para poder determinar la que mejor se ajustara a las condiciones de la zona bajo estudio. Para esto primero se realizó una clasificación por segmentación de imágenes, creando 3 tipos de segmentación (0, 30 y 50).

Debido a que la segmentación de 50 tiene menos segmentos que los otros dos archivos, es decir, está más generalizada, se utilizó para la clasificación la segmentación de 30. Con los datos obtenidos en campo y con el apoyo del módulo SEGTRAIN creamos los archivos de entrenamiento dándole a cada uno un número de identificación y nombre de cada uno (figura 2).

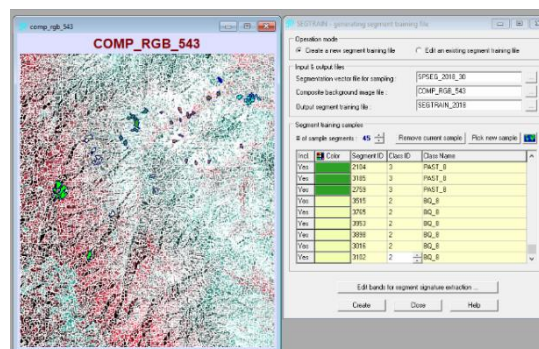


Figura 2. Ejecución del módulo Segtrain.

Teniendo lista nuestra segmentación se realizó la clasificación supervisada ejecutando el módulo MAXLIKE clasificador de máxima verosimilitud ingresando nuestro grupo de sitios de entrenamiento y creando los mapas de clasificación para cada uno de los años 2001 y 2018.

Los archivos de firma contienen información estadística acerca de los valores de reflectancia de los píxeles dentro de los sitios de entrenamiento para cada clase. Posteriormente se ejecutó el módulo MAKESIG, en el cual se eligió vector como el tipo de archivo de sitio de entrenamiento y se le asignó nombre a cada uno de los ID creados en el paso anterior.

Una vez terminado el proceso con MAKESIG, se mostró el tipo de archivo de la firma (SIG) y grupos de firma y se comprobó que existiera una para cada uno de los seis tipos de cubierta vegetal. Una vez analizadas y reagrupadas las firmas se ejecutó la clasificación utilizando el clasificador de Máxima verosimilitud.

Realizada la clasificación se procedió a determinar el cambio de cobertura del suelo y la tasa de cambio anual, para lo cual utilizamos el modelo Land Change

Modeler (LCM) para la sostenibilidad ecológica de IDRISI. Este proporciona un completo análisis dando como resultado mapas y gráficos del cambio del suelo, sus transiciones y tendencias (Oñate y Bosque, 2010), (Peña Villalta, 2018).

La principal ventaja de este modelo es la sencilla interfaz que puede ser utilizado como una herramienta de apoyo para la evaluación del impacto en el hábitat y la biodiversidad (Jiang, 2007, Jaimes 2008).

Resultados y discusión

Por medio del módulo PCA se obtuvieron un nuevo conjunto de imágenes mejoradas en cuanto a corrección de las consecuencias que las condiciones atmosféricas y los efectos que la radiación provoca en la calidad de los datos de las escenas de satélite. Con este análisis pudimos deducir que los componentes que contiene mayor información en ambas imágenes (2001 y 2018) son el 1 y el 2 pues en el resultado de los análisis estos dos componentes obtuvieron valores de 93% y 3% en el análisis de varianza en la imagen 2001, y 90% y 6.8% en la imagen del 2018 respectivamente. De aquí en adelante este nuevo conjunto de imágenes fueron las que se utilizaron para los siguientes análisis.

Para poder determinar los diferentes tipos de cobertura se generaron de los índices de vegetación de diferencia normalizada (NDVI) de cada una de las imágenes (figura 3).

Del análisis visual de estas dos imágenes podemos observar que la parte noreste de la imagen del año 2018 se encuentra recuperada en cuestión de cobertura (se observa como la parte que en el año 2001 estaba desprovista de vegetación, en el 2018 se encuentra más cubierta).

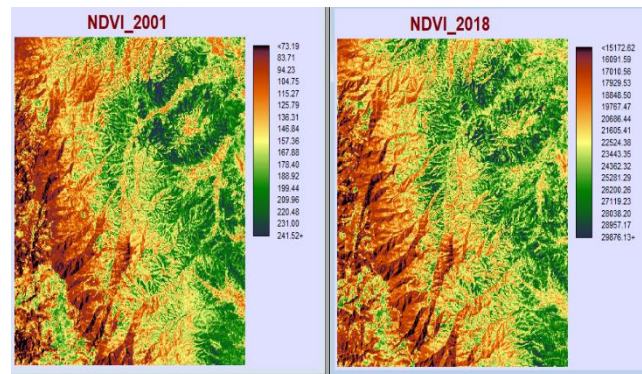


Figura 3. NDVI de los años 2001 y 2018 respectivamente.

Al trabajar composición de imágenes en falso color no se pueden realizar cuantificaciones, solamente interpretaciones visuales de reflectancia. Con las composiciones probadas se pudo observar como en el año 2018 (imagen B) las partes de vegetación se resaltan de rojo y se ven más cubiertas a comparación del año 2001, de igual manera la parte noreste de la imagen del año 2001 (imagen A) se observa una amplia zona de suelo desnudo (partes de color blanco), la cual al año 2018 se ve recuperada (figura 4).

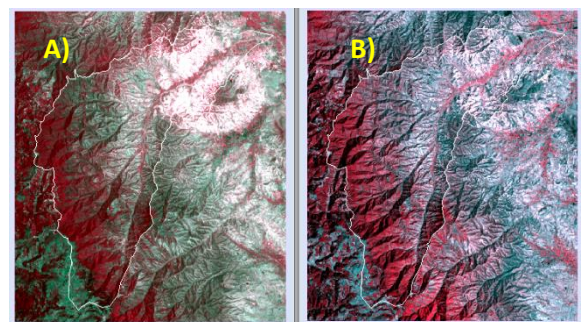


Figura 4. Comparación de composiciones en falso color de imagen del año 2001 y 2018.

Los resultados de la segmentación ingresando el grupo de sitios de entrenamiento y creando los mapas de clasificación para cada uno de los años 2001 y 2018 se muestran en la figura 5.

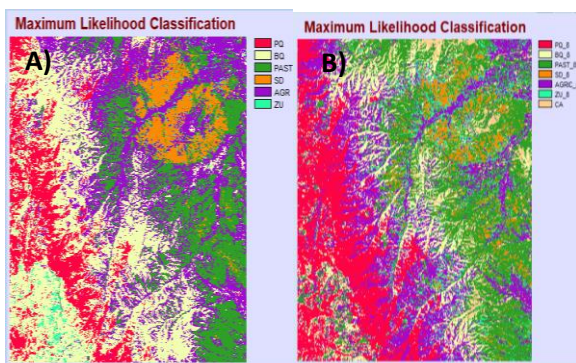


Figura 5. Mapas de coberturas utilizando el clasificador de máxima verosimilitud derecha 2018, izquierda 2001.

Con la obtención de estos mapas se puede observar que las áreas de suelo desnudo que se presentaron en el año 2001 (imagen A, color naranja) se han ido cubriendo de pastizales, así como las áreas cultivadas (imagen A, color morado); también se ha visto cierta recuperación del bosque de pino-encino (color rojo), aunque hay una disminución del bosque de encino (color crema) para darle paso a zonas cultivadas, de igual manera, las zonas pobladas aumentaron en el año 2018.

Del análisis del cambio de cobertura del suelo en la microcuenca del río Jalapilla se utilizando el modelo de análisis Land Change Modeler (LCM) para cuantificar estos cambios, comparando los resultados del análisis de las coberturas del año 2001 y 2018, se obtuvo la gráfica mostrada en la figura 5.

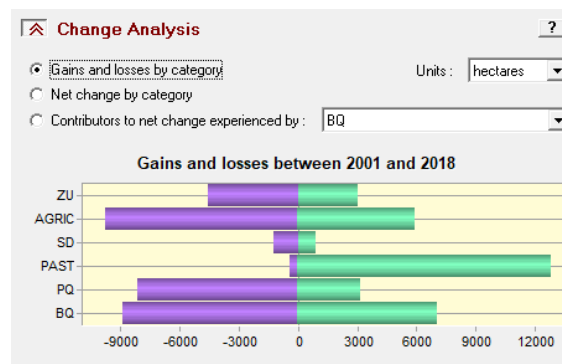


Figura 6. Gráfica de ganancias y pérdidas de los diferentes tipos de cobertura en la zona de estudio.

En el gráfico gains and losses el tipo de cobertura que obtuvo mayor ganancia del 2001 al 2018 fue el pastizal, el cual aumentó en más de 12,867 hectáreas (ha) 30% y solo perdió 438 hectáreas; el bosque de encino tuvo ganancias de 7,075 hectáreas (17%) y pérdidas por 8,922 ha (21%); la zona de cultivos tuvo una ganancia de 5,965 hectáreas (15%), pero en este mismo periodo perdió 9,766 ha; el bosque de pino-encino presentó pérdidas durante el periodo analizado por 8,133 ha (20%), teniendo una ganancia también de 3,219 ha y el suelo desnudo se redujo en un 4%.

Estos cambios de cobertura vegetal se representan en un mapa, en donde se muestra como parte del bosque de encino-pino, terrenos agrícolas, bosque de encino y suelo desnudo se convirtieron en pastizales; otros cambios ocurrieron en el bosque de pino-encino y el bosque de encino que cambiaron a terrenos de agricultura; y la transición de bosque de pino-encino a bosque de encino, como se muestra en la figura 7.

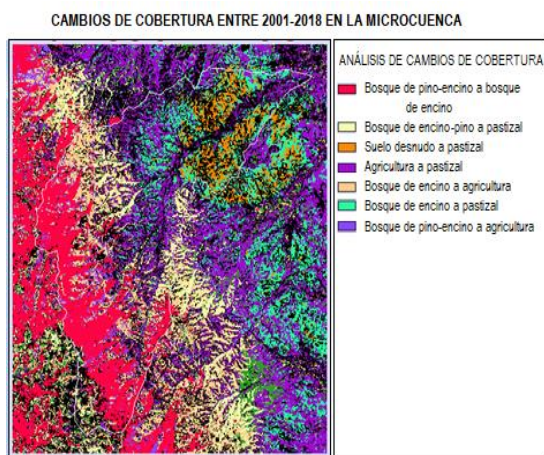


Figura 7. Mapa de cambios de cobertura del año 2001 y 2018.

Conclusiones

Si bien estos resultados denotan una mejoría en la cobertura vegetal de la microcuenca, deben ser analizados con mayor detenimiento, puesto que los índices empleados no distinguen el grado de calidad de la cobertura vegetal.

Uno de los cambios mas representativos fue el incremento en la superficie cubierta por pastizales (12,867 has), este cambio adquiere significado en la prestación de servicios ecosistémicos, ya que al reducirse los espacios con suelo desnudo se infiere que la pérdida de suelo está disminuyendo al tener un soporte contra la erosión.

Realizando un análisis de los resultados se puede concluir que para el año 2018, los pastos cubrieron la zona que en el año 2001 se encontraba con suelo desnudo, lo cual contribuye de alguna manera al control de la erosión, aunque no de manera significativa como si contara con otro tipo de vegetación. Por otro lado, los bosques de pino-encino y de encino sufrieron pérdidas al pasar de los años que llegaron

a ser hasta de 8,922 ha para el bosque de encino, presentando también ganancias en este periodo por 7,075 ha; el aumento en la zona de pastizal también se puede atribuir a que en la zona hay muchas personas que tiene ganado y eliminan la vegetación para que rebrote el pasto y puedan pastorear sus animales, lo cual también a largo plazo constituye un riesgo para el suelo, el cual con el paso del tiempo se va compactando convirtiéndose en suelo improductivo muy propenso a la erosión hídrica.

Los factores antropogénicos representan la causa principal de estos cambios en la cobertura, principalmente en la pérdida de bosques.

El análisis de los cambios de cobertura vegetal utilizando imágenes de satélite es una herramienta importante en el monitoreo de los cambios de uso de suelo a través del tiempo y del espacio, siendo significativos para la realización de proyectos encaminados a conservar los recursos naturales.

Se recomienda realizar el análisis con imágenes satelitales de mayor resolución pues hubo confusión por parte de los algoritmos utilizados al realizar la clasificación de los cuerpos de agua, debido al tamaño de los pixeles, la clasificación de los puntos tomados en campo no pudo realizarse debido a que no los logró diferenciar el programa.

Bibliografía

Aung S.W.Y., Khaing S.S., Aung S.T. (2019) Multi-label Land Cover Indices Classification of Satellite Images Using Deep Learning. In: Zin T., Lin JW. (eds) Big Data

- Analysis and Deep Learning Applications. ICBDL 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 744. Springer, Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-13-0869-7_11
- Basan, K. L., Paniagua, K. C., Valero, R. M., & Duran, J. P. J. Q. (2018). Estudio de la teledetección y caracterización fisicoquímica del humedal “El Cascajo”, Santa Rosa, Chancay-Lima, Perú. *INFINITUM*, Vol. 7(1).
- Bowen, Q. C. A. (2018). Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo en la microcuenca del río Tabacay para el periodo 2005-2017 (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31142>
- Cárcamo, A. M., & Ayuga, J. G. R. (2015). Análisis multitemporal mediante teledetección espacial y SIG del cambio de cobertura del suelo en el municipio de Danlí, El Paraíso, en los años 1987-2011. *Ciencias Espaciales*, 8(2), 259-271.
- Chuvieco E. (1996). Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones Rialp, S.A. Colección Monografías y Tratados Ger. Serie Geográfica y Ecología tratados. Madrid, España. 449 p
- Eastman, J. R. (2012). IDRISI Selva, guía para SIG y procesamiento de imágenes. Worcester. USA
- Falcón, G. O. (2014). Dinámica del cambio en la cobertura/uso del suelo en una región del estado de Quintana Roo, México. (Tesis de pregrado). CIGA-UNAM. México, D.F.
- Galicia, L., García, R. A., Gómez, M. L., Ramírez, M.I., (2007). La degradación de los recursos forestales en México. *Ciencia*. Vol. 58, núm. 4. Recuperado de <https://www.amc.edu.mx/revistaciencia/index.php/82-vol-58-num-4-octubre-diciembre-2007/comunicaciones-libres/135-cambio-de-uso-del-suelo-y-degradacion-ambiental>
- González, N., Gebhard, J. A., & Hernández, M. A. (2000). La teledetección en la investigación geohidrológica. Bolsón de Mazán. Provincia de la Rioja. Argentina. Aguas Subterráneas.
- Jaimes, N., Sendra, J., Delgado, M., Rocha, W. (2008). Analysis of land use changes in the State of Mexico using regression analysis and GIS: an approach to the deforestation processes. *Geographical Investigations*, Institute of Geography Newsletter, UNAM ISSN 0188-4611, 69: 33-52
- Jiang, Z. (2007). The Road Extension Model in the Land Change Modeler for Ecological Sustainability of IDRISI. 15th ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems. November 7-9, 2007. Seattle, WA
- Lange, G. G. A. (2018). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo de la ciudad de Puerto Ayora–Santa Cruz mediante el uso de la teledetección y sistemas de información geográfica

- (Tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad de Guayaquil.
- Oñate-Valdivieso, F., y Bosque, S. J. (2010). Application of GIS and remote sensing techniques in generation of land use scenarios of hydrological modeling. *Journal of Hydrology* 395 (3-4), 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.10.033>
- Peña, V. E. F. y González, G. A. E. (2018). Análisis multitemporal para la detección de cambios de uso del suelo, en el cantón Catamayo, provincia de Loja, Loja (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Loja. Ecuador.
- Sandoval, B. E. C. y García, R. K. A. (2018). Análisis multitemporal de la deforestación del Páramo de Sumapaz, por medio de imágenes LANDSAT ETM y LANDSAT OLI TIRS del Año 2002 al 2017 (Tesis de grado Ingeniería Catastral y Geodesta). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá.
- Soto, C. 2005. Mapificación y caracterización de bosques secundarios en la subregión de Sarapiquí. (Tesis Bachiller Ingeniería Forestal). Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Vargas, S. D. and Campos, V. C. (2018). "Multi-algorithm system for land cover classification in tropical dry forest at Guanacaste Conservation Area, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*; Vol. 31, Núm. 1

EVALUACIÓN DE LA EXTRACCIÓN “EAM” DE LÍPIDOS DE TEJIDO DE AGAVE POR MICROSCOPIA CLSM

López-Salazar Herminia, Tapia-Maruri Daniel, Roberto Campos Mendiola, Camacho-Díaz
Brenda Hildeliza, Arenas Ocampo Martha L y Jiménez-Aparicio Antonio Ruperto *
Instituto Politécnico Nacional, CeProBi-Morelos

*Autor para correspondencia: arjaparicio@gmail.com

Resumen

Este trabajo de investigación, presenta la extracción asistida por microondas (EAM) como un método más efectivo para la extracción de lípidos de *Agave angustifolia* Haw en comparación con el método tradicional de maceración, el cual ocupa largos tiempos de extracción y se obtienen bajos rendimientos. Para empezar, se realizaron cortes histológicos a las muestras vegetales de *A. angustifolia* con tratamientos de microondas y con maceración. Posteriormente, las muestras fueron observadas en modo de fluorescencia por medio de Microscopía Confocal Láser de Barrido. Finalmente, se realizó un análisis de imagen, para obtener el área total de lípidos. Los resultados muestran que el mayor rendimiento de lípidos por EAM se dio en un corte transversal de *A. angustifolia*, con un tiempo de extracción de 15 s.

Palabras Clave: *Agave angustifolia*, Análisis digital de imágenes, maceración.

Abstract

This research work presents the results on microwave assisted extraction (MAE) as a more effective method for lipid extraction from *Agave angustifolia* Haw compared to the traditional maceration method, which requires large extraction times and low yields are obtained. We carried out histological sections of samples of *A. angustifolia* plants with prior microwave and maceration treatments. Subsequently, the samples were observed in fluorescence mode using Confocal Laser Scanning Microscopy. Finally, an image analysis was performed to obtain the total lipid area.

The results show the MAE lipid of the leaf, in a cross section of *A. angustifolia*, with an extraction time of 15 s, showed to be the best conditions to obtain the highest lipid yield.

Key Word: *Agave angustifolia*, digital image analysis, maceration,

Introducción

Las plantas, desde siempre, se han utilizado para diferentes fines, como alimentos, combustibles, forrajes, productos, además para extraer compuestos bioactivos (polifenoles, alcaloides, antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos, carbohidratos, polisacáridos, aceites esenciales, esteroides, lípidos). Así mismo, la extracción exitosa de estos compuestos depende de sus propiedades fisicoquímicas, así como de las partes de las plantas y el tipo de matrices de tejidos (López-Salazar y col., 2019, Belwal y col., 2018).

Dentro de estas plantas se encuentra al *A. angustifolia*, en la cual se identificaron en un extracto acetónico, obtenido por maceración, a tres esteroides como los compuestos responsables de la actividad antiinflamatoria, (Hernández-Valle y col., 2014).

Como se sabe, los esteroides son una clase de lípidos, los cuales ejercen una función estructural en las membranas celulares, además de contribuir en la modulación de su fluidez. (Ferrer y col., 2017).

En general los lípidos se localizan en los todos los tejidos vegetales y forman parte de la membrana celular. Dentro de sus funciones se encuentra el de almacenar energía metabólica, además de ser factores de señalización en respuesta al estrés. (Xu y Shanklin, 2016).

Por otra parte, la Microscopía Confocal Láser de Barrido ha sido un instrumento importante para entender el comportamiento de las paredes celulares de las plantas (Duncombe y col., 2020)

Así mismo, es considerada como una de las técnicas de microscopía de fluorescencia más utilizadas para los estudios de tejidos biológicos (Bayguinov y col., 2018, Nadiminti y col., 2015). Además, se ha empleado junto con la tinción de Sudan IV para la identificación de lípidos en tejidos vegetales, debido a que tiene la propiedad de unirse a los lípidos (de Oliveira y col., 2019).

Cabe mencionar, que, debido a la importancia de los lípidos para el ser humano, se ha estudiado su extracción para obtener mayor rendimiento y evitar su

oxidación (Kayathi y col., 2020). Dentro de los métodos tradicionales de extracción de éstos se encuentran el método soxhlet y maceración. Estos métodos de extracción tienen ciertas desventajas como el requerir un largo tiempo de extracción, utilizar grandes cantidades de disolventes tóxicos (cloroformo y metanol), además de obtenerse un rendimiento bajo (Vinatoru y col., 2017). Por lo tanto, actualmente se están investigando otros métodos eficientes que puedan reducir: las cantidades del disolvente, el consumo de energía y el tiempo de extracción. Diversos estudios sugieren que las microondas es un método eficaz para obtener lípidos. Ejemplo de esto, es el trabajo realizado por Dai y col., en el 2014, en el cual obtuvieron una mayor cantidad de aceite de microalgas extraído por microondas en comparación con la extracción por calentamiento convencional. En otro trabajo de investigación, se aplicó un proceso de EAM a la microalga *Scenedesmus obliquus*, obteniendo tasas relativas de extracción de lípidos de hasta 88.25%, resultado más alto que el conseguido por el proceso de calentamiento con baño de agua (Zhou y col., 2019). Con respecto a la energía de microondas son ondas electromagnéticas que consisten en un campo eléctrico y un campo

magnético que oscilan perpendicularmente entre sí en frecuencias de 0.3 a 300 GHz. La radiación de microondas interactúa con los dipolos de materiales e iones polares y polarizables, esto provoca el calentamiento de los materiales, el cual depende de las propiedades dieléctricas y la geometría de presentación de los materiales. También está involucrada, la rotación dipolar de las moléculas inducida por las ondas de microondas electromagnéticas, que interrumpe la unión de hidrógeno; mejora la migración de iones disueltos, además promueve la penetración de los disolventes en la matriz del material vegetal (Trusheva y col., 2007). Además, la EAM puede considerarse un método selectivo que favorece la extracción de moléculas polares y la difusión de los disolventes con un alta constante dieléctrica (Azwanida, 2015). El presente trabajo pretende aportar información sobre el porcentaje del área de lípidos vegetales extraídos de las células del tallo y hojas de *Agave Angustifolia* Haw después de una EAM. Información que posteriormente puede ser utilizada para mejorar la obtención de diferentes tipos de lípidos presentes en las plantas, en cortos tiempos de extracción y mejorando el rendimiento.

Materiales y métodos

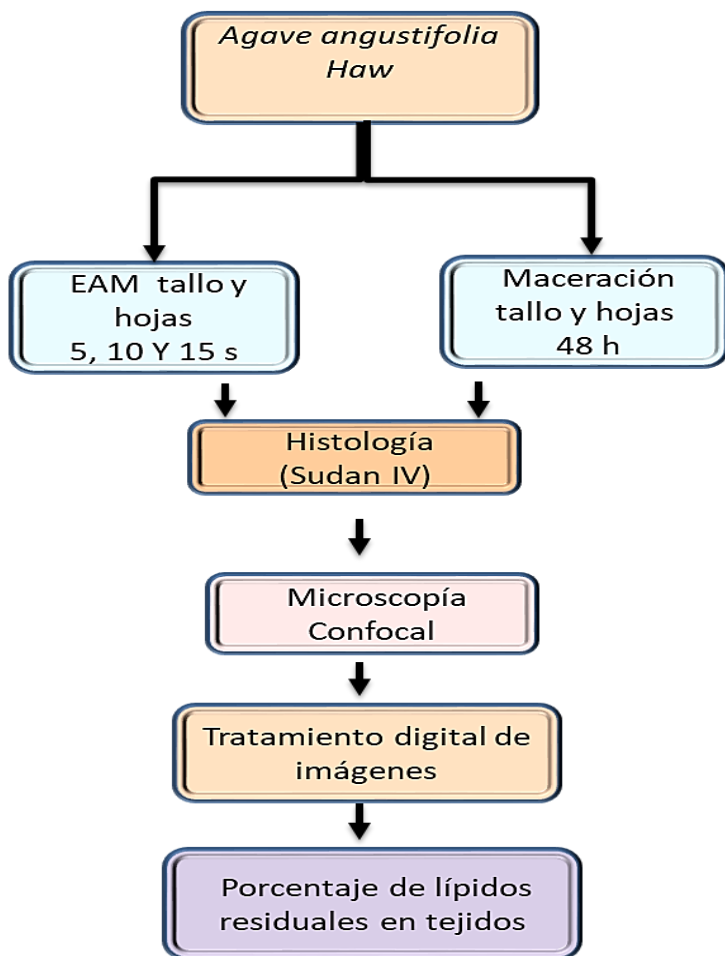


Figura 1. Diseño Experimental

Material vegetal

Se recolectó una planta de *A. angustifolia* de 5 años de edad, de identidad biológica registrada, en Yautepec, Morelos, México (18 ° 49'33.3 "N y 99 ° 06'21.98 " O; 1120 m sobre el nivel medio del mar).

Obtención del tejido vegetal

La obtención del tejido vegetal, se realizó mediante un sacabocado y se obtuvieron cortes transversales y longitudinales de las

hojas y tallo de la planta, de 1 cm. A las muestras experimentales de tejido vegetal, se les aplicó un método de extracción maceración o EAM (Figura 1).

Extracción-asistida por microondas (EAM)

La EAM se realizó en un horno microondas CEM Discover ® de laboratorio (300 W a una potencia máxima de equipo de 2450 MHz). En este trabajo se utilizó un sistema

abierto, el cual funciona en condiciones atmosféricas y solo el recipiente está expuesto a la radiación de microondas. Las condiciones de la EAM utilizadas fueron: una potencia de radiación constante de 300 W, muestra vegetal de 1 cm de diámetro (corte transversal y longitudinal; hoja y tallo) en 60 ml de etanol como disolvente, 23 ° C de temperatura máxima de extracción, a tres tiempos de extracción diferentes (5, 10, 15 s), además con la adición de 1 ml de solución etanólica de KOH 0.2 N.

Extracción por maceración

Para la extracción por maceración se utilizó las muestras vegetales de 1 cm de diámetro, con cortes transversales y longitudinales de hojas y tallo, las cuales fueron maceradas en 60 ml de etanol por 48 h a temperatura ambiente.

Diseño experimental

Se empleó un diseño factorial. De cada tejido (hoja y tallo) se obtuvieron 3 muestras de corte transversal y 3 de corte longitudinal. De cada corte y tejido, las muestras se dividieron en dos grupos, uno se sometió a extracción por maceración y el segundo a EAM.

Como control se usaron muestras del tejido vegetal de hojas y tallo de 1 cm de diámetro,

con cortes transversales y longitudinales, sin la aplicación de un método de extracción.

Tratamiento histológico

Para el tratamiento histológico se inició con la fijación de las muestras, para lo cual se empleó el reactivo FAA (formaldehído, alcohol, acético,) permaneciendo inmersas durante 48 h. En seguida, se realizaron los “trenes” de deshidratación del tejido mediante soluciones hidroetanólicas crecientes en las siguientes concentraciones (seriadas) de 30 a 100% (v/v). Las muestras se dejaron por espacios de 24 h. Posteriormente las muestras fueron incluidas, por lo que fueron transferidas en forma consecutiva a una mezcla de etanol 75%-xilol 25%, etanol 50%-xilol 50%, xilol 100%, xilol 75%-parafina 25%, xilol 50%-parafina 50% cada cambio de solución se realizó cada 12 h. Seguidamente, las muestras de los tejidos vegetales fueron trasladadas a parafina líquida durante 24 h. La mezcla parafina-xilol, como la inclusión en parafina se realizaron en una estufa regulada a 60°C para favorecer la impregnación. Una vez cumplido el tiempo, las muestras se dejaron solidificar a temperatura ambiente. Finalmente, se realizaron los cortes en serie en los bloques de parafina, utilizando para ello el

micrótopo; elaborando cortes de 20 µm. A continuación, los cortes se colocaron en los portaobjetos y se dejaron por 24 h. Posteriormente los tejidos en los portaobjetos se desparafinaron en la estufa a 60°C por 30 min, a continuación, fueron inmersos en Histochoice por 20 min. Para la identificación de lípidos de los tejidos en los portaobjetos, se empleó la tinción con Sudan IV durante 3 min, posteriormente se lavaron con agua destilada y se dejaron secar.

Observación y captura de imágenes

Las observaciones de los lípidos presentes en los tejidos de tallo y hoja de *A. angustifolia* se realizaron en modo de fluorescencia mediante un Microscopio Confocal de barrido láser (CLSM) (marca Carl Zeiss, modelo LSM 800, hecho en Alemania). Una vez seleccionado el campo de interés, se procedió a la captura de las imágenes usando el láser de estado sólido a 640 nm con una excitación del 5 % y un pinhole de 0.5 unidades airy, se utilizó el software acoplado al equipo, ZEN (Zeiss Efficient Navigation) versión 2.6 Blue edition y se capturaron las micrografías utilizando un objetivo Plan-neofluar a 20X y una apertura numérica de 0.8, valor adimensional. Todas las micrografías se

almacenaron en formato TIFF con una resolución de 2048 x 2048 píxeles.

Análisis digital de imágenes

Para el análisis de imágenes se ocupó el software ImagenJ 1.51, el cual consistió en seleccionar la micrografía de interés en formato digital a color (RGB). La imagen fue procesada a través de la barra de menú de herramientas de software “Imagen”, posteriormente las opciones “color” y Split Channels”, con dicha herramienta se obtuvieron tres canales separados en escala de grises (red, green, blue). A continuación, se eligió la imagen del canal azul, con esta imagen se eligieron del menú de “process”, los íconos “binary” y “make binary”, para hacer la imagen binaria. Posteriormente se seleccionó la opción de “Edit” la opción de “Invert”. Finalmente se seleccionó del menú de Plugins y la herramienta “Voxel Counter”. Para obtener el porcentaje de área pigmentada (rojo), la cual corresponde al área de lípidos, primero se obtuvieron los valores de las zonas pigmentadas en píxeles de cada imagen. Con esos datos se calculó su promedio, desviación estándar y error estándar. Para convertir estos valores en porcentaje, se tomó el valor del área de una imagen completa en píxeles (con área pigmentada y sin pigmentar) la cual fue de 4 194 304 píxeles, este valor se consideró como el 100% del total de la imagen. Por medio de la siguiente formula:

$$\% \text{ de lípidos residuales} = \frac{\text{Área teñida con Sudan IV por micrografía}}{\text{Área total de la micrografía}}$$

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante ANOVA unidireccional. La prueba de

Holm-Sidak se aplicó para determinar diferencias significativas entre todos los grupos entre sí en $p < 0.05$. El análisis

estadístico se realizó con un programa SigmaPlot 11.0.

Resultados y discusión

Cuantificación de lípidos residuales en tejidos de piña de *A. angustifolia* posterior a un método de extracción.

En la determinación de presencia de lípidos residuales en las células del tallo y

hojas de la piña de *A. angustifolia* obtenidos después de la aplicación de dos métodos de extracción (maceración y EAM) a diferentes tiempos de exposición al disolvente (tiempos de maceración de 48 h y 5, 10 y 15 s de irradiación para EAM). La premisa que se utilizó para el análisis de

este proceso fue la siguiente: al tener mayor cantidad de lípidos residuales, los lípidos no fueron extraídos, por lo tanto, los factores que pudieron intervenir son: la parte de la planta (hoja, tallo), método de extracción (maceración, EAM) y el tipo de corte de la muestra vegetal.

En forma general, con los datos obtenidos en la Figura 2, se puede observar que, al comparar el porcentaje de área de lípidos residuales del tallo y la hoja, la hoja presentó menor porcentaje de área de lípidos residuales, en consecuencia, presentó una mayor extracción de lípidos indistintamente de la orientación del corte y método de extracción.

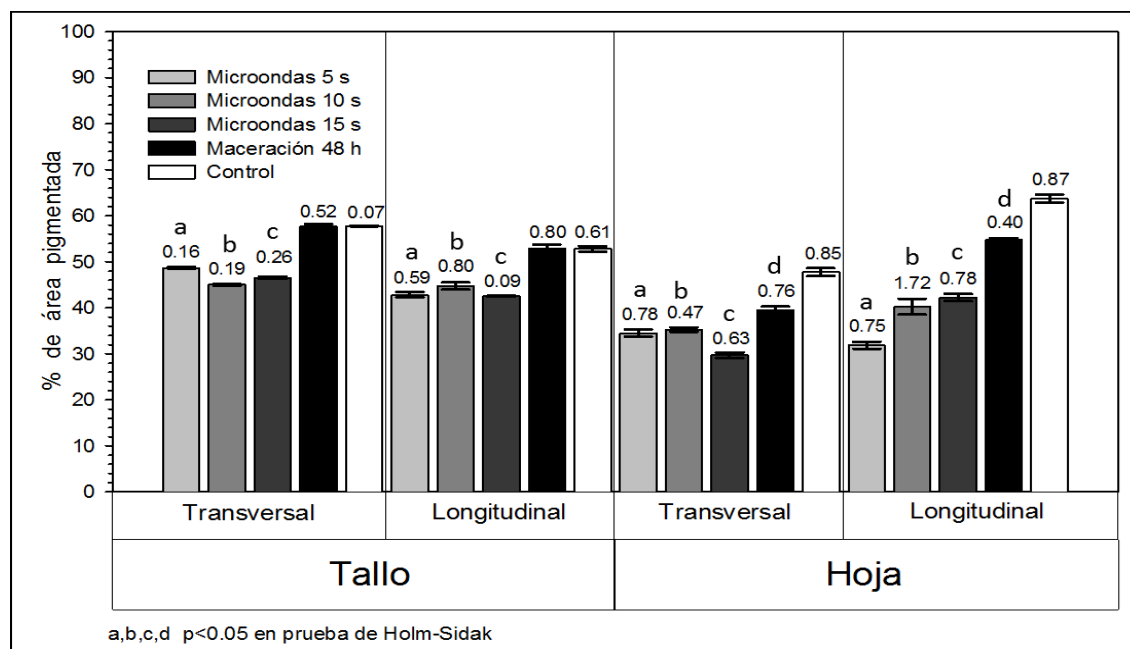


Figura 2. Porcentaje de área pigmentada de lípidos residuales obtenidos a diferentes tiempos de extracción por microondas y maceración del tallo y hoja de *A. angustifolia*. Promedio $\pm$ ES; n= 3. Las letras a, b, c, d, representan valores con diferencia significativa ($p < 0.05$) en prueba de Holm-Sidak.

Esto debido al tipo de tejido presente en la hoja de *A. angustifolia*, el cual es más lábil para realizar una extracción, al presentar una mejor extracción de lípidos, comparada con la obtenida por el tallo.

Una mayor eficiencia de extracción del tejido de las hojas probablemente estuvo asociada con la configuración de los tejidos de la membrana y pared celular en este órgano, considerando que según Corbin y col., en el 2015 mencionan que el tejido de las hojas secas está constituido de cantidades bajas en lignina (9–13% p / p) que el tallo, en plantas de agave.

Por otra parte, al comparar los cortes en la hoja, se observó que en el corte transversal se obtuvo menor porcentaje de lípidos residuales que el corte longitudinal. Resultados similares, son los encontrados por Gumeta en el 2009, en donde confirma que el tamaño de fragmento y tipo de corte empleado en el material vegetal, son

variables de respuesta en el proceso de extracción de celulosa. Esto debido a que el tipo de corte puede mejorar la penetración y difusión de los disolventes utilizados. Por lo tanto, los arreglos estructurales en los tejidos de agave tienen un papel importante en el proceso de extracción.

Por otra parte, al realizar un análisis del método de extracción utilizado, se encontró que la EAM en cada uno de los tipos de corte, tanto en tallo como en hoja, los lípidos residuales se encontraron en menor porcentaje que en el método de maceración. En la Figura 3, se muestran imágenes de tallo y hoja; con corte transversal y longitudinal, aplicando el método de maceración y de la EAM, en rojo se observan los lípidos residuales. En dichas imágenes se puede observar en forma macroscópica, mayor porcentaje de lípidos residuales en los controles, que en las imágenes correspondiente a la EAM en 15s.

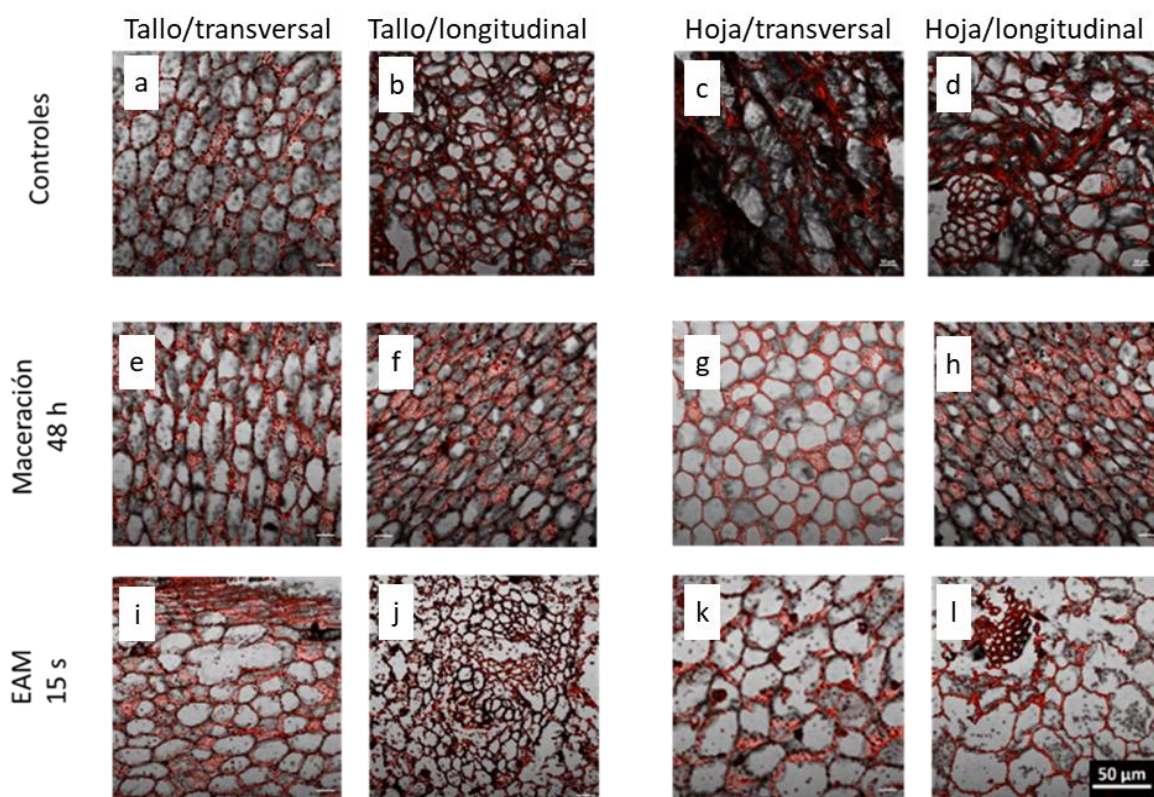


Figura 3. Micrografías de CLSM de tallo y hojas de *A. angustifolia*. EAM: Extracción asistida por microondas en 15s (i, j, k, l); Maceración 48 h (e, f, g, h); Control: tejido vegetal sin aplicación de método de extracción (a, b, c, d).

Con los datos antes mencionados se puede concluir que la mejor combinación para la extracción de lípidos sería: utilizar la hoja, el corte transversal utilizando EAM. Por otra parte, se sabe que para una extracción de compuestos activos sea exitosa, va a depender de sus propiedades fisicoquímicas, como de las partes empleadas de las plantas y del tipo de matrices en los tejidos. También va a depender de la estructura en la que se acumule, la forma en la que se encuentre unida o libre, el contenido de humedad, además del tamaño de las partículas empleadas (Vinatoru y col., 2017).

Al comparar las matrices de los tejidos de la hoja y del tallo, del *A. angustifolia*, está documentado que los tejidos de tallo, en especial el tejido dérmico, está constituido de células epidérmicas muy compactadas, sin existir mucho espacio entre cada una; a diferencia del tejido de las hojas que son menos lignificadas (Sánchez, 2013).

Para comprender mejor el mecanismo de extracción asistida por microondas, es esencial estudiar los sitios de biosíntesis, transporte y acumulación de metabolitos secundarios en los tejidos vegetales, células u orgánulos. Algunos compuestos (por ejemplo, aceites esenciales) se encuentran en estructuras celulares especiales, ya sea en la superficie de la planta o en los tejidos vegetales. Por otro lado, la diferencia en obtener una extracción exitosa, se puede ver reflejado en forma positiva, si la célula que contiene el metabolito de interés, es más grande que las otras, o en forma negativa, si el tejido

vegetal tiene un revestimiento cuticular grueso (Zhang y col., 2011).

Por otra parte, en este trabajo, el tamaño del material vegetal empleada pudo haber influido en los resultados de la EAM, como lo menciona Belwal y col., en el 2018, el tamaño de partícula del material vegetal es de suma importancia para el rendimiento de EAM (ya que al disminuir el tamaño del material vegetal aumenta la cantidad extraída del compuesto de interés).

Conclusiones

Los resultados experimentales mostraron, que el rendimiento de lípidos se ve afectados por el método de extracción ocupado, el corte y el tipo de tejido en la muestra vegetal.

En nuestro estudio, se encontró que la EAM de lípidos de la hoja, en un corte transversal, de *A. angustifolia*, en un tiempo de extracción de 15 s, mostraron ser las mejores condiciones para obtener el mayor rendimiento de lípidos. Además, la EAM es un mejor método de extracción de lípidos de *A. angustifolia*, que el método de maceración.

Referencias

- Azwanida, N. N. (2015). A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. *Med Aromat Plants*, 4(196), 2167-0412.
- Bayguinov, P. O., Oakley, D. M., Shih, C. C., Geanon, D. J., Joens, M. S., &

- Fitzpatrick, J. A. (2018). Modern laser scanning confocal microscopy. *Current protocols in cytometry*, 85(1), e39.
- Belwal, T.; Ezzat, S.M.; Rastrelli, L.; Bhatt, I.D.; Daglia, M.; Baldi, A.; Anandharamakrishnan, C. (2018). A critical analysis of extraction techniques used for botanicals: Trends, priorities, industrial uses and optimization strategies. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 100, 82-102.
- Corbin, K. R., Byrt, C. S., Bauer, S., DeBolt, S., Chambers, D., Holtum, J. A., & Bacic, A. (2015). Prospecting for energy-rich renewable raw materials: Agave leaf case study. *PLoS One*, 10(8), e0135382.
- Dai Y., Chen K., Chen C. (2014) Study of the microwave lipid extraction from microalgae for biodiesel production. *Chem. Eng. J.* 250: 267–273.
- De Oliveira Prudente, D., Paiva, R., Domiciano, D., de Souza, L. B., Carpentier, S., Swennen, R., & Panis, B. (2019). The cryoprotectant PVS2 plays a crucial role in germinating *Passiflora ligularis* embryos after cryopreservation by influencing the mobilization of lipids and the antioxidant metabolism. *Journal of plant physiology*, 239, 71-82.
- Duncombe, S. G., Barnes, W. J., & Anderson, C. T. (2020). Imaging the delivery and behavior of cellulose synthases in *Arabidopsis thaliana* using confocal microscopy. In *Methods in Cell Biology*. Academic Press Inc.
- Ferrer, A., Altabella, T., Arró, M., & Boronat, A. (2017). Emerging roles for conjugated sterols in plants. *Progress in lipid research*, 67, 27-37.
- Gumeta Chávez, Carolina. (2009). Estudio del secado convectivo y de la extracción de celulosa a través del proceso organosolv a partir de *Agave atrovirens* Karw (Doctorado en Ciencias en Alimentos). Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México
- Hernández-Valle, E.; Herrera-Ruiz, M.; Salgado, G.; Zamilpa, A.; Ocampo, M.; Jiménez-Aparicio, A.R.; Jiménez-Ferrer, E. (2014). Anti-inflammatory effect of 3-O-[(6'-O-palmitoyl)- β -D-glucopyranosyl sitosterol] from *Agave angustifolia* on ear edema in mice. *Molecules*, 19(10), 15624-15637.
- Kayathi, A., Chakrabarti, P. P., Rocha, L. B., Cardozo-Filho, L., & Jegatheesan, V. (2020). Selective Extraction of Polar Lipids of Mango kernel using Supercritical Carbon dioxide (SC-CO₂) Extraction: Process Optimization of Extract Yield/Phosphorous content and Economic Evaluation. *Chemosphere*, 127639.
- López-Salazar, H., Camacho-Díaz, B. H., Ávila-Reyes, S. V., Pérez-García, M. D., González-Cortazar, M., Arenas Ocampo, M. L., & Jiménez-Aparicio, A. R. (2019). Identification and quantification of β -Sitosterol β -d-Glucoside of an ethanolic extract obtained by microwave-assisted extraction from *Agave angustifolia* Haw. *Molecules*, 24(21), 3926.
- Nadiminti, P. P., Rookes, J. E., Boyd, B. J., & Cahill, D. M. (2015). Confocal laser scanning microscopy elucidation of the micromorphology of the leaf cuticle and analysis of its chemical composition. *Protoplasma*, 252(6), 1475-1486.

- Sánchez Galindo, L. M. (2013). "Estudio de la morfo-Estructura de dos variedades Mexicanas de Agave (*Agave angustifolia* Haw y *Agave tequilana* Weber) caracterizadas mediante Microscopía óptica, Tratamiento digital de imágenes y conceptos de dimensión fractal" (Bachelor's thesis, Universidad de la Sabana).
- Trusheva, B., Trunkova, D., & Bankova, V. (2007). Different extraction methods of biologically active components from propolis: a preliminary study. *Chemistry Central Journal*, 1(1), 13.
- Vinatoru, M., Mason, T. J., & Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 97, 159-178.
- Xu, C., & Shanklin, J. (2016). Triacylglycerol metabolism, function, and accumulation in plant vegetative tissues. *Annual Review of Plant Biology*, 67, 179-206.
- Zhang, H. F., Yang, X. H., & Wang, Y. (2011). Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: Current status and future directions. *Trends in Food Science & Technology*, 22(12), 672-688.
- Zhou, X., Jin, W., Tu, R., Guo, Q., Han, S. F., Chen, C., & Wang, Q. (2019). Optimization of microwave assisted lipid extraction from microalga *Scenedesmus obliquus* grown on municipal wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 221, 502-508.

CARACTERÍSTICAS VEGETATIVAS Y DE FRUTOS DE TRES TIPOS DE CHILES DE OAXACA PRODUCIDOS EN INVERNADERO

Sanjuan Martínez, Jair¹

¹Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: jsanjuanm1600@alumno.ipn.mx

Resumen

En la actualidad la producción de diferentes chiles nativos de Oaxaca se realiza a campo abierto, de manera tradicional y con un manejo poco tecnificado. Para poder proporcionar alternativas para la producción de estas especies en este trabajo se analizó el desarrollo de las plantas y frutos de chile de agua, huacle negro y pasilla oaxaqueño producido bajo cubierta y sistema hidropónico. Para ello, se establecieron 20 plantas de cada cultivo en macetas de 20 L rellenas de vermiculita distribuidas completamente al azar dentro de un invernadero. Mediante un sistema de riego localizado se suministró la solución nutritiva Steiner al 100%. Durante su desarrollo, quincenalmente, se registraron: altura de planta, grosor de tallo, número de botones florales, flores y frutos. A frutos verdes y maduros se les determinaron su peso fresco, largo, ancho, grosor de pericarpio y sólidos solubles totales. El chile pasilla tuvo la mayor altura (99 cm), grosor de tallo (1.62 cm) y número de frutos (24) por planta en comparación con los otros dos tipos. El chile huacle presentó el mayor número de botones florales (226) y flores (46). Además, en frutos maduros mostró el mayor ancho de frutos (4.5 cm) y sólidos solubles totales (16). Por último, en frutos maduros el chile de agua sobresalió en peso fresco (28.3 g), largo de fruto (10.5 cm) y grosor de pericarpio (3.0 mm). La producción de los tres chiles bajo invernadero y sistema hidropónico es una alternativa viable.

Palabras clave: *Capsicum annuum*, fenología, hidroponía, nativo.

Abstract

Currently the production of different chili peppers native to Oaxaca is carried out in the open field using traditional methods and very little technical management. In this research, in order to provide alternatives for the production of these species, the development of plants and

fruits of chile de agua, black huacle and pasilla oaxaqueño produced under cover using a hydroponic system is described. In the study, 20 plants of each crop were established in 20 L pots filled with vermiculite and distributed completely randomly inside a greenhouse. A 100% Steiner nutrient solution was dosed through a localized irrigation system. During their development plant height, stem thickness, and the number of flower buds, flowers and fruits were recorded fortnightly. The fresh weight of green and ripe fruits, their length and diameter, the thickness of the pericarp and the total soluble solids were measured. The pasilla chili plant had the greatest height (99 cm), stem thickness (1.62 cm) and number of fruits (24) per plant, compared to the other two types. The huacle chili presented the largest number of flower buds (226) and flowers (46). In addition, the huacle showed the largest diameter of ripe fruits (4.5 cm) and the most total soluble solids (16). Finally, in ripe fruits the chile de agua stood out in fresh weight (28.3 g), fruit length (10.5 cm) and pericarp thickness (3.0 mm). The production of these three chili peppers in a greenhouse under a hydroponic system is a viable alternative.

Key words: *Capsicum annuum*, phenology, hydroponics, native.

Introducción

En México, la mayoría de los chiles pertenecen a la especie *Capsicum annuum* L., su consumo es principalmente en fresco, como el jalapeño o serrano, o secos, como el pasilla o mirasol (Lira *et al.*, 2016). En Oaxaca se consumen (entre otras especies) el chile de agua, el chile huacle negro y el pasilla oaxaqueño o pasilla “mixe”, que son cultivados a campo abierto en las regiones de los Valles Centrales, la Cañada y la región mixe; y son utilizados en la preparación de diversos platillos como: chiles rellenos,

mole negro oaxaqueño y “Chintextle” (Aguilar *et al.*, 2010; García *et al.*, 2017; Cruz *et al.*, 2018).

A pesar de la demanda comercial de estas especies de chile, su cultivo se sigue dando, mayormente, de manera tradicional y con poco manejo tecnificado (Aguilar *et al.* 2010). Una manera de hacer más eficiente la producción es implementar estructuras de protección (como invernaderos, mallas sobre, etc.), sistemas hidropónicos y la aplicación de soluciones nutritivas (Cruz *et al.*, 2014; Ayala *et al.*, 2015; Tapia *et al.*, 2016). Estos nuevos

sistemas de producción permiten el establecimiento de ciclos de producción durante todo el año, el mejoramiento del manejo fitosanitario y la reducción en el tiempo de producción (Moreno *et al.*, 2011).

Aunado a todas las estrategias antes mencionadas, identificar el comportamiento de crecimiento de las plantas permite diseñar calendarios adecuados para la aplicación de fertilizantes de acuerdo con las necesidades específicas del cultivo (Valentín *et al.*, 2013); y la programación de actividades agronómicas como la polinización (Moreno *et al.*, 2011) y cosecha (Elizondo y Monge, 2017)

Una manera de evaluar si las condiciones para la producción de cierto cultivo son idóneas es monitoreando los cambios visibles que presentan las plantas durante su ciclo de vida (Moreno *et al.*, 2011), como la altura de planta (Narez *et al.*, 2014), número de flores, frutos (Amador *et al.*, 2014) y tiempo de maduración de los mismos (Bosland y Votava, 2012).

En la actualidad se cuenta con poca información sobre el comportamiento del chile de agua, huacle negro y pasilla

oaxaqueño cultivado bajo condiciones de invernadero y sistema hidropónico. Por ello, el objetivo de este trabajo fue describir el desarrollo de plantas y las características de frutos verdes y maduros, para generar información que permita tomar decisiones para mejorar su manejo agronómico.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en un invernadero, tipo túnel sin ventila cenital con cubierta de polietileno, dentro de las instalaciones del CIIDIR-Oaxaca, ubicado en Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca a 1530 m.s.n.m. Durante noviembre de 2017 a abril de 2018.

Para la siembra del almacigo se seleccionaron 200 semillas de cada tipo de chile, las cuales fueron previamente desinfectadas sumergiéndolas durante 10 minutos en una solución al 5% de hipoclorito de sodio (NaClO), posteriormente se realizaron cinco lavados con agua destilada. Se colocó una semilla por celda en charolas de poliestireno de 200 cavidades rellenas con peat-moss y agrolita (2:1). Estas se colocaron dentro de una bolsa de plástico negro hasta la germinación de las semillas.

Posteriormente, fueron retiradas de la bolsa y diariamente se les aplicó un riego ligero con una regadera manual de la solución nutritiva Steiner al 25%. Una vez que las plántulas presentaron de 3 a 5 hojas verdaderas, 20 plantas de cada chile fueron trasplantadas en contenedores de 20 L rellenos con agrolita® y colocadas a doble hilera con 0.4 m de separación entre bolsas dejando un 1.0 m de pasillo, asegurando una densidad de 3.5 plantas por m². Durante todo el experimento mediante un sistema de riego localizado (manguera Hydrogol® con goteros autocompensados con capacidad de 8 L/h y salida a cuatro estacas) fue distribuida la solución nutritiva Steiner al 100% aportando los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo (Steiner, 1984). Durante el desarrollo del cultivo mediante un data logger marca Elitech® modelo RC-51H colocado en la parte central del invernadero a un metro de altura se registró cada hora la temperatura y humedad relativa durante el día los cuales fluctuaron entre 7.7 a 44.2 °C y de 20 a 89 % (Figura 1).

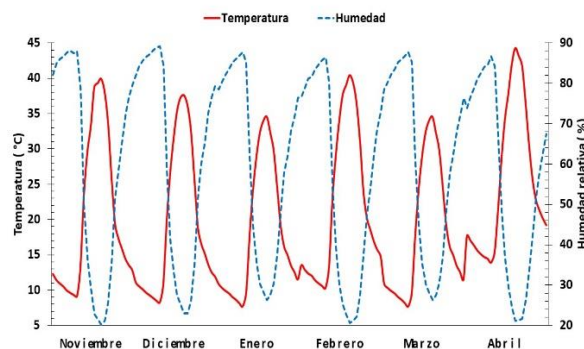


Figura 1. Valores promedio mensual de temperatura y humedad relativa registrados en el invernadero del CIIDIR-Oaxaca (2017-2018).

Cada 15 días después del trasplante (ddt), en 10 plantas sanas (por tipo de chile) se midió: altura de planta (cm) de la base del tallo hasta el punto más alto de la misma, grosor de tallo (cm) a los 5 cm de altura; así como, número de botones, flores y frutos.

Durante el desarrollo de las plantas se cosecharon 10 frutos verdes y maduros de cada especie de chile (Figura 2) a los cuales se les determinó: peso fresco (con una balanza con precisión 0.01g marca OHAUS® modelo Scout II), largo, ancho y grosor de pericarpio (con un vernier digital MITUTOYO modelo 500-196-30) y sólidos solubles totales (con un refractómetro marca ATAGO escala 0 a 30

°Brix).

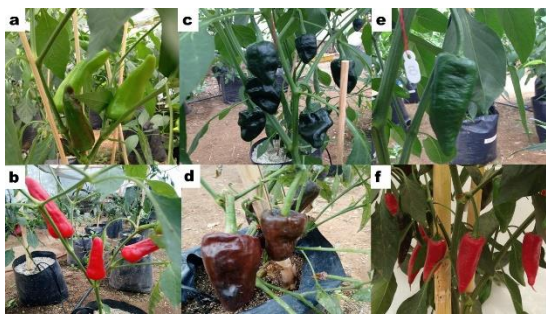


Figura 2. Frutos de chile de agua a) verde b) maduro, huacle c) verde d) maduro y pasilla e) verde f) maduro. (Fotografías del experimento)

Para la distribución de los tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar considerando una planta por maceta como unidad experimental. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un análisis de varianza y sometidos a comparación de medias Tukey ($\alpha \leq 0.05$) utilizando el programa SAS® versión 9.0. La regresión lineal se obtuvo con el programa *Microsoft Excel*.

Resultados y discusión

Altura de planta y grosor de tallo

La altura final de planta presentó diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$); sobresaliendo el chile pasilla con 98 ± 27 cm y chile huacle 95 ± 12 cm sobre los 67 ± 10 cm del chile de agua. El chile

huacle ($R^2 = 0.9581$) y pasilla ($R^2 = 0.9499$) presentaron un comportamiento lineal alcanzando su altura máxima a los 120 ddt. Por su parte, el crecimiento del chile de agua se ajustó más a una ecuación polinomial de orden 2 ($R^2 = 0.9253$; Figura 3). Esta variación puede ser el resultado de la expresión genética de los cultivos en respuesta a las condiciones climáticas (Vera *et al.*, 2016), ya que el chile huacle y pasilla se cultivan en dos regiones con características diferentes a la de los Valles Centrales de Oaxaca. Por su parte, los valores promedio para grosor de tallo fueron 1.36 ± 0.2 cm para chile de agua, 1.45 ± 0.2 cm para huacle y 1.62 ± 0.3 cm para pasilla; esta característica es de suma importancia ya que un mayor grosor de tallo permite soportar una mayor carga de la parte aérea de la planta, que incluye tallos, hojas y frutos.

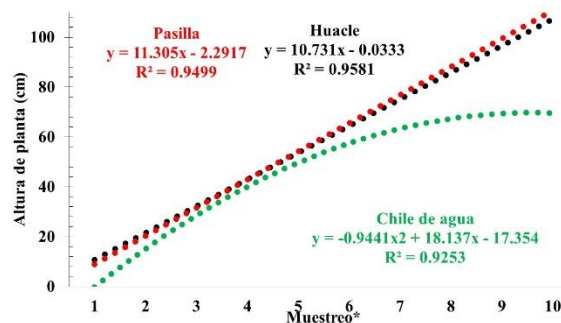


Figura 3. Crecimiento de chiles nativos de Oaxaca cultivados bajo invernadero y

sistema hidropónico. *muestreos realizados cada 15 días.

Número de botones, flores y frutos

A los 75 ddt, todos los cultivos mostraron el mayor número de botones presentando diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$). El chile huacle sobresalió con un promedio de 226 ± 55 botones por planta sobre los 141 ± 30 del chile pasilla y 133 ± 51 del chile de agua. Quince días después, presentaron su mayor número de flores teniendo en promedio 46 ± 29 para chile huacle, 44 ± 10 para pasilla y 25 ± 12 para chile de agua. Dicha reducción se puede atribuir a la exposición de temperaturas superiores a los 35°C (Figura 1) ocasionando la abscisión de dichos órganos (Kaur *et al.*, 2017) combinado con una deficiencia de nitrógeno y fosforo tal como lo reportaron Silva *et al.* (2017) para el cultivo de pimiento producido en hidroponía. Las plantas de chile de agua tuvieron en promedio 14 ± 3 frutos y presentaron la mayor cantidad a los 105 ddt, mientras que el chile huacle tuvo 17 ± 6 y el pasilla 24 ± 4 con la mayor cantidad a los 120 ddt. Los resultados anteriores indican que, mediante este sistema de producción con un mejor control de las condiciones ambientales, nutricionales y de

polinización se podría aumentar el amarre de frutos y por tanto el rendimiento.

Frutos

De manera general se observaron diferencias significativas ($\alpha \leq 0.05$) en las características de los frutos (Tabla 1). Se puede apreciar que los frutos verdes y maduros de chile de agua fueron más largos, pero menos ancho que el chile huacle; además, estos últimos presentaron el menor grosor de pericarpio. Esta diferencia puede deberse a la variación genética de cada cultivo ya que el genotipo influye mayormente en el diámetro y peso (Moreno *et al.*, 2011). Mientras que el factor nutrimental influye en la longitud del fruto (López *et al.*, 2017). Por su parte, Luitel y Kang (2013) mencionan que la acumulación de materia seca es un factor regulado genéticamente por la planta.

Durante el proceso de maduración, los frutos de chile de agua aumentaron su concentración de sólidos solubles totales en 5.3, huacle en 10.8 y pasilla en 3.0. Lo que indica que durante el proceso de maduración se presentan cambios físicos y químicos que podrían repercutir en la calidad final del producto si estos son cosechados en un estado inapropiado tal

como lo mencionan Palacio y Sánchez (2017) para pimiento morrón.

Las dimensiones encontradas en este estudio en frutos de chile de agua fueron superiores a las reportadas por Castellón *et al.* (2014) quienes reportaron un rango de

4.48 a 6.59 cm de largo al caracterizar distintas colectas del mismo cultivo. Por su parte, los frutos de chile huacle se encuentran en el rango reportado por Bosland y Votava (2012) quienes reportan un rango de 5.0 a 7.5 y 4.0 a 6.0 cm de largo y ancho respectivamente.

Tabla 1. Características de frutos verdes y maduros de tres chiles nativos de Oaxaca

	Frutos verdes					Frutos maduros				
	PF	L	A	GP	SST	PF	L	A	GP	SST
Cultivo	(g)	(cm)	(cm)	(mm)	(°Brix)	(g)	(cm)	(cm)	(mm)	(°Brix)
C. de agua	22.3 a	10.3 a	2.9 b	2.4 a	4.6 b	28.3 a	10.5 a	3.0 b	3.0 a	9.9 b
Huacle	20.7 a	6.3 b	3.7 a	1.9 b	5.2 ab	22.3 ab	6.3 b	4.5 a	1.5 c	16 a
Pasilla	19.8 a	7.4 b	2.8 b	2.3 a	6.0 a	17.5 b	7.3 b	2.8 b	2.5 b	9.0 b

Promedios con diferente letra en columnas muestran diferencias significativas (Tukey, 0.05). PF= peso fresco, L= largo, A= ancho, GP= grosor de pericarpio, SST= sólidos solubles totales.

Conclusión

Los resultados de la caracterización muestran que bajo un sistema de agricultura protegida se obtienen plantas con buena altura, grosor de tallo y un número elevado de botones. Sin embargo, se disminuye en más del 50% el número de flores y frutos respecto al número de botones. A pesar de ello, los frutos obtenidos presentan un tamaño similar a los reportado por otros autores.

Bibliografía

- Cevallos Ferriz, Sergio R. S.. (2011). Los chiles de México y su distribución. *Revista fitotecnica mexicana*, 34(1), 2-3. Recuperado en 17 de septiembre de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000100002&lng=es&tlng=es.
- Amador, M. D., Velásquez, R., Sánchez, B. I. & Acosta, E. (2014). Flowering and fruiting of mirasol pepper (*Capsicum*

- annuum* L.) with minimum tillage, conventional tillage or addition of oats to the soil. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(6), 1001-1013.
- Ayala-Tafoya, F., Sánchez-Madrid, R., Partida-Ruvalcaba, L., Yáñez-Juárez, M. G., Ruiz-Espinoza, F. H., Velázquez, T. J., Valenzuela-López, M. & Parra-Delgado, J. M. (2015). Bell pepper production under colored shade nets. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 93-99.
- Bosland, P. W. & Votava, E. J. (2012). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums (2nd ed). CABI, USA. 230p.
- Castellón-Martínez, E., Carrillo-Rodríguez, J.C., Chávez-Servia, J.L. & Vera-Guzmán, A.M. (2014). Phenotype variation of chile morphotypes (*Capsicum annum* L.) native to Oaxaca, Mexico. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 83,225-236.
- Cruz-Andrés, O.R., Pérez-Herrera, A., Martínez-Gutiérrez, G. A. & Morales, I. (2018). Macro tunnels coverings and their effect on the nutraceutical properties of “chile de agua”. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 41(4), 555-558.
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Bugarín-Montoya, R., Pineda-Pineda, J., Flores-Canales, R., Juárez-López, P. & Alejo-Santiago, G. (2014). Leaf nutrient concentration and plant growth of chili serrano in relation to nutrient solution and substrate. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(3), 289–295.
- Elizondo-Cabalceta, E. & Monge-Pérez, J. E. (2017). Quality and yield evaluation of 12 sweet pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes grown under greenhouse conditions in Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(2), 36-47.
- García-Gaytán, V., Gómez-Merino, F. C., Trejo-Téllez, L. I., Baca-Castillo, G. A. & García-Morales, S. (2017). The Chilhuacle chili (*Capicum annum* L.) in Mexico: Description of the variety, its cultivation, and uses. *International Journal of Agronomy*, 1-13.
- Kaur, S., Ghai, N. & Jindal, S.K. (2017). Improvement of growth characteristics and fruit set in bell pepper (*Capsicum annum* L.) Through IAA application. *Indian Journal of Plant Physiology*, 22(2), 213-220.
- Lira R., Casas A. & Blancas J.J. (eds) (2016). Chili peppers (*Capsicum* spp.). Ethnobotany of Mexico: Interactions of

people and plants in Mesoamerica. Springer, 417-437p.

López-Gómez, J.D., Villegas-Torres, O.G., Sotelo, H., Andrade, M., Juárez, P. & Martínez, E. (2017). Rendimiento y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) por efecto del régimen nutrimental. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1747-1758.

Luitel, B. P. & Kang, W. H. (2013). Assessment of fruit quality variation in doubled haploids of minipaprika (*Capsicum annuum* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54(3), 257-265.

Moreno, E. C., Mora, R., Sánchez, F. & García-Pérez, V. (2011). Phenology and yield of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrids grown hydroponically. *Revista Chapingo Serie horticultura*, 17(2), 5-18.

Moreno, A., Aguilar, J. & Luévano, A. (2011). Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 15(29), 763-774.

Narez-Jiménez, C. A., Cruz-Lázaro, E., Gómez-Vázquez, A., Márquez-Quiroz, C. & García-Alamilla, P. (2014). Collection and *in situ* morphological characterization

of peppers (*Capsicum* spp.) cultivated in Tabasco, México. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 20(3), 269-281.

Palacio, A. & Sánchez, E. (2017). Influence of the variety, rootstock and harvest time on the quality and maturity indices in bell pepper. *Nova scientia*, 9(19), 1-23.

Silva, A.S., Wamser, F., Nowaki, R.H., Cecilio, A.B. & Mendoza-Cortez, J.W. (2017). Symptoms of macronutrients deficiency in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Agrociencia Uruguay*, 21(2), 31-43.

Steiner, A. A. (1984). The universal solution. Proceedings of 6th International Congress on Soilless Culture. ISOSC. Lunteren, The Netherlands. 633-649 pp.

Tapia-Vargas, M., Larios-Guzmán, A., Díaz-Sánchez, D.D., Ramírez-Ojeda, G, Hernández-Pérez, A., Vidales-Fernández, I. & Guillén-Andrade, H. (2016). Producción hidropónica de chile habanero negro (*Capsicum Chinense* Jacq.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 39(3), 241-245.

Valentín-Miguel, M. C., Castro-Brindis, R., Rodríguez-Pérez, J.E. & Pérez-Grajales, M. (2013). Macronutrient extraction in pepper “chile de agua”

(*Capsicum annuum* L.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 19(48), 71-78.

Vera-Sánchez, K.S., Cadena-Iñiguez, J., Latournerie-Moreno, L., Santiaguillo-Hernández, J.F., Rodríguez-Contreras, A., Basurto-Pena, F.A., Castro-Lara, D.,

Rodríguez-Guzmán, E., López-López, P. & Ríos-Santos, E. (2016). Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, México. 132p.

USO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA PRODUCCIÓN DE GRANA COCHINILLA EN OAXACA.

Juárez López Claudia Roxana

¹ Instituto Politécnico Nacional – Programa de Doctorado en Ciencias, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (IPN-CIIDIR- Unidad OAX).

Hornos N° 1003, Col. Noche Buena, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.

Autor para correspondencia: cjuarezl2000@alumno.ipn.mx

Resumen

En los últimos años, alcanzar el desarrollo rural junto con la conservación de los recursos naturales es uno de los retos más importantes para cualquier nación de cara a la sostenibilidad, especialmente en México que cuentan con gran riqueza en recursos naturales, por lo que es necesario conocer las condiciones en que se desarrollan los procesos productivos y las repercusiones posibles en el medio ambiente como la degradación del suelo y cambio climático. El presente estudio tiene como objetivo analizar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y los impactos al ambiente a lo largo del ciclo productivo de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus Costa*) durante un año en el Museo de Grana cochinilla, ubicado en Santa Lucía del Camino, Oaxaca. La investigación tiene un enfoque descriptivo-cuantitativo. Se identificó el uso e impacto del agua, suelo, biodiversidad, gestión de residuos, energía y las emisiones de GEI asociadas al proceso del cultivo de la grana. Los resultados indican que el proceso productivo de la grana cochinilla fina funciona como una unidad ecológica en la agricultura sostenible.

Palabras clave: *Dactylopius coccus Costa*, medio ambiente, sostenibilidad, ecosistema, *Opuntia Ficus indica*.

Abstract:

In recent years, achieving rural development along with the conservation of natural resources is one of the most important challenges for any nation in terms of sustainability, especially in Mexico, which is rich in natural resources. Therefore, it is necessary to understand the conditions in which production processes take place and the possible repercussions on the environment, such as soil degradation and climate change. This study aims to analyze the use and exploitation of natural resources and the impacts on the environment throughout the productive cycle of the cochineal insect (*Dactylopius coccus Costa*) during a year in the Museum of Cochineal Grana, located in Santa Lucia del Camino, Oaxaca. The research was descriptive-quantitative. It identified the use and impact of water, soil, biodiversity, waste management, energy and GHG emissions associated with the process of cultivation of the cochineal. The results indicate that the production process of the fine cochineal works as an ecological unit in sustainable agriculture

Keywords: *Dactylopius coccus Costa*, *environment*, *sustainability*, *ecosystem*, *Opuntia Ficus indica*.

Introducción:

La grana cochinilla fina del nopal (*Dactylopius coccus Costa*), un auténtico legado cultural del México antiguo y como producto comercial, constituye el único insecto benéfico que impulsó la economía de la Nueva España en grandes proporciones (Arriola 2013; Sánchez 2006). Es a partir del conocimiento heredado de esta tradición que se funda el Museo Ecológico de Grana Cochinilla-Nocheztlicalli. Estos conocimientos tradicionales y su asimilación contribuyen a la conservación sostenible de la diversidad biológica del estado de Oaxaca.

La asimilación del conocimiento en los museos se logra cuando se consigue contextualizar la ciencia y la tecnología e integrarlas a la sociedad. Por ejemplo, el conocer como una comunidad en Oaxaca a través de su iniciativa (Museo Ecológico de la Grana Cochinilla-Nocheztlicalli), rescata una actividad desconocida y extinta de esta región del país para tener algo productivo. En este museo/espacio se explica y realiza el proceso para obtener colorante 100% natural (usado para cosméticos, colorantes en jarabes, teñido de telas, etc.) (Cabral y Maldonado, 2019).

La biodiversidad y la diversidad cultural se retroalimenta en cuanto a los bienes inmateriales que los ecosistemas nos ofrecen: valores estéticos y paisajísticos, recreación y ecoturismo, herencia cultural y relaciones sociales. (Palomino et al., 2014). Es entonces, que el ecosistema creado por el museo, el sistema de producción de grana cochinilla es una

unidad funcional ecológica en la agricultura sostenible para enfrentar los desafíos actuales ambientales como la degradación del suelo y el cambio climático. En este sentido se analizará el funcionamiento del ecosistema creado para la producción de la grana cochinilla.

El objetivo de este estudio es analizar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y los impactos al ambiente originados en el ciclo productivo de la grana cochinilla en el Museo Nocheztlicalli durante un año.

La producción del insecto de la grana cochinilla lo realizan en ambiente controlado debido a la existencia de especies de cochinillas silvestres, de enemigos naturales, temperaturas extremas, lluvias fuera de temporada, alta luminosidad y vientos fuertes; por tanto, se requieren ambientes acondicionados para controlar dichos factores (Aldama-Aguilera et al., 2005).

El ciclo productivo consiste en realizar diversas acciones: corte, lavado, secado de la penca, recolección del insecto, limpia, infestación del nopal, control de plagas y enfermedades, recolección, matado y secado del insecto, estas actividades se desarrollan cada 70 días, por lo que en un año hay 5 ciclos productivos.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en el Museo Ecológico de Grana Cochinilla (Nocheztlicalli) ubicado en Santa Lucía del Camino, Oaxaca, que se encuentra en 17°03'N y 96°42'O, y a una altitud de 1550

msnm. Con una superficie total de 2700 m², de los cuales 1500 m² corresponden al huerto de nopal, y en las áreas verdes han sembrado 54 árboles de diferentes especies. El clima es semiárido cálido, la temperatura promedio anual 20°C.

En esta investigación se cuantificó el uso del agua y energía utilizada anualmente. Se estimaron las emisiones al aire, agua, uso de suelo, para la producción de la grana cochinilla considerando los residuos y aguas residuales generados y la gestión que se hace de estos, durante un año. Así también se describe la flora del lugar (biodiversidad) que forman parte del ecosistema de lugar. Para la recolección de datos se realizaron cinco visitas de campo para obtener información de primera mano, durante el ciclo productivo (recolección-infestación) durante el 2019. Esta investigación es descriptiva con un enfoque cuantitativo, las variables de entrada es el agua y energía, y de salida emisiones al ambiente (agua, aire y suelo).

Para ello se cuantificó el agua usada durante el ciclo productivo para el lavado del nopal, y las emisiones (CO₂) asociadas al ciclo productivo, para el cálculo se emplearon factores de emisión de acuerdo a la metodología del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático).

Así también, como parte del ecosistema nopal-grana cochinilla se realizó un conteo de los árboles del museo y se identificaron por su nombre científico.

Análisis de los resultados

A partir de las actividades del ciclo de productivo de la grana, se estimaron las siguientes variables:

Agua

Para la producción de la grana cochinilla en el invernadero se requiere 40 litros/mensuales ya que el nopal que se infesta es lavado antes de ingresar al invernadero, para eliminar polvo, arañas, y aguates (espinas). Se utilizan 2 cubetas de 20 litros donde el nopal se sumerge, con un trapo se limpia. No se utiliza jabón. Esta agua es reutilizada para el riego de otras plantas y árboles. El Museo tiene un sistema de captación de agua de lluvia en sus techos, este sistema esta canalizados a un pozo de captación, durante la época de estiaje riegan con esa agua los nopales y las plantas de los jardines del lugar.

Uso de energía

Durante el proceso productivo de la grana no se requiere electricidad. Se utiliza en otras actividades ajenas a la producción como las administrativas, mantenimiento de las instalaciones y en las visitas guiadas.

Emisiones de aire

Se estimaron las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en toneladas de CO₂ para la energía y transporte usada en el proceso, utilizando factores de emisión reportada por la Comisión de Cambio Climático de Cataluña y IPCC.

Energía

Se utiliza biomasa para el matado de cochinilla, 5 min de combustión / kg de cochinilla. Al considerar una producción mensual de 25 kg de cochinilla x 5 min/kg = 125min/mes. Por los 12 meses se estima un tiempo de combustión de 1500 min/año. Se aplicará a la biomasa un factor de emisión de cero (t CO₂/TJ o t o Nm³).

Debido a que la utilización de la biomasa pura como combustible tiene unas emisiones consideradas neutras, en el sentido de que el CO₂ emitido en la combustión ha sido absorbido previamente de la atmósfera (Oficina Catalana de Cambio Climático 2020; Diario Oficial de las Comunidades Europeas 2007).

Transporte

Se considera el transporte de los proveedores (ida y vuelta de las tiendas comerciales) 5 proveedores a 10 km (distancia promedio) = 100km (ida y vuelta).^[1] La persona encargada de las compras se traslada en una camioneta pick up modelo 2011 con un rendimiento de gasolina de 0.102 L/km (Portal Automotriz 2010) * 100 km (distancia) esto es 10.2 L (aproximadamente se requiere ir 24 veces al año) x 24 ocasiones = 244.8 L de gasolina/año. El factor de emisión de la gasolina: 2.38 kg de CO₂/L, por lo tanto, se genera 0.582 ton CO₂/año.

Las emisiones de los trabajadores o del personal que utilizan transporte (automóvil propio o autobús de pasajeros), distancia promedio es 5km (10km ida y vuelta) de su hogar a la empresa. Se consideran en promedio 4 personas, las cuales: 2 se trasladan en camioneta, 1 persona utiliza automóvil y 1 persona utiliza como medio de transporte el autobús.

Un total (2 x4km/viaje) 8 km * 26 días * 12 meses = 2496 km

1 automóvil recorre 6 km * 15 días * 12 meses = 1080 km

1 autobús recorre 8 km * 20 días * 12 meses = 1920 km

Considerando los siguientes factores de emisión Gasolina 170.99 g CO₂/km para zona semiurbana;^[2] Diésel 198.71g CO₂/km para zonas semiurbana.

Gasolina 3,576 km * 170 g CO₂/km = 0.6079 ton CO₂/año.

Diésel 1920 km * 198.71 g CO₂/km = 0.3815 ton CO₂ /año.

Total, emisión CO₂ emita en transporte = 1.5720 ton CO₂/año. Los factores de emisión del transporte por tipo de combustible y los resultados de estas operaciones se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Emisiones estimadas en el Museo.

	Factor de emisión	de	Emisiones estimadas ton CO ₂ / año
Energía ¹	0 t CO ₂ /Tj		0
Transporte ² Gasolina	2.38 kg de CO ₂ /L		0.5826
Transporte ³ Gasolina	170g CO ₂ /km		0.6079
Transporte ³ Diésel	198g CO ₂ /km		0.3815
TOTAL			1.5720

1.- Factor de emisión para la biomasa pura (Diario Oficial de las Comunidades Europeas 2007).

2.- Factor de emisión por litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos. (Oficina Catalana de Cambio Climático 2011).

3.- Factor de emisiones en función del tipo de recorrido. (Oficina Catalana de Cambio Climático 2011).

El impacto al ambiente es debido a la generación de CO₂ por el uso de combustibles fósiles en el transporte (gasolina y diésel), los cuales durante su producción y uso emiten gases de efecto invernadero (GEI) causantes del calentamiento global; sin embargo, este impacto es mínimo, debido a que existen otros cultivos agrícolas donde los GEI se originan por el riego y uso de fertilizantes químicos, por ejemplo, el tomate que contribuye con la generación de 337.71 kg de CO₂e por tonelada de tomate a campo

abierto y 235 kg de CO₂e en una casa-sombra (Pratt y Ortega 2019).

Biodiversidad.

El nopal es una de las especies menos exigente en cuanto a suelos, se refiere, adaptándose incluso a los no aptos a la agricultura y ganadería. El Museo se ha preocupado por mantener el nopal hospedero de la grana *Opuntia ficus indica* como reserva ecológica, se tiene una superficie sembrada de 1500 m², nopales con una edad de 15 años y una altura de 3m con muy poca fruta (tuna). Encontrándose hasta 80 cladodios por mata. Esta característica de la plantación y su metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM) favorece la absorción de CO₂ (Inglese, 1994).

En la plantación del nopal, del lado oriente y poniente, se encuentra sembrados árboles frutales (aguacate, nísperos, guayabales, etc.) con una edad de 10 años, formando una barrera rompevientos y en las áreas verdes encontramos otra variedad de árboles (guajes, buganvilia, palmas, etc.), estos se cuantificaron e identificaron por su nombre común y científico (Tabla 2).

Tabla 2.- Relación de especies de árboles identificados en el museo.

Nombre común	Nombre científico	Número de árboles
Huajes/ Guajes	<i>Leucaena</i> <i>Leucocephala</i>	14
Granadas	<i>Punica granatum</i>	13
Nísperos	<i>Eriobotrya</i> <i>japonica</i>	8
Aguacatal	<i>Persea Americana</i>	6
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	1

Toronja criolla	<i>Citrus paradisi</i>	3
Buganvilia	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	3
Pino	<i>Araucaria heterophylla</i>	2
Limonar	<i>Citrus limonum</i>	1
Guayabal	<i>Psidium guajava</i>	1
Papaya	<i>Carica papaya</i>	1
Palma	<i>Washingtonia filifera</i>	1
Total		54

Además de los árboles se observó la presencia de plantas tintóreas y de ornato como: jiquilite (*Indigofera suffruticosa*), moras (*Morus alba*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), jarilla (*Larrea Cuneifolia*), etc.

Suelo

No se utilizan plaguicidas o pesticidas, ni fertilizantes químicos para el desarrollo del nopal, ni herbicidas para el control de la maleza. Se rotan los cultivos entre los surcos de nopales evitando con ello los monocultivos y la pérdida de propiedades del suelo. Una vez al año en los meses de julio-septiembre, se siembra entre los surcos de nopales: maíz, frijol, calabaza, tomate, cebolla, perejil, cilantro, epazote, flor de cempasúchil y cresta de gallo, para conservar el suelo.

Residuos

La producción de grana cochinilla tiene como residuos materia orgánica, la penca del nopal que está colgado en el invernadero de 3 a 6 meses, si está muy deshidratado o descompuesto se lleva al área de composta, si el nopal todavía esta lozano y fuerte se resiembra. Los “residuos” generados son 1000 pencas por

mes, el 30% se convierte en compost y el resto se siembra.

De acuerdo a Zamora et al., (2017) las prácticas agronómicas se relacionan con la capacidad de los suelos para almacenar carbono orgánico (CO). Entre las prácticas que favorecen la captura de carbono están: la labranza de conservación (LC), la cual permite rotar los cultivos e introducir varias especies para aumentar sus beneficios productivos y ambientales, el manejo de fertilización (MF) con residuos de origen animal y vegetal con alto contenido orgánico como los estiércoles y compostas, el manejo de residuos de cosecha (MRC) permite elevar la fertilidad del suelo y protegerlo contra la erosión hídrica y eólica. La rotación de cultivos (RC) con distintas necesidades nutrimentales, etc. Estas prácticas agrícolas han sido implementadas en el museo, poco a poco en los últimos 15 años.

Por lo cual, las prácticas de uso y el aprovechamiento de los recursos naturales que se realizan en el museo contribuyen a la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad, como menciona la investigación de Caballero-Islas (2019) en el que desarrolla una metodología para la evaluación de sostenibilidad de agroecosistemas de cultivos de maíz, en el que el sistema alternativo que utiliza el 50% insumos naturales y orgánicos (compost y microorganismos), conservación de suelos y rotación de cultivos, funciona mejor en términos de sostenibilidad.

Entonces el impacto al ambiente de la producción de grana cochinilla es favorable con estas prácticas de conservación de suelo y la diversidad de

especies de la vegetación del lugar, el ecosistema nopal – grana cochinilla funciona como una unidad ecológica en la agricultura sostenible pensada solo al consumo local (en este caso autoconsumo o educativo) sin presiones de mercado externos (Gliessman et al., 2007).

Residuos plásticos

Se genera 300g de plásticos al año derivado de la utilización de hilo de rafia del proceso de infestación y guantes de látex o plásticos, utilizados en la producción de la grana cochinilla.

Conclusiones

Se observó que las emisiones de GEI se originan por el transporte de materias primas y del personal encargado de la producción, debido al uso de combustibles fósiles, sin embargo, las acciones de conservación del suelo, uso del agua y preservación de la biodiversidad son sustentables. Por lo que, se puede considerar que el proceso productivo del cultivo de la grana cochinilla funciona como una unidad ecológica de agricultura sostenible.

Se recomienda realizar un estudio puntual sobre los beneficios ambientales que la vegetación del museo brinda relacionada con la absorción de CO₂ procedente de la atmósfera (con el mejoramiento de la calidad del aire) y como sumidero de carbono, cuantificando el potencial de captura de carbono en su totalidad.

Agradecimientos a Catalina Yolanda López Márquez por su tiempo, conocimientos e incansable labor en la preservación e investigación de la grana cochinilla, y al Museo Ecológico de Grana Cochinilla y Nopal- Nocheztlicalli.

Referencias

- Aldama–Aguilera, C., Llanderal–Cázares, C., Soto–Hernández, M., y Castillo–Márquez, L. (2005). Producción de grana–cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) en plantas de nopal a la intemperie y en microtúneles. *Agrociencia*, 39, 161–171.
- Arriola, L. A. (2013). El cultivo de la grana en el sur de México, 1752-1856. *Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia*, 35, 253-270.
- Calleros-Islas, A. 2019. Sustainability assessment. An adaptive low-input tool applied to the management of agroecosystems in México. *Ecological indicators*, 105, 386-397. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.12.040>
- Cabral, R. y Maldonado, J. (2019). Museos de ciencias en México: Educación y concientización cultural science museums in Mexico: Education and cultural awareness. *Naturaleza y Tecnología*, 6(1). Recuperado el 20 de mayo 2020, www.naturalezaytecnologia.com/index.php/nyt/article/view/343
- Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2007). Decisión 2007/589/CE de la Comisión del 18 de julio de 2007, por la que se establecen directrices para el seguimiento y la notificación de emisiones de gases de efecto invernadero de conformidad con la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 229, 33-34. Recuperado el 23 de agosto <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/be1622ed-5d41-4988-83a8-679513485fe1/language-es>
- Gliessman, S., Rosado-May, F., Guadarrama-Zugasti, C., Jedlicka, J., Mendez, V., Cohen, R., Trujillo, L., y Bacon, C. (2007). Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16 (1), 13-23. Recuperado el 18 agosto del 2020 de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/134>.
- Inglese, P., Israel, A.A., y Nobel, P.S. (1994). Growth and CO₂ uptake for cladodes and fruit of the Crassulacean acid metabolism species *Opuntia ficus-indica* during fruit development. *Physiologia Plantarum* 91, 708–714, <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1994.tb03009.x>
- Palomino Leiva, M. L., Victoria Arce, C. A., Vinasco Guzmán, M. C., Montenegro Gómez, S. P., Forero Ausique, V. F., Valderrama López, C. F., y Barrera Berdugo, S. E. (2019). Capítulo 14. Los servicios ecosistémicos culturales. Libros Universidad Nacional Abierta y a Distancia, 235 - 250. <https://doi.org/10.22490/9789586516358.14>
- Oficina Catalana de Cambio Climático (2020). Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) Versió 2020. Recuperado el 5 de septiembre 2020, de https://canviclimatic.gencat.cat/web/contenut/04_ACTUA/Com_calcular_emissions_GEH/guia_de_calcul_demissions_de_co2/200301_Guia-practica-calcul-emissions_CA.pdf
- Portal Automotriz (2010). La camioneta F-150 tiene el menor consumo en su
- Oficina Catalana de Cambio Climático (2011). Guía práctica para el cálculo de

emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Recuperado el 17 de agosto del 2020, de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=MCRST234ZI97531&iid=97531>

Pratt, L., y Ortega, J. (2019). Agricultura protegida en México elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado. *Banco Interamericano de Desarrollo. Sector*

de Instituciones para el Desarrollo División de Conectividad, Mercados y Finanzas, 1668. Recuperado el 2 de septiembre 2020, de: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agricultura_protegida_en_M%C3%A9xico_Elaboraci%C3%B3n_de_la_metodolog%C3%ADa_para_el_primer_bono_verde_agr%C3%ADcola_certificado_es.pdf

EL COMERCIO JUSTO, UNA ALTERNATIVA PARA LA ELABORACIÓN Y VENTA DE ARTESANÍAS. EL CASO DE SANTA MARÍA ATZOMPA, OAXACA, MÉXICO.

Ramírez Vargas, Sara Rocío*, Gómez Hernández, Laura Lourdes
Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca.

*Correo del autor para correspondencia: sararmzvargas@gmail.com

Resumen

El presente artículo, muestra estrategias de Comercio Justo que fueron puestas en marcha en la aplicación de un proyecto de tipo cualitativo, en tres Talleres Artesanales Familiares, en Santa María Atzompa, municipio del estado de Oaxaca. Mediante Investigación Acción Participativa, se obtuvo información por medio de entrevistas semiestructuradas, diálogos con informantes clave y observación participante. La investigación se realizó de febrero de 2019 a mayo de 2020. De acuerdo con principios de Comercio Justo como: respeto por el medio ambiente, pago justo y prácticas de comercio justas, se mejoró el proceso de elaboración y venta de artesanías de barro. Las principales estrategias fueron; construcción de tecnología apropiada, diversificar el proceso de elaboración de alfarería e identificar puntos de venta. En la propuesta y puesta en marcha de las estrategias se tuvo presente una premisa básica “que el artesano reciba el beneficio de manera directa”. Lo anterior permitió reducir el uso de energía durante el proceso de elaboración. Además, incrementó los ingresos del artesano al colocar al menos 46 piezas de artesanías en los puntos de venta propuestos. Se constató que el Comercio Justo es adoptado como una alternativa para entender la dinámica de trabajo de los talleres artesanales de Santa María Atzompa. Algunos de los principios se fortalecen de manera local, cuando se toma en cuenta la participación de los Maestros Artesanos en la elaboración e implementación de estrategias, con ello, mejora la solidaridad, la autogestión y el autoempleo, valores que están presentes en los tres talleres familiares.

Palabras clave: Artesanías de barro, Principios de CJ, Intercambio.

Abstract

This article shows fair trade strategies that were implemented in the application of a qualitative project, in three Family Craft Workshops, in Santa María Atzompa, Oaxaca.

Through Participatory Action Research, information was obtained through semi-structured interviews, dialogues with key informants, and participant observation. The research was carried out from February 2019 to May 2020. In accordance with Fair Trade principles such as: respect for the environment, fair payment and fair trade practices, the process of making and selling clay crafts was improved. The main strategies were; construction of appropriate technology, diversify the pottery-making process, and identify points of sale. In the proposal and implementation of the strategies, a basic premise was considered "that the artisan receives the benefit directly". This allowed reducing the use of energy during the manufacturing process. In addition, it increased the income of the artisan by placing at least 46 pieces of crafts in the proposed points of sale. It was found that Fair Trade is adopted as an alternative to understand the work dynamics of the artisan workshops of Santa María Atzompa. Some of the principles are strengthened locally, when the participation of the Master Craftsmen in the elaboration and implementation of strategies is considered, thereby improving solidarity, self-management and self-employment, values that are present in the three family workshops.

Key words: Clay crafts, CJ Principles, Exchange

Introducción

La actividad de alfarería en Oaxaca y en específico en Santa María Atzompa, es peculiar, cada pieza utilitaria o de ornato, muestra la esencia del artesano, algunas características como el uso del esmalte verde en piezas predominantes como el jarro tradicional, son muestra de su identidad y cultura.

De acuerdo con comentarios de algunos artesanos de Santa María Atzompa, la presencia de la actividad alfarera data desde antes de la llegada de los españoles. El hecho de que esta actividad se mantenga

en la actualidad, donde la tecnología está en un momento crucial de desarrollo y los sistemas económicos se colapsan por la pandemia del Covid-19. Cobra importancia analizar los procesos de economía local, principalmente por que la actividad en sí misma, demuestra su arraigo e importancia.

Revisión bibliográfica

El mercado globalizante, donde la desigualdad en la distribución de los recursos es uno de los rasgos negativos de la economía dominante, es decir, “el

proceso de acumulación y distribución de la riqueza conlleva fuerzas de divergencia que resultan en niveles altos de desigualdad” (Santos, 2011; Piketty, 2014). Los procesos de desigualdad se manifiestan en el poder económico global, las grandes potencias invierten en tecnología y producen en masa imitaciones de artesanías que son colocadas en el mercado a precios accesibles. Lo que deja en desventaja a los artesanos que elaboran alfarería utilitaria y de ornato.

En el 2017, México exportó cerca de 29 millones de dólares en vajilla de cerámica, siendo su principal comprador Estados Unidos e importó cerca de 41 millones de dólares de China (OEC, 2017), lo que nos indica que existe un déficit comercial en este sector. México destaca por la elaboración de artesanías, aún con procesos tradicionales y ancestrales (GIAMA, 2009), sin embargo, el trabajo de artesanos mexicanos que elaboran alfarería y cerámica no ha podido ser reconocido en el ámbito internacional, a comparación de la cerámica mayólica italiana (V&A, 2019), la neerlandesa de Delft (Hollaneld, 2019), la alfarería raku japonesa, la porcelana china y la alfarería precolombina (Needleman, 2018).

Algunas investigaciones hacen énfasis a diversas problemáticas inherentes a la actividad alfarera, como: daños a la salud; debido a la exposición a partículas de arcilla (Voliotis et al, 2014) y de plomo (FONART, 2010) esta última se presenta durante el esmaltado con greta verde y es absorbida por los alimentos al cocinar (Dorevitch y Babin, 2001), además, de ser fuente de contaminación de agua y suelo (NIP, 1998); el uso de hornos tradicionales que emite gases altamente dañinos para el ambiente como el CO₂ y partículas de plomo (GIAMA, 2009). También, se han realizado diversos estudios para conocer el desempeño empresarial de la actividad artesanal.

El presente proyecto es de tipo cualitativo, sustenta su investigación-acción en los principios de Comercio Justo (en adelante CJ), diez principios que se han utilizado a nivel internacional para impulsar el comercio de algunos sectores en desventaja, como son los agricultores. Dentro de sus premisas, está la consideración de las personas y del medio ambiente como ejes medulares del comercio.

El Comercio Justo como alternativa solidaria

En el contexto del mercado convencional, donde la oferta y la demanda son las premisas básicas, la pobreza y la privación limitan las opciones de trabajo de las personas, las fuerzas del mercado tienden a marginalizarlas y excluirlas aún más. “Esto las hace vulnerables a la explotación, ya sea como agricultores, artesanos en unidades de producción familiar o como trabajadores contratados por grandes empresas” (WFTO, 2009).

En la búsqueda de alternativas que permitan realizar el intercambio de bienes y servicios de una manera diferente, se propone al CJ como una alternativa al comercio internacional tradicional (Andrade, 2008). Para Coscione y Mulder (2017), el CJ es un modelo comercial en el que tienen prioridad las personas y la sostenibilidad social, económica y ambiental, en vez de la maximización de las ganancias.

En el contexto del CJ, el presente trabajo retomó tres de sus principios, uno de cada eje; respeto por el medio ambiente, un pago justo y prácticas de comercio justo.

“El Comercio Justo es una relación de intercambio comercial, basada en el diálogo, la transparencia y el respeto, que busca una mayor equidad en el comercio internacional” (WFTO, 2009).

Una experiencia de éxito sobre CJ, es la construida por parte de los pequeños productores de la Unión de Comunidades Indígenas de la Región del Istmo (UCIRI) de Oaxaca en conjunto con la organización no gubernamental holandesa Solidaridad. En ella existen 62 organizaciones de pequeños productores en los que se han certificado productos como café, miel, agave, frutas y verduras (Coscione y Mulder, 2017). Dentro de ellas se encuentra la Cooperativa “Unión de la Selva”, en Chiapas, México, con 1250 familias campesinas, distribuidas en 42 comunidades, que producen café orgánico (Marozzi, 2003).

Los diez principios del Comercio Justo

El CJ, se realiza apegado a diez principios (Tabla 1), se basan en la experiencia práctica y compartida, además de la diversidad de relaciones de las Organizaciones de CJ (WFTO, 2009).

Tabla 2. *Clasificación de los principios del Comercio Justo*

Los diez principios del Comercio Justo	
Eje de derechos	No al trabajo infantil ni al trabajo forzoso.
	Compromiso de no discriminación, igualdad de género, potestad económica de las mujeres y libertad de asociación.
	Respeto por el medio ambiente.
Eje económico social	Creación de oportunidades para productores en desventaja económica.
	Un pago justo
	Condiciones de trabajo dignas
Eje de prácticas comerciales	Desarrollo de capacidades
	Transparencia y responsabilidad
	Prácticas de comercio justas
	Promoción del comercio justo

Aunque estos principios se han relacionado en mayor medida al comercio internacional, se manifiestan por un impulso local. El respeto por el medio ambiente promueve la aplicación de mejores prácticas de producción. El pago justo hace énfasis a promover pago igual por trabajo igual, no hay diferencia entre el trabajo de hombres y mujeres, además de cubrir los costos de producción, hace énfasis en lograr una producción

socialmente. Las prácticas de CJ, permiten valorar el trabajo de los productores, contribuyen a la gestación y crecimiento de relaciones de comercio basados en la confianza, solidaridad y respeto mutuo (CECJ, 2008)

Importancia de estudio

Considerando el contexto de crisis por diversas causas, incluida la presencia de la pandemia por Covid-19. Es de vital importancia realizar proyectos de investigación-acción, que permitan fortalecer la cadena productiva de elaboración y venta de artesanías, lo cual, permitirá a los artesanos impulsar estrategias de posición en el mercado. Que deriven de una problemática específica y que por consecuencia la solución sea concreta. En ese sentido, el objetivo del presente artículo es mostrar estrategias de CJ que fueron puestas en marcha en la aplicación de un proyecto de tipo cualitativo, en tres Talleres Artesanales Familiares (en adelante TAF1, TAF2 Y TAF3), en Santa María Atzompa, municipio del estado de Oaxaca.

Mediante realización de un diagnóstico participativo, se identificó que además de estar inmersos en las problemáticas ya descritas, por otros autores, los talleres

objeto de estudio, presentan dificultades específicas como; la presencia de intermediarios (“regatones”), y disminución de ingresos. Estas situaciones se identifican particularmente en la elaboración de artesanías en crudo, puesto que son vendidas a otros artesanos para terminar el proceso de producción. Las piezas son vendidas a un precio bajo a los intermediarios, sin embargo, para ellos, es difícil vender en otros espacios.

Metodología

La metodología utilizada fue la Investigación Acción Participativa, mediante el metodo bola de nieve (Sampieri, 2014), se obtuvo la participación de tres Talleres Artesanales Familiares.

La primer fase fue la integración del diagnóstico participativo, posteriormente se elaboraron estrategias que se compararon con tres principios de CJ; con relación al principio respeto por el medio ambiente, se adecuó mediante tecnología propia y adecuada a las condiciones culturales, ambientales y económicas del taller, además de elaboración de un plan de marketing para vajillas sin esmalte; pago justo: asistencias a 3 ferias artesanales, en diferentes puntos del estado de Oaxaca;

prácticas de CJ, el rescate de una tienda artesanal ubicada cerca del Conjunto Monumental de la comunidad. Las estrategias realizaron de acuerdo a las necesidades de cada taller.

Los instrumentos metodológicos que se utilizaron en el diseño y la recopilación de la información fueron la observación participante, entrevistas semiestructuradas, análisis de información documental, bitácoras de campo y diálogos semiestructurados (Gelfius, 2002).

Resultados

Los resultados se clasificaron en tres problemáticas específicas, una corresponde al proceso de elaboración y dos al proceso de venta:

a) Daños ocasionados al medio ambiente: en el caso del TAF1 y TAF2, durante la quema de sus artesanías se necesitan cerca de 2,728.8 Kcal, energía que no es aprovechada en su totalidad debido a que son hornos a cielo abierto que pierden la energía producida por la leña emitiendo gases contaminantes como dióxido de carbono.

b) Precio mínimo: el precio de venta que se asigna a las piezas, son bajos (Tabla 2),

aun cuando se recupera el costo de inversión, no retoma el valor de la artesanía. El TAF1 y TAF2 determinan su precio de acuerdo con los precios que se manejan en el mercado. Algo particular es que el precio del TAF3 se asigna cuando la pieza está terminada, en ellos se toma en cuenta el tamaño y diseño de la artesanía, este tipo de piezas tienen escasa competencia por ser ornamentales.

Tabla 3 Precio de artesanías utilitarias

TAF1		TAF2	
Pieza	Precio	Pieza	Precio
Cazuela 1 kg de arroz	\$45.00	Cazuela 1/2 kg de arroz	\$35.00
Cazuela 1/2 kg de arroz	\$35.00	Cazuela 1 kg de arroz	\$60.00
Cazuela 1/4 de arroz	\$25.00	Olla 1/2 kg de frijol	\$40.00
Cazuela chica	\$15.00	Olla 1 kg de frijol	\$100.00
Ollas	\$35.00	Chilmolera chica	\$20.00
Jarros	\$45.00	Chilmolera mediana	\$30.00
Platos	\$12.00	Chilmolera grande	\$70.00
Tazas	\$12.00		
Tazones	\$18.00		

Elaboración e implementación de alternativas de solución.

Las problemáticas identificadas, se atendieron mediante cuatro estrategias, fundamentado en los Principios de CJ, mismas que se describen a continuación:

Tabla 4 Alternativas de Comercio Justo

Principios del Comercio Justo	Estrategias	Alternativas de solución para los Talleres Artesanales Familiares
Respeto por el medio ambiente	Proponer tecnología propia, adecuada a las necesidades culturales, ambientales y económicas de los Talleres Familiares.	Construcción de un horno tradicional
	Diversificar el proceso de elaboración de alfarería	Elaboración de plan de marketing "vajillas bruñidas"
Prácticas de Comercio Justas	Identificar un punto de venta que permita mostrar de manera continua las artesanías	Rescate de una tienda artesanal
Pago justo	Búsqueda de espacios que permitan; reducir la presencia de intermediarios, mejorar el precio de venta, que el artesano reciba el beneficio de manera directa.	Participación en 3 ferias de artesanías en diferentes puntos del estado de Oaxaca.

Estas alternativas de solución que se apegan a los principios de CJ, se clasificaron en alternativas que disminuyan la emisión de contaminantes y contaminantes y asignar un mayor valor económico a las artesanías.

Construcción de un horno tradicional

El TAF2 es proveedor de platos artesanales bruñidos en crudo para otro taller, por ello, se recomendó y construyó con recursos de los artesanos un horno tradicional exclusivo para piezas naturales. Lo anterior permitirá terminar el proceso de elaboración de las artesanías y a corto plazo incrementar los ingresos por venta en un 50%.

Cuando se venden piezas en crudo, el alfarero pierde sus diseños, así como la capacidad de ejercer su antiguo oficio en toda su amplitud, engendra especialidades y difiere de la cooperación comunitaria (Marx, 2013). En este sentido, los artesanos mantendrán la seguridad de sus diseños y de ofrecer a sus clientes una pieza terminada.

Elaboración de plan de marketing “vajillas bruñidas”

Como menciona Sánchez (2010) “los negocios de artesanías de barro que

realizan innovaciones en el producto presentan mejor comportamiento ambiental”. Esto los conduce a elaborar productos ecológicos, al reducir los niveles de contaminación en el proceso y también al exponerse menos a las actividades de producción de contaminantes. Por ello se elaboró un plan de mercadotecnia en el que se propone la promoción de “vajillas naturales”, incluye platos, tazas y vasos elaborados con la técnica de bruñido. Con ello se busca minimizar, en el TAF1 el uso de esmaltes con plomo; el tiempo de exposición de los artesanos al dióxido de carbono (CO₂) y a las altas temperaturas que emite el horno artesanal.

Rescate de una tienda artesanal

Para obtener el ingreso de la venta final de las piezas de los Talleres artesanales se optó por reactivar la tienda artesanal “Manos Mágicas”. Uno de los argumentos principales es su posición estratégica, se ubica en las cercanías del Conjunto Monumental de Santa María Atzompa debido a que la mayoría de los clientes potenciales son turistas nacionales y extranjeros. En ella participa de manera activa el TAF1 y TAF3. La realización de este proyecto, además de considerar la

colaboración e involucramiento de los actores, permitió tejer lazos de asociatividad, siendo una manifestación de la cooperación que construye relaciones con un objetivo en común y que busca la supervivencia y sostenibilidad en el mercado (Dávila, 2017).

Participación en ferias

Se participó en ferias artesanales en el contexto de la “Feria del Globo” y “Feria de los Alebrijes” en San Antonio Arrazola, además de la cuarta feria del mezcal “Solo Uno” en Santa Catarina Minas. Por parte del TAF1 se vendieron artesanías en barro natural, platos y tazas. Del TAF2 se vendieron cazuelas para sopa, recuerdos, tasas, chilmoleras, salseras y servilleteros y el TAF3 expuso piezas de decoración pintadas con pintura acrílica. Se obtuvo un ingreso adicional debido a que se vendieron 46 piezas a un mejor precio a comparación de los precios ofrecidos en la comunidad.

Las artesanías fueron vendidas a personas del norte del país, de la Ciudad de México y de diversas localidades del estado de Oaxaca. Los clientes de otras entidades no regatearon en el precio a comparación de los clientes locales. También se hizo notar el interés en los productos por parte de

turistas extranjeros. Lo cual, permitió confirmar que personas extranjeras, valoran económicamente en mayor medida a las artesanías. De manera local se considera que es relevante la adquisición de artesanías, sin embargo, una parte de la población no cuenta con la disponibilidad de recursos para que la valoración de la artesanía se refleje en el precio como menciona Hernández (2007).

Conclusión

Se constató que el Comercio Justo es adoptado como una alternativa para entender la dinámica de trabajo de los talleres artesanales de Santa María Atzompa. Algunos de los principios se fortalecen de manera local, cuando se toma en cuenta la participación de los Maestros Artesanos en la elaboración e implementación de estrategias, con ello, mejora la solidaridad, la autogestión y el autoempleo, valores que están presentes en los tres talleres familiares.

Los principios del CJ están basados en productores de alimentos cuya forma de trabajo difiere de la artesanal, por ello no se pueden aplicar en su totalidad.

Para fortalecer el proceso de intercambio, en este caso, es necesario mejorar la forma

de producción ofreciendo productos que no dañen la salud de los compradores, sin embargo, debido a los bajos ingresos de los artesanos por venta, aplicar tecnologías de punta como el uso de hornos industriales o esmaltes de alta temperatura resulta complicado, por ello, es necesario buscar estrategias que se puedan llevar a cabo con los conocimientos, habilidad y materias primas de la región.

Bibliografía

Andrade, F. (2008). *Comercio justo o economía solidaria*. AFESE 49, 103-118.

<https://base.socioeco.org/docs/562-1101-1-sm.pdf>

Coscione, M., y Mulder, N. (2017). *El aporte del Comercio Justo al Desarrollo Sostenible*. CEPAL y CLAC.

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/42404-aporte-comercio-justo-al-desarrollo-sostenible>.

CECJ. (2008). *El ABC del Comercio Justo. A: El Comercio Justo como herramienta de colaboración al desarrollo*. CECJ, y Emaús. <http://comerciojusto.org/publicacion/el-abc-del->

[comerciojusto/](http://comerciojusto.org/publicacion/el-abc-del-comerciojusto/)(En línea el 01/10/2015).

Dávila, R. (2017). *La asociatividad solidaria, la convivencia pacífica y el manejo sostenible del territorio*. Conferencia de “El poder de la asociatividad solidaria en el desarrollo sostenible para la convivencia pacífica, el territorio y la comunidad”. Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.javeriana.edu.co/documents/16113/4523165/Programa+Completo+Asociatividad.pdf/6f463197-a278-4ec9-88b4-acf50bfaf4b3>

Dorevitch S., y Babin. A. (2001). Health hazards of ceramics artists. *Occupational Medicine*, 16(4):563-575.

https://www.researchgate.net/publication/11780089_Health_hazards_of_ceramic_artistsdsd. (254).

FONART. (2010). *Uso del plomo en la alfarería en México*. Informe 2010. FONART y Blacksmith Institute. <http://alfareria.org/sites/default/f>

- iles/images/InformePbAlfareria2010.pdf
- GIAMA. (2009). Introducción en Cornejo Rodríguez, F. J (Ed.). *Artesanías y Medio Ambiente*. Grupo Impulsor de Artesanías y Medio Ambiente.
https://www.researchgate.net/profile/Citlalli_Lopez2/publication/330211437_Artesanias_y_Medio_Ambiente/links/5c3402cd458515a4c715210a/Artesanias-y-Medio-Ambiente.pdf
- Geilfus, F. (2002). *80 herramientas para el desarrollo participativo*. IICA.
- Hernández, J. D. L. P., Yescas, M., & Domínguez, M. (2007). Factores de éxito en los negocios de artesanía en México. *Estudios gerenciales*, 23(104), 77-99.
- Hollaneld. (2019). *La cerámica azul de Delft*. Hollaneld. Tu guía oficial para visitar Holanda. Consultado el 27 de agosto de 2019.
<https://www.holland.com/es/turista/descubre-holanda/tradicionales/la-ceramica-azul-de-delft.htm>
- INEGI. (2017). Cuenta Satélite de la Cultura de México 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Reporte No. 281/18)
http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/StmaCntaNal/CSCltura2018_11.pdf
- Marozzi, M. (2003). Comercio Justo como alternativa en los mercados globalizados. *Economía y Sociedad*, 8 (21), 93-113.
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/economia/article/view/1157>
- Martínez, J. (2011). El Comercio Justo como alternativa global: un recorrido a través de cuatro ondas. *El Comercio Justo en España*, 106-113. <http://comerciojusto.org/wp-content/uploads/2012/09/Informe-completo-2011.pdf>
- Marx, K. (2013). Capítulo XII. División del trabajo y manufactura. *El Capital*, tomo I. (Vol. 1). e-artnow (Original publicado en 1867).
- NIP, (1998). *Emissions Estimation Technique Manual*. National

- Pollutnat Inventory. Enviroment. Australia.
<https://trove.nla.gov.au/work/32901938?q&versionId=40219406>
- Needleman, D. (2018). *Artesanas de Oaxaca: el barro como forma de vida*. The New York Times.
<https://www.nytimes.com/es/2018/10/31/oaxaca-mujeres-ceramica/>
- OECD. (2017). Ceramic Tableware. Observatory of Economic Complexity. Consultado el 14 de agosto del 2019.
<https://atlas.media.mit.edu/es/profile/hs92/6912/>
- Piketty, T. (2014). *Capital en el vigésimo primer siglo* (Goldhammer A.). Éditions du; Harvard University Press
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* (págs. 468-507). México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Sánchez, P. S., Domínguez, M. L., & Hernández, J. D. L. P. (2010). Género y comportamiento ambiental de los negocios de artesanías de barro. *Gestión y política pública*, 19(1), 79-110.
- Santos, B. S. (2011). *Producir para vivir. Los caminos de la producción no capitalista*. (Rosales, E. y Morales, M., Trads.). Civilização Brasileira; Fondo de Cultura Económica.
- Voliotis, A., Bezantakos, S., Giamarelou, M., Kumar, P., y Biskos G. (2014). Nanoparticle emissions from traditional pottery manufacturing. *Environmental Science Processes & Impacts*, 16, 1489-1494.
<https://doi.org/10.1039/C3EM00709J>
- V&A (2019). *A-Z of Ceramics*. Victoria and Albert Museum. Consultado el 14 de agosto del 2019.
<https://www.vam.ac.uk/articles/a-z-of-ceramics>
- WFTO. (2009). *Carta de los Principios del Comercio Justo*. Obtenido de [https://wfto.com/sites/default/files/Charter-of-Fair-Trade-Principles-Final%20\(SP\).PDF](https://wfto.com/sites/default/files/Charter-of-Fair-Trade-Principles-Final%20(SP).PDF)

ESTRATEGIAS CAMPESINAS Y DESARROLLO RURAL SUSTENTABLE DE LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS A LA RESERVA DE LA BIOSFERA LOS PETENES, CAMPECHE, MÉXICO

Juárez-Luis, Gricelda ^{1&}, Pat-Fernández, Juan Manuel ¹

¹ El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Unidad Campeche. Av. Rancho Polígono 2-A, Ciudad Industrial, Lerma Campeche, Campeche. C.P. 24500.

[&] Autor de correspondencia: grice_0511@hotmail.com

Resumen

Las economías campesinas representan un pilar potencial para el desarrollo rural sustentable. El medio rural contribuye de forma significativa a la oferta exportable, la generación de empleo, la producción de alimentos claves para la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales. En la actualidad, la diversificación productiva campesina es estratégica para lograr el desarrollo rural, pues representa una oportunidad para transformar los problemas de pobreza, vulnerabilidad e inseguridad alimentaria en una solución para el aprovisionamiento local de alimentos básicos e incremento en el ingreso de las comunidades campesinas. En Campeche, las unidades campesinas desarrollan diversas actividades campesinas que les permiten su reproducción social y económica. Las características propias de las unidades campesinas, como sus sistemas de producción, conocimientos y condiciones locales las convierten en una unidad interesante de análisis. Con base en el marco Modos de Vida Sustentable, esta investigación en proceso busca analizar las estrategias campesinas de las comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes y su influencia en el desarrollo rural sustentable. A partir de una muestra preliminar de 17 unidades familiares se identifican las estrategias campesinas de la comunidad de Hecelchakán, Campeche.

Palabras clave: economía campesina, unidades campesinas, sistemas de producción local.

Abstract

The peasant economies represent a potential pillar for sustainable rural development. The rural environment contributes significantly to the exportable supply, employment generation, production of foods for food security and the conservation of natural resources. Today,

peasant productive diversification is strategic to achieve the rural sustainable development, since it represents an opportunity to transform the problems of poverty, vulnerability and food insecurity into a solution for the local supply of basic foods and an increase in the income of peasant communities. In Campeche, the peasant units develop strategies that allow their social and economic reproduction. The characteristics of the peasant units such as their production systems, knowledges and local conditions make them an interesting unit for analysis. Based on the Sustainable Livelihoods framework, this research in process seeks to analyze the peasant strategies of the communities near the Los Petenes Biosphere Reserve and their influence on the sustainable rural development. Based on a preliminary sample of 17 family units, the peasant strategies of the Hecelchakán community, Campeche, are identified.

Key words: peasant economy, peasant units, local production systems.

Introducción

México vive en circunstancias de pobreza y desigualdad generada por un modelo de desarrollo que ha polarizado y ha dividido a la sociedad. Una de las expresiones y manifestaciones de esta situación es la descomposición y el rezago económico, social y tecnológico que enfrentan los diversos sectores productivos del sureste del país y que limitan el bienestar de la población.

El sureste mexicano es una región prioritaria para la conservación debido tanto a su diversidad biológica y cultural, como a la problemática ambiental y social que presenta.

En el caso concreto del estado de Campeche, la población rural enfrenta problemas de pobreza, desempleo, marginación, desnutrición e inciden en problemas ambientales de contaminación y deterioro de los recursos naturales que impactan en los sistemas de producción y en los ingresos de las familias campesinas (J. M. Pat-Fernández, 2012). Sin embargo, las economías campesinas también representan un pilar potencial para el desarrollo rural sustentable, pues el medio rural contribuye de forma significativa a la oferta exportable, la generación de empleo, la producción de alimentos claves para la seguridad alimentaria y la conservación de los recursos naturales.

En la actualidad, la diversificación productiva campesina es estratégica para lograr el desarrollo rural sustentable, pues representa una oportunidad para transformar los problemas de pobreza, vulnerabilidad e inseguridad alimentaria en una solución para el aprovisionamiento local de alimentos básicos e incremento en el ingreso de las comunidades campesinas. El análisis crítico de los discursos sobre las sociedades campesinas y sus sistemas de producción cobra importancia no sólo por el papel que cumplen en la producción de alimentos, sino también en las interacciones entre el componente humano y los recursos naturales inherentes a las sociedades rurales (Mora-Delgado, 2008). Las estrategias campesinas están más orientadas a lograr el desarrollo del hogar y no propiamente el de un negocio y funcionan con base en la organización de diferentes rubros interactivos en el marco de un predio, algunos de ellos orientados al intercambio externo, y otros, al autoconsumo (Mora-Delgado, 2008), puesto que la unidad campesina es simultáneamente una unidad de producción y de consumo (Mora-Delgado, 2008).

El trabajo del campesino, como cualquier proceso productivo, está soportado en un

conjunto de ideas, conocimientos, valores, definiciones y creencias que interactúan con una estructura productiva específica (Argueta, Corona, & Hersch, 2011; Vergara-Buitrago, 2018).

La presente investigación en proceso considera como zona de estudio el área de la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México. Aledaña a esta reserva, se localizan diversas comunidades mayas, cuyas unidades campesinas poseen un complejo productivo y practican diversos sistemas de producción pecuario, traspatio, apícola y artesanal que constituyen estrategias familiares para asegurar su supervivencia y reproducción social, aunque sin duda alguna el sistema de producción agrícola es el más relevante. Algunas investigaciones concluyen que, dadas las amenazas externas que se ciernen sobre su entorno social y natural, las comunidades campesinas propenden a adoptar modos de vida o modelos de desarrollo puramente económicos ajenos a sus tradiciones o costumbres (Vergara-Buitrago, 2018). En la zona de estudio, las transformaciones que han afectado la vida rural en los últimos años han llevado a la adaptación de las estrategias familiares de sobrevivencia y de organización económica y social en el campo.

El escenario de lo rural experimenta transformaciones continuas efecto de múltiples determinantes de carácter económico, social y ambiental. Las unidades campesinas se obligan a ser resilientes adaptando constantemente sus estrategias productivas para lograr su supervivencia. Sin embargo, un número importante de unidades campesinas se siguen caracterizando por desarrollar estrategias de subsistencia, utilizan recursos productivos muy limitados y siguen utilizando métodos y técnicas tradicionales de producción. La preservación de los saberes y estrategias campesinas significan asegurar su transmisión intergeneracional dentro de las comunidades, así como la protección de los conocimientos a los cambios socioeconómicos y culturales (Vergara-Buitrago, 2018).

Esta investigación en proceso busca primeramente diagnosticar cuáles son las estrategias campesinas implementadas en las comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche. Concretamente, se estudiarán las unidades campesinas de los ejidos pertenecientes al Municipio de Hecelchakán, Campeche. También se busca analizar cómo y en qué medida las estrategias campesinas

influyen en el desarrollo rural sustentable de la zona de estudio. La investigación incluye identificar y analizar cuáles son los activos físicos, sociales, financieros, humanos y naturales que permiten el desarrollo de las estrategias campesinas para la supervivencia y reproducción social de las unidades campesinas. Esta investigación utiliza como marco conceptual y analítico los Modos de Vida Sustentables (MVS) (Department for International Development, 1999). Esta investigación busca también contribuir a la implantación y fortalecimiento de los MVS como un marco teórico-conceptual que permita analizar el desarrollo rural sustentable de las economías campesinas.

Marco teórico-conceptual

Existen diversas definiciones de modos de vida; basada en el trabajo de Chambers & Conway (1992), (Carney, 1998) define un modo de vida como el conjunto de los activos (incluyendo los recursos sociales y materiales) y las actividades requeridos para ganarse la vida, así como sus posibilidades de realización. Un modo de vida es sustentable cuando puede hacer frente y recuperarse del estrés y shocks manteniendo o fortaleciendo sus capacidades y activos sin deteriorar su

base de sus recursos naturales (L. A. Pat-Fernández et al., 2012).

MVS identifica cinco elementos constitutivos de los modos de vida sustentables: a) los activos o capitales (natural, humano, social, físico y financiero), b) el contexto de vulnerabilidad, c) las estrategias, d) las políticas, instituciones y procesos y e) los resultados (Department for International Development, 1999). MVS proporciona los elementos para entender la complejidad de los procesos, las múltiples interacciones de los factores que impactan los medios de vida, así como, entender los sistemas en el contexto de vulnerabilidad para crear la estrategia que cumpla con los objetivos de eliminar o reducir la pobreza, y en el caso de esta investigación, lograr el desarrollo rural sustentable. En este sentido, el desarrollo rural sustentable se asume como alternativa para las poblaciones rurales indígenas de México, sobre todo aquellas que aún se resisten a convertirse en enclaves del modelo de desarrollo neoliberal consumista, depredador, excluyente e injusto (López-Ricalde, López-Hernández, & González-Gaudiano, 2004). El desarrollo rural sustentable se orienta a la búsqueda de procesos de equilibrio dinámico entre los

ámbitos espacial, productivo, comunitario y familiar, encaminándolos hacia la autosuficiencia, la integración de actividades y la equidad social, con miras a una mejor calidad de vida (López-Ricalde et al., 2004).

MVS identifica cinco tipos de activos o capitales que las familias, en este caso las unidades campesinas poseen (Carney, 1998; L. A. Pat-Fernández et al., 2012).

- Capital Natural: Se refiere a las reservas de recursos naturales utilizados por las familias para mantener su modo de sustentación mediante el uso agropecuario, la pesca, la caza y la recolección.
- Capital Humano: Son los conocimientos y las habilidades adquiridas en el tiempo y espacio que el individuo usa para desarrollar cierta actividad. Incluyen educación, habilidades laborales y condiciones de salud de las personas.
- Capital Social: Incluye los conceptos de confianza, normas de reciprocidad y redes de participación civil.
- Capital Físico: Son las reservas de recursos materiales producto de la acción humana que puede usarse

como flujo de ingresos futuros. Incluyen edificios, canales de irrigación, máquinas y herramientas.

- **Capital Financiero:** Es la liquidez de que disponen las personas ya sea mediante ahorros, préstamos o la conversión de otras formas de capital en recursos monetarios en efectivo.

Así pues, MVS considera que las unidades campesinas operan en un contexto de vulnerabilidad, donde tienen acceso a ciertos activos o factores de reducción de la pobreza. Estos adquieren su significado y valor a través del entorno social, institucional y organizacional prevaiente. Este entorno también influye en las estrategias de modos de vida (formas de combinar y usar activos) que las personas eligen y desarrollan para buscar resultados de modos de vida beneficiosos y cumplir con sus propios objetivos. El enfoque establece un vínculo conceptual entre lo que sucede dentro de las unidades campesinas y el nivel meso y macro, alentando al análisis de cómo la vida de las familias se ve afectada por los procesos institucionales y las políticas (DFID, 1999; Soussan et al., 2000). Así MVS se centran en el bienestar de las

personas que habitan zonas rurales, en los retos que enfrentan para su sobrevivencia y en su calidad de vida (Galván, Fermán, & Espejel, 2016), por lo que se justifica su aplicabilidad en el estudio de la influencia de las estrategias campesinas en el desarrollo rural sustentable.

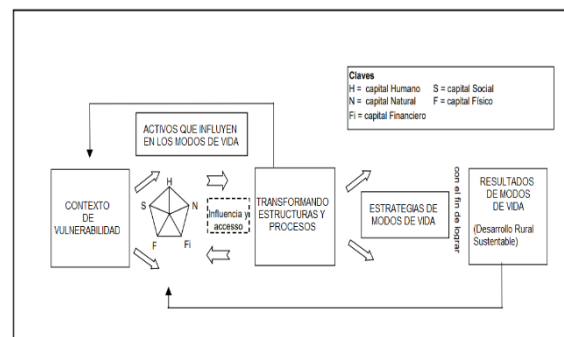


Figura 1. Marco de los modos de vida sustentable (Adaptado de DFID, 1999).

Metodología

La presente investigación en proceso se desarrolla en las comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, México. La zona de Los Petenes fue declarada área natural protegida con carácter de Reserva de la Biósfera El 24 de mayo de 1999. Esta reserva se localiza en los municipios de Calkiní, Hecelchakán, Tenabo y Campeche, así como en la zona marina del Golfo de México que incluye la zona costera de esos municipios. La Reserva de la Biosfera es considerada como un área biogeográfica única en nuestro país, albergando importantes

ecosistemas como son los *petenes*, hábitats complejos de islas de vegetación variada. Aunque se pretende diagnosticar las estrategias campesinas de las comunidades de Calkiní, Dzibalché, Nunkiní, Santa Cruz Pueblo, Concepción, Pucnachén, Santa María, Santa Cruz Ex Hacienda, San Nicolás y Tankuché, en este documento se presentan sólo los resultados preliminares de las estrategias campesinas identificadas en 17 unidades campesinas de la comunidad de Hecelchakán, municipio del mismo nombre.



Figura 2. Ubicación de la zona de estudio (resultados preliminares).

La investigación en proceso busca seguir una metodología cualitativa-cuantitativa para procurar la obtención de información más integral.

En el marco de la investigación cualitativa se emplea el diseño de investigación etnográfico para el estudio de la

diversificación estratégica campesina. Se eligió el diseño etnográfico porque este permitirá describir y analizar ideas, creencias, significados, conocimientos, prácticas y los subsistemas socioeconómico y cultural de un sistema social (rituales, símbolos, funciones sociales, redes, entre otros) (Salgado-Levano, 2007). La investigación etnográfica en este estudio permitirá reflexionar sobre las estrategias campesinas que posee cada comunidad, su estructura, reglas que regulan su operación, creencias comparten, patrones de conducta, relaciones sociales, condiciones de vida, costumbres, mitos y ritos, entre otros (Creswell, 2005; Hernández, Fernández, & Baptista, 2006). Para el análisis de los datos obtenidos se propone un enfoque de análisis en progreso basado en tres momentos: descubrimiento, codificación y relativización (Taylor & Bogdan, 1990), los cuales están dirigidos a buscar una comprensión en profundidad de las estrategias campesinas de la comunidades. Considerando que este proyecto propone el uso de varias herramientas para la investigación cualitativa (entrevistas, observación directa y talleres comunitarios participativos), para reducir los sesgos y

fallas metodológicas inherentes a cada herramienta se propone la triangulación como método para visualizar el fenómeno de estudio desde diferentes ángulos y de esta manera aumentar la validez y consistencia de los hallazgos. La triangulación permitirá tener una perspectiva más amplia en cuanto a la interpretación del fenómeno de estudio, señalando su complejidad, enriqueciendo el estudio y brindando la oportunidad de que se realicen nuevos planteamientos (Okuda-Benavides & Gómez-Restrepo, 2005). Se propone utilizar específicamente la triangulación de datos que consiste en la verificación y comparación de la información obtenida en diferentes momentos mediante las diferentes herramientas (Patton, 2002). Para el estudio de las estrategias campesinas y su efecto en la supervivencia, seguridad alimentaria y desarrollo rural sustentable se triangulará la información recolectada de los distintos informantes clave con la obtenida en los talleres participativos y la observación directa para producir un balance en la información, necesario para poder conseguir una perspectiva más amplia del fenómeno de estudio.

Como parte de la metodología cuantitativa, para estudiar la relación entre

las estrategias campesinas y el desarrollo rural sustentable se empleará el método de encuesta para la recolección de datos. Se operacionalizarán las variables de estudio y se utilizarán escalas Likert y tipo Likert para medir las variables incluidas en el modelo. El cuestionario empleado se desarrollará a través de un proceso de revisión de tres pasos. En el primer paso, previa revisión exhaustiva de la literatura se identificarán las escalas existentes para medir las variables y se diseñará y aplicará un cuestionario semiestructurado a un número limitado de unidades campesinas para identificar las variables de estudio. Los resultados del primer paso servirán para obtener retroalimentación basada en la experiencia y conocimiento del sector y para mejorar la claridad de los ítems, utilizar la terminología adecuada y evitar la omisión de ítems utilizados para medir las variables. En el segundo paso se aplicará un cuestionario estructurado piloto a unidades campesinas elegidas al azar para probar la validez y confiabilidad de las escalas. En el tercer y último paso, el instrumento de encuesta final se diseñará sobre los resultados del paso anterior y será aplicado a la muestra final. El cuestionario se aplicará, cara a cara, a los dueños y/o encargados de las unidades

campesina para una mayor precisión de la información obtenida. Se pretende que el método de muestreo sea probabilístico para que las unidades campesinas tengan una probabilidad similar de ser incluidas en la muestra. La validez de contenido de los ítems de medición se asegurará mediante una extensa revisión de la literatura y con la aplicación de los cuestionarios previos al aplicado en la muestra final. La validez convergente se evaluará con un análisis factorial confirmatorio con rotación varimax, normalización de Kaiser. Para cada una de las variables, la validez discriminante se evaluará comprobando que, en un intervalo de confianza del 95%, la correlación entre cada par de elementos no contenga el valor 1. La confiabilidad será probada a través del alfa de Cronbach y el coeficiente de confiabilidad compuesto. El análisis factorial y el alfa de Cronbach se calcularán utilizando el paquete estadístico para ciencias sociales SPSS. Se desarrollarán análisis de regresión lineal para explorar y cuantificar la relación entre las variables consideradas en el modelo de investigación propuesto.

Resultados

Como resultados preliminares se identifican las estrategias campesinas de 17 unidades familiares de la comunidad de Hecelchakán, municipio del mismo nombre. Las estrategias campesinas serán analizadas a profundidad para determinar su influencia en el desarrollo rural sustentable de la comunidad. Cabe mencionar que se entrevistó cara a cara a los campesinos jefes de familia para procurar la mayor veracidad en la información.

Como características sociodemográficas relevantes se encontró que, del total de entrevistados, el 35.29% tiene la primera inconclusa, aunque el 11.76% son profesionistas. El 76.47% habla maya, aunque no como su única lengua, pero este resultado indica la preservación cultural de la lengua.

Las estrategias campesinas que se identificaron en las 17 unidades campesinas hasta ahora estudiadas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Estrategias campesinas identificadas.

Estrategia campesina	Frecuencia	%
Agricultura mecanizada	16	94.12
Milpa (maíz criollo)	17	100.00
Huerto familiar	17	100.00

Producción de frutas	15	88.24
Producción de hortalizas	17	100.00
Ganadería	10	58.82

Estas estrategias campesinas permiten la supervivencia y reproducción social de las unidades campesinas. Sin embargo, se espera la identificación de otras estrategias campesinas de importancia económica, social, ambiental y cultural en el área de estudio. Se espera también identificar los activos humanos, naturales, financieros, físicos y sociales que permiten a las unidades campesinas implementar sus estrategias de supervivencia y reproducción social y, analizar cualitativa y cuantitativamente la influencia de estas estrategias campesinas en el desarrollo rural sustentable de la zona de estudio.

Como resultados esperados se contempla la identificación y análisis de las estrategias campesinas de las comunidades de Calkiní, Dzibalché, Nunkiní, Santa Cruz Pueblo, Concepción, Pucnachén, Santa María, Santa Cruz Ex Hacienda, San Nicolás y Tankuché del estado de Campeche.

Conclusiones

Dada la importancia ecológica de la zona de estudio, así como las necesidades

económicas y sociales de las comunidades, esta investigación en proceso permitirá identificar las estrategias campesinas con mayor relevancia económica, social, ambiental y cultural en el contexto de estudio y su influencia en el desarrollo rural sustentable.

La investigación aportará información relevante sobre la distribución poblacional, el capital natural, social, humano, físico y financiero, y la diversificación y complejidad de las estrategias campesinas. Permitirá también conocer el impacto de las estrategias campesinas en el desarrollo rural sustentable de esta importante área biogeográfica del país. En el aspecto teórico, el proyecto permitirá dar a conocer los fundamentos y principios conceptuales para explicar la persistencia de los sistemas de producción campesinos en el contexto contemporáneo, situación que contradice la perspectiva marxista que sostiene que, debido a su baja capacidad competitiva, las economías campesinas serían arrasadas tarde o temprano por la empresa capitalista moderna. Además, esta investigación busca promover la utilidad del marco teórico-conceptual MVS para el análisis de las estrategias

campesinas y el desarrollo rural sustentable.

La investigación generada podrá ser útil para las instituciones gubernamentales para la consolidación de una política agropecuaria que se integre en el marco de una estrategia de desarrollo rural, que

reconozca el carácter heterogéneo y complejo del espacio rural, sus necesidades económicas y sociales, las cambiantes condiciones del campo en el marco de la globalización, e incorpore la conservación ambiental en su formulación.

Bibliografía

Argueta, A., Corona, E., & Hersch, P. (2011). *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*. México: Ibero Puebla.

Carney, D. (ed). (1998). *Sustainable Rural Livelihoods: What contribution can we make?* London: Department for International Development.

Chambers, R., & Conway, G. (1992). *Sustainable rural livelihood: Practical concepts for 21st century* (N.º Discussion Paper 276). Institute of Development Studies.

Creswell, J. (2005). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Upper Saddle River: Pearson Education.

Department for International Development. (1999). *Sustainable livelihoods guidance sheets*. United Kingdom: DFID.

Galván, D., Fermán, J. L., & Espejel, I. (2016) ¿Sustentabilidad comunitaria

indígena? Un modelo integral. *Sociedad y Ambiente*, 4(11), 4-22.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

López-Ricalde, C. D., López-Hernández, E. S., & González-Gaudiano, E. J. (2004). Una experiencia chontal. *Desarrollo rural sustentable. Trayectorias*, 9(24), 57-67.

Mora-Delgado, J. (2008). Persistencia, conocimiento local y estrategias de vida en sociedades campesinas. *Revista de estudios sociales*, 29, 122-133.

Okuda-Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1), 118-124.

Pat-Fernández, J. M. (2012). Producción de sombreros de jipi en la organización «Loól Xa'an» de Santa Cruz Ex Hacienda, aledaña a la reserva Los Petenes, Campeche, México. En *Bello-Baltazar E.*,

Naranjo-Piñera, E.J., & Vandame, R. *La otra innovación para el ambiente y la sociedad en la frontera sur de México* (Primera, pp. 225-235). México: El Colegio de la Frontera Sur.

Pat-Fernández, L. A., Nahed-Toral, J., Téllez Gaytán, J., Calderón-Gómez, G., & García-Chong, N. R. (2012). Modos de vida sustentables una metodología para el estudio de la seguridad alimentaria. *Revista Salud Pública y Nutrición*, 13(1).

Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed). Sage: Thousand Oaks.

Salgado-Levano, A. (2007). Investigación cualitativa: Diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, 13(13), 71-78.

Soussan, J., Blaikie, P., Springate, O., & Chadwick, M. (2000). Understanding

livelihood processes and dynamics. Working Paper 7. Departament for International Development. United Kingdom. 20 p. *Working Paper 7. Departament for International Development. United Kingdom.*

Taylor, S., & Bogdan, R. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.

Vergara-Buitrago, P. A. (2018). Los saberes campesinos como estrategia de desarrollo rural en la Serranía de los Yargués (Santander, Colombia). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 38(2), 461-476.

AGROEMPREDIMIENTO: PROPUESTAS DE MEJORA EN LA CADENA DE PRODUCCIÓN DE MIEL ARTESANAL

Calderón Martínez, María Guadalupe*¹, Pérez Hernández, María del Pilar Monserrat², Noriega, Emilio³

¹Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

²Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales

³ Instituto Politécnico Nacional. Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales

*Autor para correspondencia: gcalderon@cuautitlan.unam.mx

Resumen

La universidad como productora de conocimiento juega un papel clave en la transferencia de conocimiento hacia la sociedad (denominado tercera misión) pues favorece la vinculación y relación con el sector productivo. El objetivo de este trabajo es analizar los procesos de la cadena de suministros vinculados al ciclo de producción en pequeña escala de miel en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC). Se utiliza la administración basada en procesos para este análisis. El CEA cumple actualmente con la función de apoyo a la docencia, pero se considera que tiene potencial de mercado ya que los subproductos derivados de la función docente, como los alimentos para consumo humano, tienen un óptimo nivel de aceptación por el prestigio institucional de la FESC y los procesos de control de calidad. Los productos satisfacen parcialmente la demanda de la comunidad interna por lo que la producción se basa en la oferta. Es importante detectar qué partes de la cadena de suministros podrían optimizarse, para establecer una fase productiva paralela a la función docente para atender un mayor número de consumidores.

Palabras clave: Agroemprendimiento, Pequeños productores, Universidad

Abstract

The university as knowledge producer plays a key role in transferring knowledge to society (called the third mission) as it favors the link and relationship with the productive sector. The aim of this research is to analyze the supply chain processes linked to the small-scale production cycle of honey at the Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) of the Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC). Process-based administration is used for this analysis. The CEA currently function is to support teaching, but the Center has market potential since teaching sub-products such as food for human consumption have an optimal level of acceptance due to the FESC's

institutional reputation and the quality control processes. Products partially satisfy the internal community demand, so production is based on offer. It is important to detect which parts of the supply chain could be optimized to establish a production phase parallel to the teaching function, to serve a greater number of consumers.

Key words: Agribusiness, Small producers, University

Introducción

En la importancia de la innovación como factor de crecimiento económico y de generación de empleo (Audretsch y Thurik, 2000; Casson y Della Giusta, 2007), destaca el papel del emprendedor (Schumpeter, 1964), como elemento dinámico, activo, innovador y creador de desequilibrio en los mercados al organizar de diferente manera la producción.

Esto a su vez provoca elementos dinamizadores en los sistemas de innovación, como son: redes entre instituciones y organizaciones en los sectores privado y público que generan, modifican y difunden tecnologías (Freeman, 1987; Lundvall, 1992). En los países emergentes como México, no existen suficientes avances en cuanto a medición de las capacidades de los pequeños agricultores para introducir novedades en el sistema de producción local.

El objetivo de este trabajo es analizar los procesos vinculados al ciclo y cadena de suministros para la producción en pequeña escala de miel en el Centro de Enseñanza Agropecuaria (CEA) de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FESC).

Materiales y métodos

La metodología empleada es de carácter exploratorio y descriptivo. Como primera

etapa se revisó parte de la literatura sobre administración de la cadena de suministros y la administración basada en procesos, posteriormente se aplicaron entrevistas en profundidad con personal clave del CEA del cual se obtuvo información para modelar la cadena de suministros de la miel. Finalmente se utilizó el software *Bizagi Process Modeler* para visualizar los procesos que corresponden al ciclo de producción y llevar a cabo la detección de puntos de mejora.

En este documento se analizan los procesos vinculados al ciclo de producción de miel para consumo humano del módulo apícola en la FESC, utilizando para ello la administración basada en procesos (BPM).

El CEA cumple actualmente con la función de apoyo a la docencia, se considera que tiene un potencial productivo ya que los derivados de la función docente como productos alimenticios para consumo humano tienen un óptimo nivel de aceptación entre los consumidores por el prestigio de la institución y los procesos de control de calidad a los que se somete la producción. Los productos satisfacen parcialmente la demanda de la comunidad interna por lo que la producción se basa en la oferta. Es necesario detectar qué partes de la cadena de suministros podrían optimizarse, para establecer una fase productiva paralela a la función docente que permita atender un mayor número de consumidores.

La universidad como generadora de conocimiento juega un rol clave en la transferencia de conocimiento hacia la sociedad, lo cual genera oportunidades tanto para la comunidad universitaria como para empresas y otras universidades. En América Latina, las universidades han tenido un papel más social, vinculado a la resolución de necesidades de las regiones, adoptando la tercera misión como extensión a las actividades académicas y participación en el desarrollo social (Arocena y Sutz, 2005). Diversas universidades de América Latina han aceptado este desafío modificando sus sistemas de incentivos, permitiendo la generación de empresas *spin-off* y participando en alianzas con instituciones públicas y privadas de investigación.

La FESC se encuentra ubicada en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México. Fue la primera unidad multidisciplinaria de la UNAM construida fuera del campus de Ciudad Universitaria. Inaugurada en 1974, ha logrado consolidarse como una de las mejores opciones educativas en la Zona Metropolitana del Valle de México. El CEA es una unidad de apoyo a la docencia, la investigación y la extensión, esto por medio de modelos prácticos de producción (FES Cuautitlán, 2019).

El CEA se conforma de tres áreas: producción agrícola, pecuaria y apicultura, esta última cuenta con aproximadamente 37 colmenas. Las actividades productivas habitualmente cuentan con la participación de más de 800 alumnos de las carreras de Medicina Veterinaria y Zootecnia e Ingeniería Agrícola.

En los procesos de producción de miel existen condiciones para ser un caso de investigación sobre cadenas de suministro. Es relativamente estable, pero existen vulnerabilidades por las condiciones

ambientales o de carácter administrativo que impiden controlar el traslape de actividades con los otros módulos de enseñanza afectando el desempeño de la producción apícola. Estos dos factores han provocado la disminución paulatina de la cantidad de miel producida. Estas condiciones no son exclusivas del CEA, también prevalecen entre productores de miel en pequeña escala como se explica en el siguiente apartado.

Resultados y discusión

1. Características de la producción de miel en México

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2019), las exportaciones agropecuarias representaron solamente 4% de las exportaciones de México en 2019. En México la miel es uno de los productos agropecuarios con mayor relevancia económica para el desarrollo del sector primario y para el comercio internacional a pesar de que las cantidades exportadas descendieron aproximadamente un 13% del 2008 al 2013 (FAO, 2013), posicionando a México como el octavo productor más importante a nivel internacional alcanzando una producción total de 55 mil 84 toneladas, exportando 29 mil 109 toneladas (FAO, 2019).

Respecto a la demanda del producto se observa un incremento moderado en los últimos años. El sector de comercialización y de envasado es el que ha tenido mayor actividad, así como el sector exportador. Con la firma del tratado de la Unión Europea e Israel se ha abierto una buena oportunidad para incrementar la exportación de este producto; sin embargo, la miel debe acreditar

el cumplimiento de normas internacionales fitosanitarias para su comercialización.

La producción de miel en pequeña escala tiene importancia económica y social dentro de los medios de supervivencia de la población de zonas rurales; empero la producción y comercialización de miel en México se ha visto afectada por las variaciones constantes de los precios, las plagas, enfermedades, las inclemencias del tiempo que afectan la propagación de la flora melífera (Güemes-Ricalde, Echazarreta-González, Villanueva, Pat-Fernández, y Gómez, 2003).

Con la propagación de cultivos de soya transgénica en el estado de Chiapas, ha crecido la preocupación por el cumplimiento de la normativa señalada por la Unión Europea respecto a la certificación de productos orgánicos. México es el tercer exportador mundial de miel orgánica, este producto supera en 30% el precio de la miel convencional cuyo mercado global se estima en 6,500 toneladas, de las cuales Alemania consume 2,500. Alrededor de 41 mil apicultores mexicanos, en su mayoría campesinos e indígenas, dependen de esta actividad.

Algunos de los factores que afectan la comercialización de la miel son el nulo aprovechamiento de las economías de escala, el escaso valor agregado que se incorpora al producto y la falta de diversificación de los subproductos, además que la mayoría de los productores son agricultores en pequeña escala y se asocian solamente para comercializar sus productos o bien para

negociar subsidios sin ver en la apicultura una oportunidad de negocio.

2. Administración de la cadena de suministros

El término Administración de la Cadena de Suministros (ACS) fue inicialmente propuesto por Oliver y Weber (1992), y ha sido utilizado para explicar la planeación y control de materiales y flujos de información, así como las actividades de logística al interior y al exterior de las organizaciones. (La Londe, 1998). La ACS requiere efectuar decisiones relacionadas con el flujo de información, productos y recursos.

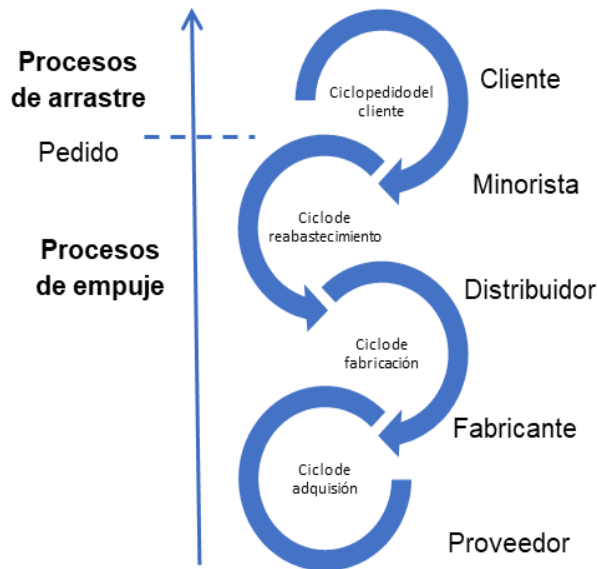
Una cadena de suministro es una secuencia de procesos y flujos que ocurren dentro y entre diferentes etapas y se combinan para satisfacer la necesidad de un cliente. Existen dos maneras de ver estos procesos i) visualización del ciclo (donde los procesos se dividen en ciclos), y ii) visualización de empuje-arrastre (dependiendo si se ejecutan en respuesta al pedido de un cliente, arrastre o con anticipación a éste, empuje).

En general una cadena de suministros se puede representar mediante cinco etapas: proveedor, fabricante, distribuidor, minorista y cliente, los procesos pueden dividirse en cuatro ciclos.

Como se observa en la figura 1 el objetivo del comprador es garantizar la disponibilidad del producto y alcanzar economías de escala. El proveedor, trata de pronosticar los pedidos del cliente, reducir el costo de recepción y

surtir el pedido a tiempo, mejorando la eficiencia y precisión del proceso. Los flujos inversos se manejan para reducir el costo y cumplir los objetivos ambientales.

Figura 1. Ciclos y procesos en una cadena de suministro



Fuente: Elaboración con base en Chopra y Meindl (2013) y Chen y Paulraj (2004).

Los procesos de la cadena de suministros se pueden clasificar de acuerdo con lo siguiente: 1) Administración de la relación con el cliente (CRM, *Customer Relationship Management*) todos los procesos que se encuentran entre la entidad productiva y sus clientes, 2) Administración de la cadena de suministro interna (ISCM, *Internal Supply Chain Management*), todos los procesos internos de la organización, 3) Administración de la relación con el proveedor (SRM, *Supplier Relationship Management*).

Estos tres procesos macro gestionan el flujo de información, productos y recursos necesarios para generar, recibir y satisfacer la demanda de un producto. Los procesos CRM pretenden generar la demanda del cliente y facilitar la colocación y rastreo de un pedido. El ISCM, pretende satisfacer la demanda generada por el proceso CRM de manera oportuna y al menor costo posible. Los procesos SRM pretenden tomar medidas respecto de las fuentes de abastecimiento y su administración en cuanto a bienes y servicios.

Estos modelos evidencian la importancia de utilizar sistemas integrados para la administración basada en procesos. En este proyecto se describirán los puntos de mejora en la producción, mediante herramientas de administración basada en procesos. Este tipo de herramientas encuentran como antecedente la innovación de procesos de Hammer (1990). Se trata de identificar todos los procesos de negocios llevados a cabo por la organización, para después eliminar los pasos que no dan valor agregado y modelar los restantes mediante herramientas basadas en tecnologías de la información.

El primer paso para adoptar un enfoque basado en procesos de negocios es reflexionar cuáles son los procesos que deben configurar el sistema. Es necesario recordar que los procesos ya se llevan a cabo en una organización, de manera que al identificarlos se pretende administrarlos correctamente.

Hay que plantear cuáles son suficientemente significativos para que formen parte de la estructura de procesos, así como su nivel de detalle. Identificar y seleccionar los procesos

que se desarrollan en la organización ayuda en el logro de resultados. Para ello se puede recurrir a diferentes métodos para identificar los procesos, se propone el uso de técnicas cualitativas para obtener información a partir de agentes clave. Resulta fundamental destacar la importancia de la participación de los líderes para impulsar y dirigir la configuración de una estructura de procesos.



Fuente: Beltrán *et al.*, (2009).

Una vez efectuada la identificación y selección, se debe visualizar la estructura para facilitar la determinación de las interrelaciones existentes, esto se realiza a través de un mapa de procesos. El tipo de agrupación se establece de acuerdo con cada organización. Para el caso del CEA, en esta etapa del proyecto se modelará el proceso general de producción apícola, basado en la administración de la cadena de suministro interna considerando que el ISCM (Cuadro 1), pretende satisfacer la demanda de manera oportuna y al menor costo posible.

En la figura 2, se muestra un tipo de agrupación de los procesos que inciden en el ciclo de producción. Se observa que los procesos de planificación son aquellos vinculados al ámbito de responsabilidad de la dirección; en este caso de la jefatura del CEA.

Figura 2. Modelo para la agrupación en el mapa de procesos

En seguida se identifican los procesos de administración de recursos, son aquellos que permiten determinar, proporcionar y mantener los recursos necesarios, ya sea recursos humanos, infraestructura y ambiente de trabajo; este grupo de procesos corresponden tanto a la jefatura como a la Delegación Administrativa.

Después la realización del producto, son los procesos a través de los cuáles se lleva a cabo la producción o la prestación del servicio; éstos recaen en el responsable del módulo de apicultura. Finalmente, los procesos de medición, análisis y mejora que se identifican como aquellos que permiten hacer el seguimiento, medir, analizar y establecer acciones de mejora se encuentran a cargo de la jefatura del CEA, así como del comité de calidad, con base en información proporcionada por el académico responsable del módulo apícola.

3. Resultados

Se ha tenido en cuenta que la metodología cualitativa ha tenido un papel destacado en el origen y desarrollo de las disciplinas que abordan el estudio de las organizaciones, y se

ha convertido en la base del desarrollo de las teorías que configuran varios campos de estudio.

La recolección y análisis de evidencia empírica se ha organizado en tres fases, en primer lugar, para la definición de los eslabones que integran la Cadena de Suministros de la Miel (CSM) se consultó y revisó bibliografía especializada, fundamentalmente Güemes-Ricalde *et al.* (2003) y Rosales y Rubio (2010), para obtener información sobre los actores relacionados con la producción de miel.

Con esta información se procedió a elaborar una base de datos a partir del Sistema de Enlace Comercial para el Sector Agropecuario (SECSA, 2013). Para verificar la validez de esta fase de investigación se aplicaron técnicas de triangulación, de tal forma que en segundo paso se diseñó un instrumento de diagnóstico para caracterizar la CSM.

Para validar el instrumento se seleccionaron a tres expertos en emprendimiento de varias instituciones de educación superior (UNAM, UAM e IPN) y a un investigador del INIFAP. Los expertos verificaron la claridad de la redacción, coherencia interna, inducción a la respuesta, lenguaje adecuado y si las preguntas planteadas miden lo que pretenden, como se muestra (Corral, 2009).

El instrumento estuvo dirigido a informantes clave del CEA tanto de las áreas académicas, así como de la jefatura y la delegación administrativa. Las variables básicas fueron:

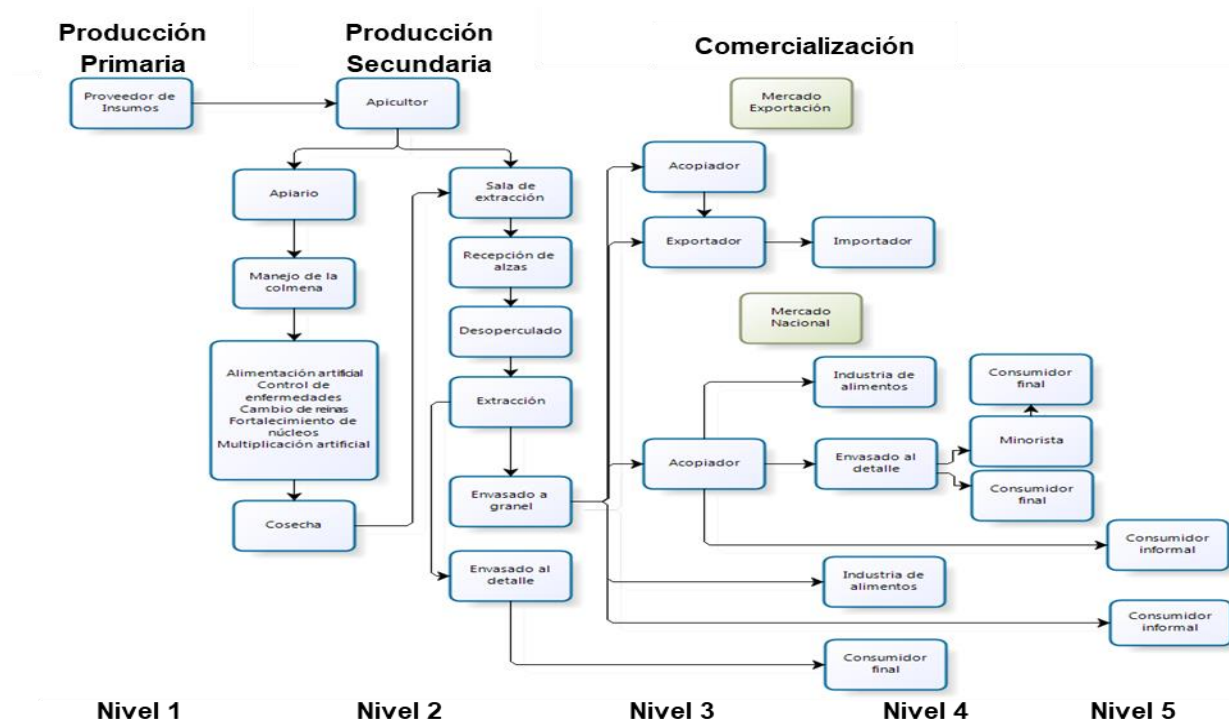
origen de los insumos, productos obtenidos de la colmena y destino de la producción. El instrumento de diagnóstico se aplicó a través de una entrevista en profundidad. Finalmente, la información fue analizada de acuerdo con el marco teórico para caracterizar los agentes que participan dentro de la cadena de suministros de la producción de miel.

La identificación de actores clave en la cadena de suministro se basa en el estudio de Rosales y Rubio (2010), así como en la información obtenida a partir de las entrevistas realizadas al personal del CEA. Las propuestas que a continuación se presentan son el resultado del análisis de los procesos que se llevan a cabo para la producción de miel.

Uno de los aportes de esta investigación es la elaboración de los diagramas de los procesos, ya que actualmente el Centro no ha elaborado este análisis, mismos que se diseñaron de acuerdo con la revisión de la literatura sobre cadena de suministros.

Otro de los resultados, se obtiene a partir de las entrevistas al personal del CEA, la detección de puntos de mejora y su ubicación en los procesos. Es decir, se detectaron las fallas en los procesos, se agregan como puntos clave de mejora en el proceso correspondiente, a fin de que estos resultados evidencien en qué fase del proceso productivo se ubican dichos puntos de mejora. El sustento de estas recomendaciones es la información obtenida a partir de los propios informantes clave.

Figura 3. Niveles de agregación de una Cadena de Suministros de la Miel



Fuente: Elaboración propia en base a Carrillo (2019), Güemes-Ricalde *et al.* (2003), Pascual (2012) y Rosales y Rubio (2010).

La CSM está integrada por 5 clases de eslabones con alguna actividad productiva. En el primero de los niveles de agregación, se encuentran los proveedores de insumos a la apicultura, la cual puede estar integrada por: 1) agro-veterinarias, 2) proveedores de abeja reina, 3) proveedores de alimento para abejas, 4) carpinterías encargadas de fabricar las cajas para colmena, los bastidores, las alzas, las bases de las colmenas y las tapas del apiario.

En el segundo nivel se encuentra el apicultor, que es el eslabón de la cadena encargado de organizar y gestionar con criterios de

rentabilidad y sustentabilidad, muchas veces basándose en la experiencia, la ubicación del apiario, los procesos de producción en función de sus objetivos y recursos disponibles; realiza las operaciones de manejo de las colonias; obtención de la cosecha, armado, mantenimiento y reparación de los materiales de la colmena; además de dar mantenimiento a las instalaciones y equipos del establecimiento apícola, acondicionamiento, fraccionamiento y transporte de los productos apícolas. Los acopiadores, intermediarios, distribuidores y otras organizaciones se encuentran en el nivel 3, estos actores de una u otra forma se

encargan de la distribución de productos apícolas. En este eslabón de la cadena, Magaña *et al.* (2007) afirman que en México los intermediarios operan de manera independiente con los comercializadores de miel, principalmente en estados como Quintana Roo, Campeche y Yucatán.

El nivel 4 contiene actores como: consumidor local, consumidor industrial, tiendas de autoservicio, mercado nacional y mercado internacional. En el nivel 5, se encuentran los consumidores que adquieren el producto para consumo personal. Estos productos pueden ser miel sin procesar, miel mínimamente procesada o transformada en confitería o productos cosméticos.

Los elementos de la cadena de suministros pueden ofrecer los siguientes beneficios potenciales a los pequeños productores: a) mayor innovación organizativa y comercial, b) mejoras en el nivel de vida de los agricultores en pequeña escala, c) creación de empleo en zonas rurales, d) acceso a nichos de mercado, a mercados de insumos y productos y otros recursos para la innovación, como el asesoramiento técnico, las redes de innovación y la participación en proyectos de investigación aplicada, e) reducción del riesgo comercial para los agricultores debido a una demanda estable, transacciones más formales y mayor puntualidad en la obtención del pago por sus productos, f) uso más eficaz de los recursos humanos, sociales, físicos y financieros para la innovación, g) empoderamiento de los agricultores que pueden acceder a los nichos de mercado, h) mejor interacción y coordinación entre los actores, lo que resulta en un sistema de innovación más dinámico para el sector

agropecuario, i) en el caso de los nichos de mercado un desarrollo más inclusivo, j) alimentos que cumplen con estándares más altos de calidad y seguridad para los consumidores, k) aumento de las exportaciones.

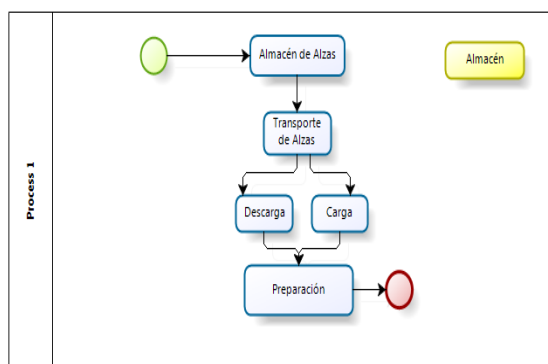
Es importante enfatizar la importancia de llevar a cabo estudios de abajo hacia arriba para conocer la perspectiva de los productores considerando que establecen diferentes tipos de relaciones, incluso con otros agricultores, al compartir de espacios físicos con otros módulos de enseñanza los proyectos además de proponer un modelo de interacción deben adaptarse a las condiciones particulares del producto.

La estrategia de manufactura en el CEA se considera *make to stock*, porque la producción está calendarizada de acuerdo con las actividades de la asignatura a lo largo del semestre. Una vez que se extrae la miel y se procesa para su envasado, se pone a disposición del público en el módulo de ventas y permanece en anaquel hasta terminar el lote. En cuanto a puntos críticos, para lograr un producto de calidad que cumpla con las características de un alimento para consumo humano, se estudia el proceso de fabricación y se toman las medidas necesarias para asegurar la calidad del producto final.

Una de las aportaciones del proyecto es la configuración de los procesos para ubicar aquellas actividades que no generan valor, esto permitiría además incrementar la eficiencia de la actividad cuyo objetivo primordial es la docencia, incluso si se desea escalar el proyecto con un objetivo comercial.

Idealmente los procesos deben llevarse a cabo en áreas separadas que se denominan área sucia y área limpia respectivamente para cada una de las tareas. En la figura 4 se presenta el primer proceso que consiste en la preparación de alzas previamente a la producción. Además del modelo se especifica el área dónde se lleva a cabo la actividad.

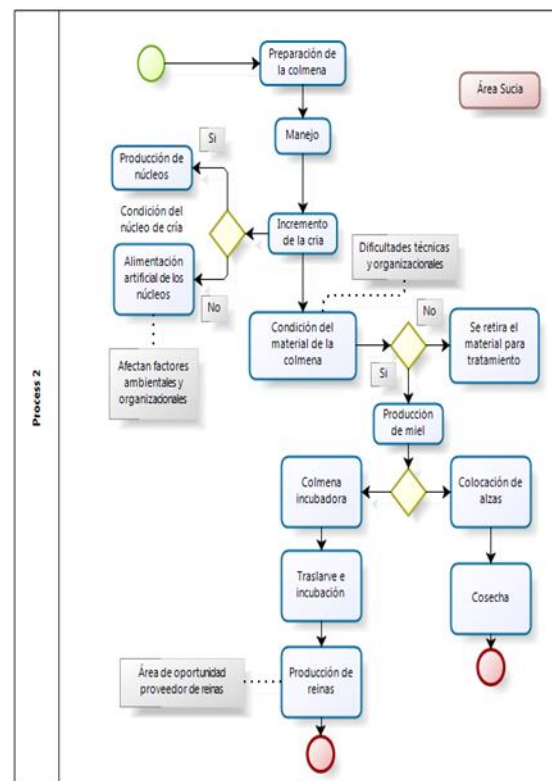
Figura 4. Primer proceso de producción apícola (periodicidad semestral)



Fuente: Elaboración propia con base en Carrillo (2019), Güemes-Ricalde *et al.* (2003), Pascual (2012) y Rosales y Rubio (2010).

En la Figura 5 se observa el proceso para la preparación de alzas y la etapa productiva en campo, estos factores pueden afectar el producto final.

Figura 5. Segundo proceso de producción apícola (periodicidad semestral)



Fuente: Elaboración propia con base en Carrillo (2019), Güemes-Ricalde *et al.* (2003), Pascual (2012) y Rosales y Rubio (2010).

Uno de los factores sobre los que menor control se tiene es la disponibilidad de néctar natural, esto es por factores ambientales, el incremento en los niveles de contaminantes en el aire, falta de riego de las áreas donde las abejas recolectan el néctar o por alguna enfermedad en las plantas ya que en la producción de miel para consumo humano no es adecuado el uso de fertilizantes por el tamiz químico al que se somete el producto final. Respecto a los insumos de producción por ejemplo el azúcar como alimento artificial, el CEA presenta un anteproyecto de presupuesto anual, actualmente se requieren 16 kilos de azúcar al año. Al aumentar la

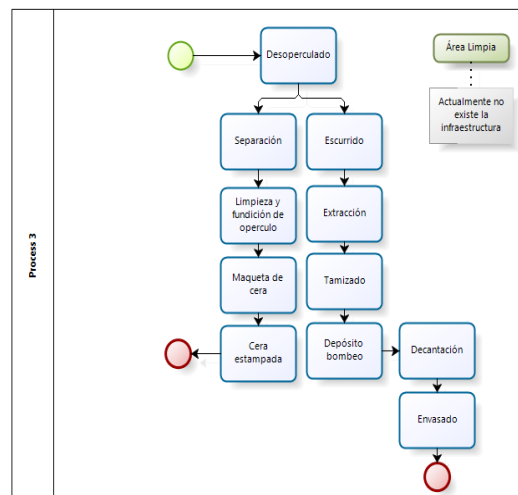
producción se consideran mediciones que efficienten el costo.

Otro punto susceptible de mejora es la cuestión técnica de los equipos (Figura 5). El aprovechamiento de recursos provenientes del Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza de la UNAM se ha permitido la adquisición de equipo de mayor nivel tecnológico. Antes, los equipos se fabricaban de manera artesanal en la Facultad, hoy en día es posible adquirir el material apícola a través de proveedores especializados.

La ventaja competitiva CEA se basa en la diferenciación no en el costo, además se cuenta con herramientas que permiten a los estudiantes adquirir la formación técnica. Además de observar los procesos en la Figura 5, se han señalado puntos susceptibles de mejora. Se establece como área de oportunidad la producción de abeja reina. Este proceso se señala en el diagrama sólo para la inserción de reinas en los núcleos, sin embargo, al implementar un BPM puede modelarse un subproceso de laboratorio para la creación de abeja reina *in vitro*, para una aplicación comercial y de esta forma agregar valor a la cadena.

En la extracción de la miel se busca evitar los riesgos de fermentación y pérdida de las propiedades del producto. El concepto de análisis de riesgos está determinado por las buenas prácticas de fabricación, que en el caso de la miel debe conducir a la reducción del riesgo de contaminación del producto (Figura 6).

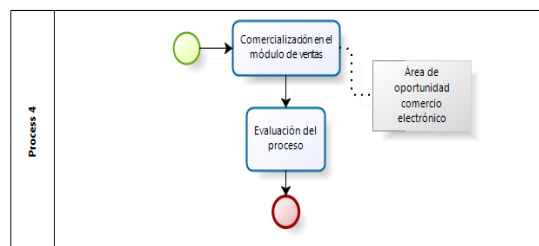
Figura 6. Tercer proceso de producción apícola (periodicidad semestral)



Fuente: Elaboración propia con base en Carrillo (2019), Güemes-Ricalde *et al.* (2003), Pascual (2012) y Rosales y Rubio (2010).

El último proceso es el inventario de producto terminado. En este momento el punto *deliver* es el módulo de ventas de la Facultad, donde no se agrega valor al ser poca la cantidad de miel que se comercializa. Sin embargo, de acuerdo con su configuración actual si se aumentara la producción de miel para su comercialización el módulo no sería un canal de entrega óptimo.

Figura 7. Cuarto proceso de producción apícola (periodicidad semestral)



Fuente: Elaboración propia con base en Carrillo (2019), Güemes-Ricalde *et al.* (2003), Pascual (2012) y Rosales y Rubio (2010).

Este proyecto puede ayudar a comprender la naturaleza de la demanda de los productos del CEA y proponer una cadena de suministros que satisfaga las necesidades de cada área. El origen del conflicto en los puntos de mejora puede atribuirse a un desequilibrio entre el tipo de producto y el tipo de cadena de suministro.

Conclusiones.

El problema de investigación planteado al inicio del proyecto acerca de las herramientas para la detección de puntos susceptibles de mejora en la cadena de suministros de la producción de miel en pequeña escala permite confirmar la hipótesis de que la modelación mediante un sistema de administración basado en procesos permite visualizar el ciclo de producción de la miel a fin de detectar puntos de mejora en esta fase de la cadena de suministros. Dentro de los principales resultados, se detecta que en el ciclo de producción del módulo apícola del CEA la planeación de requerimientos de materiales se basa en el manejo de inventarios de producto con demanda dependiente y bajo este sistema se emiten las órdenes de compra, bajo esta filosofía se considera un sistema de empuje ya que se comercializa el producto disponible sin existir actualmente la posibilidad por parte del cliente de establecer pedidos. En el módulo de apicultura, se busca anticipar la adquisición de los insumos con base en el plan de producción el cual está diseñado, en este caso específico, de acuerdo con los temas del plan de estudios de la asignatura, por lo cual cada etapa de la producción se cubre en un periodo determinado del curso y se debe disponer de antemano de los materiales necesarios para

llevar a cabo las prácticas y en su caso obtener el subproducto que es la miel.

Actualmente para administrar el proceso de producción se utiliza un diagrama de flujo que forma parte de los procesos de acreditación y certificación del área. Se debe tener la certeza que se cuenta con un inventario suficiente en caso de presentarse los factores que precisan alimentar la colmena de manera artificial, p. ej. riego insuficiente, excesiva contaminación en el ambiente (teniendo en cuenta que la FESC se encuentra situada en un enclave industrial), cambio climático, incidentes laborales, traslape de actividades de otros módulos del CEA. En el caso del almacén de producto terminado, actualmente se realiza de forma manual, el módulo de ventas emite diariamente un reporte de entradas y salidas de los productos de los diferentes módulos y se envía al área administrativa del CEA. En el caso de la miel esto sucede hasta agotar el lote. Si se opta por incrementar la producción, entonces el sistema manual de existencias de producto terminado resultará insuficiente ya que se tendría que trabajar simultáneamente con varios lotes y diseñar una estrategia de control de entradas y salidas. Aunque la miel pasteurizada es un producto no perecedero, sí va perdiendo con el tiempo sus propiedades de consistencia, color y apariencia. También llevar un control de la lista de materias puede ser útil para controlar la producción e incluso para diseñar las prácticas de los estudiantes y controlar la cantidad de insumo y precio que implica cada evento.

En cuanto a las ventajas de implementar un BPM encontraríamos, la sistematización de reportes, así como el control de insumos

utilizados en la realización de las prácticas vinculadas a la asignatura y de esta forma se podrían hacer análisis de viabilidad para la apertura de nuevos grupos de la asignatura o cursos de extensión universitaria, así como información sobre el costo beneficio de incrementar la producción y venta al público.

Como futura línea de investigación y continuación del proyecto se podría habilitar la venta del producto a través de la transformación de productos secundarios a partir de la miel como insumo, ya que estos agregarían valor, en este caso se propondría un replanteamiento de una cadena de suministros más robusta que permita realizar otras actividades que fortalezcan y desarrollen competencias en los alumnos. A su vez se motivaría la realización de un modelo de negocios basado en *e-commerce* esto involucraría otras áreas académicas para implementar un programa de prueba para atender la demanda de la comunidad interna, no sólo en el caso de la miel sino de otros productos agroalimentarios que ofrece el CEA.

Además de los hallazgos que se alcanzaron por medio de los resultados a partir de las entrevistas al personal clave del Centro, se considera que el objetivo de esta investigación se ha alcanzado con base en el análisis de los procesos vinculados al ciclo y cadena de suministros para la producción en pequeña escala de miel del módulo apícola. Una de las herramientas que permitieron diagramar y localizar los puntos de mejora localizados es el software para administración de procesos. Si bien los resultados fueron validados por los informantes clave, una de las limitantes de esta investigación es que

hasta esta etapa no ha sido posible aplicar las mejoras propuestas en las actividades cotidianas de la producción de miel en el CEA.

Agradecimientos: Los autores agradecen el apoyo recibido del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT-IN306320. Así como al Mtro. Liborio Carrillo y a la Lic. María Elena Álvarez por su gestión para la realización de las entrevistas en el CEA.

Referencias

- Arocena, R., Sutz, J. (2005). "Evolutionary Learning in Underdevelopment", *International Journal of Technology and Globalisation*, 1(2), 209-224.
- Audretsch, D., Thurik, A. (2000). "Capitalism and democracy in the 21st Century: from the managed to the entrepreneurial economy", *Journal of Evolutionary Economics*, 10, 17-34.
- Beltrán, J., Carmona, M., Carrasco, R., Rivas, M., Tejedor, F. (2009). *Guía para una gestión basada en procesos*. Sevilla: Instituto Andaluz de Tecnología.
- Carrillo, L. (2019). Entrevista efectuada el 28 de enero de 2019, México: Centro de Enseñanza Agropecuaria FES Cuautitlán.
- Casson, M., Della Giusta, M. (2007). "Entrepreneurship and Social Capital". *International Small Business Journal*, 25(3), 220-244.
- Chen, I., Paulraj, A. (2004). "Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements", *Journal of Operations Management* 22: 119-150.
- Chopra, S., Meindl, P. (2013). *Administración de la Cadena de*

- Suministro Estrategia, planeación y operación*. Naucalpan de Juárez, Pearson.
- Corral, Y. (2009). Validez y Confiabilidad de los Instrumentos de Investigación para la Recolección de Datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 19(33), 228-247.
- Dale, B., Lascelles, D., Lloyd, A. (1994). "Supply chain management and development". En: Dale, B. (Ed.), *Managing Quality*. London, Prentice-Hall, pp. 292-315.
- FES Cuautitlán. (2019). *Informe 2005-2013*, México: Autor.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London: Frances Printer Publishers.
- Güemes-Ricalde, F., Echazarreta-González, C., Villanueva, R., Pat-Fernández, J., Gómez, R. (2003). "La apicultura en la península de Yucatán, actividad de subsistencia en un entorno globalizado", *Revista Mexicana del Caribe*, 7(16): 117-132.
- Hammer, M. (1990). "Reengineering work: don't automate, obliterate", *Harvard Business Review*, July-August: 104-112.
- INEGI. (2019). Balanza comercial de México. Diciembre 2019, disponible en <https://www.inegi.org.mx/temas/balanza/>
- La Londe, B. (1998). "Supply chain evolution by the numbers", *Supply Chain Management Review* 2(1), 7-18.
- Lundvall, B. (1992). "National system of innovation, concepts", en *National System of Innovation*, Lundvall, B. (Ed.). London: Pinter Publishers.
- Magaña, M., Aguilar, A., Lara, P., Sangines, R. (2007). "Caracterización socioeconómica apícola en el estado de Yucatán", *Agronomía*, 15(2), 17-32.
- Oliver, R., Webber, M., (1992). *Supply Chain Management: Logistic Catches up with Strategy*. Cit. Christopher, M. (1992). *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Service*. New York, Prentice Hall.
- Pascual, J. (2012). "Caracterización de la Cadena de Suministros de la Miel en el Estado de Tabasco", *Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias*, México: Colegio de Postgraduados.
- Rosales, M., Rubio A. (2010). "Apicultura y organizaciones de apicultores entre los mayas de Yucatán", *Estudios de Cultura Maya*, 35: 163-183.
- Schumpeter, J. (1964). *Teoría del desenvolvimiento económico*, México: Fondo de Cultura Económica.
- SECSA. (2013). Sistema de enlace comercial para el sector agropecuario, disponible en <http://www.aserca.gob.mx/secsa/>.

INNOVACIÓN-TRADICIÓN Y DESEMPEÑO DE LAS EMPRESAS FAMILIARES PRODUCTORAS DE MEZCAL DE SANTA CATARINA MINAS, OAXACA

Mijangos Herrera, Itxamara Marintia¹, Mendoza Ramírez, Luis ^{1&}

¹ NovaUniversitas. Licenciatura en Administración

& Autor para correspondencia: *coatlihuec@hotmail.com*

Resumen

Las empresas familiares enfrentan la disputa entre innovar y conservar sus prácticas tradicionales. Esta puede ser conciliada mediante traditiovations, proceso observado en trece empresas familiares productoras de mezcal de Santa Catarina Minas en Oaxaca, México. Esas empresas tienen mucha importancia económica para la región; ello resalta la pertinencia de explorar cómo han llevado a cabo el proceso de traditiovations y cómo este ha cambiado su desempeño organizacional; además, se indaga por qué cuatro empresas similares no lo han implementado. El estudio, de alcance exploratorio-descriptivo, con un corte cualitativo, se basa en una población de diecisiete empresas. Los datos, obtenidos mediante entrevista estructurada son analizados usando estadística descriptiva. Según los resultados, la implementación de traditiovations ha sido tanto en procesos como en producto; y ello ha mejorado los niveles de producción. La no implementación de traditiovations se debe, entre otros factores, a la percepción de su influencia negativa en el valor (esencia) del producto.

Palabras clave: conocimiento ancestral, producción, traditiovations.

Abstract

Family businesses face the dispute between innovating and preserving their traditional practices. This can be reconciled through traditiovations, a process observed in thirteen mezcal-producing family businesses from Santa Catarina Minas in Oaxaca, México. Such businesses are of great economic importance to the region; which highlights the relevance of exploring how they have carried out the process of traditiovations and how it has changed their organizational performance; furthermore, it is investigated why similar businesses have not implemented it. This study, of exploratory-descriptive scope and qualitative type is based on a sample of seventeen businesses. The data obtained through a semi-structured interview is analyzed using descriptive statistics. According to the results, the implementation of traditiovations has been both in process and in product; and it has improved the production level. The non-implementation of traditiovations is due, among other factors to the perception of its negative influence on the product value (essence).

Key words: ancestral knowledge, production, traditiovations

Introducción

La empresa familiar (EF) se transmite de una generación a otra, de tal manera que transfiere conocimiento, especialmente tácito; es decir, derivado de la experiencia y habilidad del fundador o predecesor (Bañegil, Barroso y Sanguino, 2013).

Así, la supervivencia de la EF se apoya en la transferencia de conocimientos entre los miembros de la familia y en los cambios que las nuevas generaciones llevan a cabo para adaptarse (Bañegil et al., 2013), permitiendo mejorar e innovar el conocimiento adquirido. Sin embargo, los sucesores suelen aferrarse a conservar el sueño del fundador, resistiéndose a cambios en los procesos y productos o tecnologías, debido al miedo de romper con la tradición familiar (Vélez, 2008). Esto deja de lado la innovación y arriesga a la empresa, pues existen otras que pueden brindar bienes de mejor calidad y ganar el mercado (Las empresas que no innovan están condenadas a una muerte lenta, 2012).

Entonces, los empresarios familiares deben considerar que su empresa necesita evolucionar con el paso del tiempo y en respuesta a los cambios del entorno, que exigen prácticas agresivas y cambios constantes para satisfacer las necesidades de los consumidores y las exigencias de los competidores. Esto genera una disputa entre tradición e innovación (Vélez, 2008), la cual es conciliada mediante “traditiovations”, término que se refiere a la conservación de prácticas y técnicas derivadas del conocimiento histórico-tradicional, pero re-inventando en la producción o gestión de la empresa, gracias a su capacidad innovadora (Cannarella y Piccioni, 2011).

La práctica de traditiovations la podemos observar en algunas EF productoras de mezcal del municipio Santa Catarina Minas, en Oaxaca al sur de la República Mexicana. Esas empresas han conservado su proceso de producción ancestral y/o artesanal, pero también han introducido herramientas, utensilios y equipos que facilitan la ejecución de las actividades que comprende el proceso; al mismo tiempo que han innovado en la presentación del producto (en el envase, embalaje, etiquetas, marca e inclusive certificaciones). En contraste, otras empresas similares se han resistido a hacer cambios en sus prácticas y técnicas del proceso de producción.

Las empresas mezcaleras de Santa Catarina Minas son diecinueve y contribuyen a que el estado de Oaxaca aporte a nivel nacional el 83.5% de la producción de la bebida, el 65% en producto envasado para el mercado nacional y el 91% en producto envasado para exportación (Consejo Regulador del Mezcal [COMERCAM], 2016). Trece de ellas han realizado alguna innovación y, dado que ésta es reconocida como el motor principal de desarrollo, (Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Secretaría General Iberoamericana, 2010); y como uno de los elementos más importantes del desempeño organizacional (Martínez-Costa y Martínez-Lorente, 2008); se considera pertinente conocer la dinámica de innovación adoptada por esas empresas.

Por tanto, este estudio se centra en explorar cómo ha sido el proceso de traditiovations en las empresas mencionadas; cómo su implementación ha

cambiado el desempeño organizacional y, por qué algunas de ellas no han adoptado traditioventions.

Innovación. Comprende la generación, desarrollo e implementación de nuevas ideas o comportamientos (Damanpour, 1996; Van de Ven, 1984), enfocados en solucionar un problema (Fajardo-Doici y H, 2015) y agregar valor a la organización (García, 2012).

Se presenta como cambios en los productos, servicios, procesos y/o aspectos administrativos (Yamakawa y Ostos, 2011), y puede darse de manera incremental y radical (Wasserman, 2012).

Desde un enfoque de innovación incremental, “traditioventions” refiere a la preservación de prácticas y técnicas histórico-tradicionales, pero re-inventando el proceso de producción y mejorando el producto con el fin de generar valor agregado para los clientes (Cannarella y Piccioni, 2011).

Desempeño organizacional. Refiere tanto a aspectos operativos como financieros, pero también subjetivos; tales como la satisfacción (Ynzunza e Izar, 2016), reputación corporativa, compromiso de los empleados y gestión de la calidad, entre otros (Del Castillo y Vargas, 2009; De la Garza, Zavala y López, 2017). Este estudio considera el desempeño como el resultado operativo reflejado en el nivel o volumen de producción, dada por la estructura productiva.

Innovación-desempeño. Existe bastante evidencia sobre el efecto de la innovación en el desempeño organizacional. García-Pérez de Lema, Gálvez-Albarracín y Maldonado-Guzmán (2016), hallan que la

creación de productos nuevos y los cambios o mejoras en productos existentes; así como los cambios o mejoras en los procesos productivos y la adquisición de nuevos equipos, influyen positivamente las ventas. Del mismo modo que la innovación en la gestión tiene una relación positiva con las utilidades.

De manera similar, Mendoza-Ramírez, Toledo-López y Arieta-Melgarejo (2016) muestran que la innovación, orientada en la mejora del diseño y la calidad del producto, así como en la mejora del proceso de producción, tiene un impacto positivo en el desempeño organizacional.

En la misma línea, los resultados de Toro, Castaño y López (2017), indican que la mejora en la calidad y la imagen de los productos y de la empresa, repercute positivamente en la satisfacción del consumidor, la coordinación de los procesos y la participación en el mercado.

Además, Toledo-López y Granados (2016) muestran que la innovación tiene también una influencia positiva en el desempeño no financiero, mostrada por la satisfacción con los ingresos generados por el negocio.

Así mismo, hay opiniones sobre la existencia de capacidades de innovación y el efecto conjunto de ellas en los resultados de la organización. Autores como Arias-Pérez, Durango y Millán (2015) sugieren que el desarrollo de capacidades de innovación en productos conlleva la mejora de los procesos (capacidades de innovación de proceso), que en conjunto se reflejan en los productos ayudando a mejorar el desempeño.

Es más, Canarella y Piccioni (2011) sugieren que la innovación, agregada a la tradición –traditiovations– resulta favorable al desempeño organizacional. Según esos autores, una fuerte integración de conocimientos tradicionales con algunas soluciones innovadoras, resulta en técnicas productivas eficientes y eficaces. Lo que tiene como consecuencia el fortalecimiento de las prácticas productivas.

Con base en lo mencionado, se puede suponer que aquellas EF productoras de mezcal de Santa Catarina Minas que han implementado traditiovations, al conservar su proceso de producción ancestral y/o artesanal, pero introduciendo innovaciones en él y en el producto, logran un mejor desempeño.

Materiales y métodos

Este estudio se realizó desde un enfoque cualitativo, con un diseño transversal y un alcance exploratorio-descriptivo. Se centró en conocer el proceso de implementación de traditiovations y su influencia en el desempeño de las empresas familiares productoras de mezcal de Santa Catarina Minas.

Se llevó a cabo en dos etapas. La primera consistió en trabajo de gabinete, en el que se estableció el contexto de estudio y se formuló el marco referencial. La segunda consistió en el trabajo de campo, que inició con la identificación de los elementos integrantes de la unidad de análisis. Esto se llevó a cabo utilizando la técnica de bola de nieve que permitió ubicar a las 19 empresas familiares productoras de mezcal, de las cuales solo 17 accedieron a dar información.

En seguida se procedió a la colección de datos mediante una entrevista estructurada, aplicada a los dueños de los palenques de mezcal mediante la técnica cara a cara. La entrevista se estructuró en dos apartados: 1) proceso de producción y 2) producto, que incluía su comercialización.

El apartado 1 incluía preguntas sobre los cambios, sustituciones o adiciones realizadas al proceso de producción; específicamente en relación al equipo, herramientas e infraestructura utilizados para la elaboración del mezcal. También contenía preguntas sobre la percepción del efecto de los cambios en el nivel de producción.

El apartado 2 contenía preguntas relacionadas con la presentación, manejo y normatividad aplicable al producto, así como con la forma de comercialización del mismo.

La colección de datos se realizó durante el periodo octubre-diciembre de 2019. El análisis de la información se realizó mediante estadística descriptiva usando el software Excel 2013.

Resultados

La elaboración usual del mezcal en Santa Catarina Minas se lleva a cabo en cinco etapas que consisten en la selección del maguey, el corte del quiote y de las pencas, el cocimiento de las piñas, la molienda y por último la destilación. En el proceso influyen dos factores importantes: el clima y la calidad del agua. Así, en temperaturas bajas la obtención del producto final puede necesitar 6 semanas o más, mientras que

en temperaturas altas puede lograrse en 5 semanas. Con lo que respecta al agua, el que sea potabilizada o de pozo, es determinante para el sabor del mezcal. De acuerdo con los resultados, de las trece EF que innovaron, cinco añadieron tres etapas al proceso de producción del mezcal, las cuales son: lavado de botellas, envasado y etiquetado.

Además, el total de esas empresas innovadoras hace uso de algún equipo sofisticado que le permite facilitar la producción del mezcal. El uso de este equipo fue originado por dos causas: 1) escasez de mano de obra, lo que ocasionó que esas EF adquirieran una desgarradora de maguey; reduciendo así los costos y tiempos de producción; y 2) el control de calidad para exportar, que dio paso a la utilización de básculas, lámparas láser, filtro de mezcal y lavadoras de botellas. También innovaron en infraestructura, aspecto en el que se observó que todas ellas cuentan con un establecimiento equipado; ocho tienen áreas específicas para efectuar cada una de las etapas de la producción de mezcal, seis tienen un equipo de reciclaje de agua y una cuenta con planta tratadora de agua.

Asimismo, algunas de las EF que han innovado hicieron mejoras y/o sustituciones en herramientas: una ha cambiado el machete por discos para cortar el maguey, ha mejorado el azadón y ha implementado las hojas de cálculo para llevar el control de calidad del producto, y dos se apoyan de tarimas para facilitar el proceso de producción y comercialización del producto final.

Con lo que respecta a los utensilios, el 100% de las empresas les han realizado mejoras o han hecho algunas sustituciones,

tales como las jarras graduadas de plástico o de vidrio que sustituyeron a las mangueras para el llenado de recipientes, la implementación del alcoholímetro para tener exactitud en el grado de alcohol que debe contener el mezcal, ollas de barro acondicionadas para facilitar las maniobras de los productores o, en su caso, su sustitución por ollas de acero inoxidable y, por último, la implementación de utensilios de laboratorio.

Dichas innovaciones en el proceso de producción, de acuerdo con los resultados, han logrado la percepción de un mejor desempeño organizacional en los productores de mezcal. Esto es congruente con lo propuesto en el marco referencial, en cuanto al efecto de la adopción de traditioventions en los resultados del negocio. Seis de las EF manifestaron haber percibido un aumento en su nivel de producción al reducir el tiempo en la elaboración del mezcal, cuatro manifestaron no haber percibido algún cambio y tres coincidieron en cuanto a la percepción de haber experimentado una disminución en su producción a raíz de la escasez de mano de obra y materia prima.

En cuanto a las innovaciones en la presentación del producto; dentro de los principales resultados obtenidos se encontró que, en sus inicios, doce de las trece EF mezcaleras vendían su producto a granel y solo una utilizó un envase reciclado con etiqueta desde que empezó a operar. En la actualidad, 7 de esos negocios comercializan su producto en un envase ad hoc y usan etiquetado; aunque el 100% de ellos no ha dejado de vender a granel. Los 6 restantes venden a granel dentro y fuera del municipio de Santa Catarina Minas. Por ejemplo, algunas empresas enajenan su producto a una

marca extranjera (Single Village), la cual se encarga de envasar y etiquetar el mezcal para venderlo en Estados Unidos de América.

Además, 3 de los productores de mezcal innovadores utilizan embalaje, generalmente para exportar su producto. También se encontró que ninguna empresa elabora algún producto derivado del mezcal porque no visualizan una demanda dentro del municipio y están conformes con el producto que generan.

Un hallazgo más es que actualmente no todas las empresas productoras de mezcal tienen una certificación, dado que algunas son de reciente creación y no cuentan con un nivel de producción alto ni con los recursos financieros para cubrir el costo; además de que solo 4 tienen una marca que distinga su producto en el mercado nacional y/o extranjero. Cabe señalar que algunas de ellas están en el proceso de registro de marca.

En resumen, se puede decir que el proceso de traditioventions en las trece empresas familiares de Santa Catarina Minas surgió por la escasez de mano de obra, volviéndose permanente en ellas debido a las exigencias de los clientes y del mercado global. Cabe resaltar que este proceso lo han realizado de manera gradual y conforme a las necesidades que los productores han ido identificando.

Por otro lado, los resultados permitieron identificar también los motivos por los que las EF productoras de mezcal no han adoptado traditioventions. Específicamente en el proceso de producción, se encuentran los siguientes:

Consideran que si realizan alguna modificación en el proceso de elaboración el producto perderá su valor (esencia). Las

cuatro empresas que no han innovado coinciden en que, si realizan alguna modificación en las fases de producción del mezcal, perderán el reconocimiento de producto ancestral o artesanal, ya que realizarlo de manera rudimentaria es su característica primordial.

El volumen de producción es bajo. Una de las empresas que no han modificado su proceso de producción considera que al tener un volumen de producción bajo no necesita realizar modificaciones. Asimismo, todas ellas no han implementado nuevas herramientas, utensilios y equipos que les faciliten la elaboración del mezcal, pues perciben que al producir un volumen bajo y existir escasez de materia prima no tienen la necesidad de modificar o adquirir herramientas, utensilios o equipos; además, tres no tienen una producción constante por lo que les es suficiente el capital de trabajo con el que cuentan.

La empresa es de reciente creación. Dos de las EF no innovadoras son consideradas por sus propietarios como de creación reciente, por lo que se encuentran en el proceso de adaptarse a las necesidades del mercado, cuestión que los ha llevado a no adquirir y/o implementar nuevas herramientas, utensilios y equipos que faciliten la producción de mezcal.

Escasez de materia prima. La totalidad de los productores de mezcal que no han implementado innovaciones indican que han optado por esa decisión, ya que existe escasez de materia prima y consideran no factible innovar ante una eventual falta de maguey para transformar.

Limitación de recurso económico. Una de las empresas señala que los recursos económicos con los que dispone no son

suficientes para realizar modificaciones en su proceso de producción. Otra de ellas indica la misma razón para no haber implementado nuevas herramientas, utensilios y equipos que le faciliten la elaboración del mezcal.

Como se sabe, otro aspecto importante en la innovación de las empresas es la presentación de su producto final. En el caso de las EF productoras de mezcal no innovadoras que se analizaron, los resultados muestran que estas no han agregado a su producto atributos tales como: etiqueta, marca, envase y embalaje debido a que la mitad de ellas vende el mezcal a una marca extranjera (Single Village) y la otra mitad indica que no cuenta con los recursos económicos suficientes para agregar dichos atributos. Uno de los hallazgos a destacar es que el 100% de esas empresas que no han adoptado la innovación, perciben que su producción es baja en comparación con aquellas que sí lo han hecho; y a pesar de ello, se encuentran conformes con sus niveles de producción.

Conclusiones

La *traditiovations* se refiere a la mezcla del conocimiento tradicional y técnico, es decir la preservación del conocimiento histórico-tradicional, pero reinventando los procesos y la gestión para generar valor al cliente. Se manifiesta a través de la implementación de nuevas técnicas y procesos, y/o la introducción de nuevas herramientas, utensilios o equipos en el proceso productivo o en su caso en la administración.

En este trabajo se observó que *traditiovations* tuvo una repercusión

positiva en el desempeño organizacional, este último determinado a través de la percepción del nivel de producción de mezcal por parte de los dueños de los palenques. Así, se confirma que *traditiovations* mejora el desempeño organizacional de las empresas familiares productoras de mezcal del municipio de Santa Catarina Minas.

Los resultados indican que las empresas analizadas realizaron una combinación de conocimiento tradicional y técnico que las llevó a reinventar sus procesos de producción y de gestión. En las empresas que innovaron, el proceso se originó ante la falta de mano de obra, lo que planteó la necesidad de modificar, sustituir o adquirir nuevas herramientas, utensilios y equipos; y también por la intención de introducirse en mercados extranjeros. Así, se manifiesta el carácter innovador de esas empresas tanto en la gestión como en el proceso de producción.

En cambio, para las empresas que no han innovado, el desempeño percibido en cuanto al nivel de producción es inferior al de aquellas que han implementado *traditiovations*. Aun así, muestran conformidad con sus resultados, pues argumentan que no es necesario implementar cambios debido a que existe escases de materia prima y mano de obra; además de que su mercado es local y éste no les exige mejoras en sus procesos y producto. También, porque forman parte de una cadena productiva, donde su única función es elaborar el producto y el siguiente eslabón se encarga de agregar valor al bien final.

La contribución de este trabajo se manifiesta en el contraste hallado entre la

visión generalizada sobre las empresas familiares –particularmente respecto a la resistencia al cambio y conformismo que se les atribuye– y los hallazgos reportados.

En una proporción significativa de los sujetos analizados, si bien existe un apego al conocimiento y prácticas tradicionales, también se evidencia un comportamiento innovador. Este se muestra por una tendencia al cambio, influenciada por las circunstancias locales y por el efecto de la globalización de la economía que plantea un esfuerzo mayor por parte de esas empresas para enfrentar la competencia y sobrevivir.

Además, el estudio demuestra que, en la lucha por la supervivencia, las empresas artesanales no necesariamente dejan de serlo al introducir cambios en sus procesos de producción y en los activos utilizados en ellos. El punto medular está en la conservación del conocimiento ancestral junto con la adopción de los avances tecnológicos, con el objetivo de alcanzar la eficiencia y la eficacia que tienen como consecuencia un mejor desempeño organizacional.

Agradecimientos

A Rosalva Hernández Antonio, Dositelo Jarquín Domínguez, Carmen Mendoza Pérez y Celeste Santiago Luis, por su participación en la colección de datos; y a los productores de mezcal del Mpio. de Santa Catarina Minas que aportaron información.

Referencias bibliográficas

Arias-Pérez, J., Durango, C. y Millán, N. (2015). Capacidad de innovación de proceso y

desempeño innovador: efecto mediador de la capacidad de innovación de producto, *AD-minister*. (27), 75-93.

Bañegil Palacios, T., Barroso Martínez, A. y Sanguino Galván, R. (2013). La gestión del conocimiento en las empresas familiares. En V. Fernández (Ed.), *Nuevas investigaciones sobre la gestión de la empresa familiar en España* (pp. 69-84). Barcelona: Omnia Science.

Cannarella, C. y Piccioni, V. (2011). Traditionations: Creating innovation from the past and Antique techniques for rural areas, *Technovation*. 31, 689-699.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe y Secretaría General Iberoamericana. (2010). *Innovar para Crecer. Desafíos y oportunidades para el desarrollo sostenible en Iberoamérica*. Chile: Naciones Unidas.

Consejo Regulador del Mezcal (Director). (2016) *El mezcal* [Cinta cinematográfica]. México.

Damanpour, F. (1996). Organizational Complexity and Innovation: Developing and Testing Multiple Contingency Models, *Management Science*. 42, (5).

De la Garza, T., Zavala, M. y López, J. (2017). Competencias del emprendedor y su impacto en el desempeño organizacional, *Universidad y Empresa*. 19 (33), 53-74.

Del Castillo, C. y Vargas, B. (2009). El proceso de gestión y el desempeño organizacional: Una aproximación a la nueva gestión pública desde el ámbito de los gobiernos locales. *Cuad. Difus.*, 14 (26).

Fajardo-Dolci, G. y H, M.R. (2015). Innovación, *Instituto Mexicano del Seguro Social*. 53, (5), 532-533.

García, F. (2012). Conceptos sobre innovación: contribución al análisis PEST (Política, Economía, Sociedad y Tecnología),

Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería. Recuperado el 24 de abril de 2018 de www.acofi.edu.co > 2013/08 > [DOC PE Conceptos Innovacion](#)

García-Pérez de Lema, D., Gálvez-Albarracín, E. y Maldonado-Guzmán, G. (2016). Efecto de la innovación en el crecimiento y el desempeño de las Mipymes de la Alianza del Pacífico. Un estudio empírico, *Estudios Gerenciales*. 32 (141), 326–335.

Martínez-Costa, M. y Martínez-Lorente, Á. (2008). Sistemas de gestión de calidad y resultados empresariales: una justificación desde las teorías institucional y de recursos y capacidades, *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*. (34),7-30.

Mendoza-Ramírez, L., Toledo-López, A. y Arieta-Melgarejo, P. (2016). Desempeño, Capital Humano y Desastres Naturales: Estrategias Para El Sector Artesanal, *Revista Internacional Administración & Finanzas*. 9, (3), 29-41, 2016.

Toledo-López, A. y Granados, H. (2016). Innovación y Desempeño de los negocios de subsistencia en México. En Ojeda, R. y López, L. (eds.), *Gestión Social Organizaciones Humanas para una Sociedad Incluyente* (pp. 5337-5362). México: Universidad Autónoma de Yucatán.

Toro, N., Castaño, J. y López, Y. (2017). Estado innovador de empresas medianas y pequeñas agroindustriales de Manizales y su

relación con el desempeño organizacional, *Ánfora*. 24 (42),67-93.

Van de Ven, A. H. (1984). Central problems in the management of innovation. Strategic Management Research Center.

Vélez, D. (2008). Innovación y tradición en las empresas familiares. Recuperado el 21 de marzo de 2018 de <https://www.dinero.com/columnistas/edicionimpresa/articulo/innovacion-tradicion-empresas-familiares/64096>

Wasserman, M. (2012). Innovación con conocimiento, Sistema de Revistas de la Universidad de Antioquia. 25 (4).

Yamakawa, P. y Ostos, J. (2011). Relación entre innovación organizacional y desempeño organizacional. *Universidad y Empresa*, Vol.13, No. 21, 93-115.

Ynzunza, C. e Izar, J. (2016). Estrategia de negocio, gestión de recursos y desempeño organizacional, *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*. 69, 47-53.

CONSIDERACIÓN DE LA SUBCONTRATACIÓN NO-CONFIABLE EN LA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA CON DETERIORO

Rivera-Gómez, Héctor^{1*}, González-González, Jesús Manuel¹, Garnica-González, Jaime¹

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Área Académica de Ingeniería y Arquitectura

* Autor de correspondencia: hriver06@hotmail.com

Resumen

El presente artículo estudia la interacción entre las estrategias de producción, mantenimiento y subcontratación que aparecen en sistemas modernos de producción y que son necesarias para poder satisfacer la demanda solicitada por los clientes. El sistema bajo estudio experimenta un proceso de deterioro que influye principalmente en la calidad de los productos. En la estrategia de producción, se considera una estrategia tradicional la cual, al no poder satisfacer la demanda por los efectos del deterioro, se recurre a un subcontratista, el cual se asume que es no-confiable. El sistema tiende a experimentar fallas aleatorias, las cuales son reparadas mínimamente y se puede recurrir a un mantenimiento mayor el cual restaura la unidad a su condición inicial. El objetivo del estudio es analizar una estrategia conjunta de producción y mantenimiento considerando el deterioro de calidad, subcontratación y minimizando el costo total. Considerando la dinámica estocástica del sistema, se utilizan técnicas de simulación, donde se combinan las capacidades descriptivas de la simulación, con el análisis estadístico y métodos de optimización. El modelo de simulación es validado mediante diversas técnicas a fin de asegurar que los resultados son aplicables a sistemas reales. Se presenta además un análisis de sensibilidad con el objetivo de resaltar la reducción de costos con la estrategia propuesta.

Palabras clave: Estrategias de mantenimiento, Planeación de la producción, Subcontratación no-confiable.

Abstract

The present paper studies the interaction between the strategies of production, maintenance and subcontracting that are commonly observed in modern production systems and that are

necessary to consider to satisfy the customers demand. The system under study experiences a deterioration process that impacts mainly in the quality of the produced items. In the production strategy, a traditional approach is considered, which is not able to satisfy the demand due to the deterioration effects, and so subcontracting is needed. However, we assume that the subcontractor is not reliable. The system tends to experience random failures, which are minimal repaired, additionally major maintenance can be conducted to restore the production unit to its initial condition. The objective of the study is to analyze the joint strategy of production and maintenance considering quality deterioration and subcontracting with the aim to minimize the total cost. Considering the stochastic dynamics of the system, simulation techniques are used where the descriptive capacities of simulation are combined with statistical analysis and optimization methods. The simulation model is validated through several techniques with the aim to ensure that the results can be applied in real production systems. A sensitivity analysis is presented in order to confirm the structure of the proposed control policy.

Key words: Maintenance strategies, Non-reliable subcontracting, Production planning

Introducción

En la actualidad, la subcontratación ha ganado importancia pues permite una mejor cooperación y coordinación entre las empresas para poder satisfacer las necesidades de los clientes en cuestión de tiempos de entrega y calidad. Aunque la subcontratación se ha estudiado en los últimos años, una escasa investigación se ha realizado desde el punto de vista operacional y considerando un subcontratista no-confiable. También, en la literatura, los temas principales como subcontratación, producción y planeación

del mantenimiento se han estudiado por separado, aunque su interacción es notoria. En los siguientes párrafos se analizan diferentes investigaciones sobre la integración de producción/mantenimiento, calidad, deterioro y subcontratación.

En la literatura se ha estudiado la relación entre calidad y producción durante varios años. Una de las primeras contribuciones sobre la planeación de la producción es la de Kimemia y Gershwin (1983), donde su estudio consolidó el marco teórico para el

desarrollo de modelos posteriores. Las contribuciones más notorias han sido las de Kim y Gershwin (2005 y 2008) donde se introduce un modelo dinámico de máquinas incluyendo además de los estados de fallas y operacionales, varios estados de defectos de calidad. Colledani y Tolio (2005, 2006) abordan simultáneamente cuestiones de calidad y producción dentro de un marco de referencia enteramente discreto, ellos consideran un sistema de producción con máquinas de fabricación e inspección.

Diversos estudios se han realizado para comprender los efectos que produce el deterioro en los sistemas de producción. Por ejemplo algunos estudios académicos e industriales han analizado el impacto de la tasa de producción en el desempeño de la intensidad del deterioro, como en los trabajos de Felix Offodile y Ugwu (1991), Khouja y Mehrez (1994) y Sana (2012). Otros artículos han abordado el tema del deterioro de sistemas, para contrarrestar el deterioro con base al mantenimiento, como lo estudia Pham y Wang (1996). Donde presentaron un método considerando que después de una reparación, el tiempo de funcionamiento

del sistema disminuye a medida que el número de reparaciones aumenta.

Diversos autores han estado interesados en integrar el mantenimiento en la planificación de la producción por el interés de mantener en operación por más tiempo a los sistemas de producción. Para un modelo no confiable, diversos modelos matemáticos se han desarrollado a fin de combinar las estrategias de mantenimiento con políticas de control de producción como en el trabajo de Rezg et al. (2008) y Chelbi y Ait-Kadi (2004). Los cuales están basados respectivamente en la política de reemplazo de bloques y en la política de reemplazo de edad. Gharbi y Kenné (2000) propusieron una política de control dependiente de la edad en el caso de un incremento de la tasa de fallas.

La relación entre estrategias de subcontratación y producción ha sido estudiada en años recientes. El trabajo de Hajej et al. (2014) contribuyó al estudio de un caso industrial en donde el uso de un subcontratista se hace cargo de cualquier producción restante para satisfacer la demanda del cliente. Bradley (2004) consideró el problema de producción/inventario para un sistema de

fabricación que puede aprovechar dos subcontratistas para satisfacer una demanda estacionaria. Yang et al. (2005) estudiaron un sistema inventario/producción con opción de subcontratación cuando la producción no puede satisfacer la demanda.

El presente artículo tiene como objetivo principal desarrollar una estrategia de control que aproveche a la subcontratación para cumplir con la demanda deseada y así disminuir los costos y mejorar la estrategia de producción. En una dinámica y contexto estocástico (fallas y reparaciones), se propone una nueva política de control de producción tomando en cuenta el aspecto de la subcontratación no-confiable, el mantenimiento y los efectos del deterioro en el sistema de producción. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: la sección 2 presenta el modelo propuesto, así como también la estrategia de producción, subcontratación y mantenimiento. En la sección 3 se describe los materiales y métodos adoptados en el artículo. La sección 4 muestra una instancia numérica. y se desarrolla un análisis de sensibilidad de diversos costos.

Finalmente, la sección 5 concluye el artículo.

Descripción del sistema de producción

El sistema de producción bajo estudio consiste en dos unidades productivas (la unidad principal y el subcontratista) los cuales son además no-confiables y fabrican un solo tipo de pieza. La disponibilidad de la unidad principal (D_p) está dada aleatoriamente, por una dinámica markoviana con tres estados $\alpha_1 \in \Omega = \{1,2,3\}$. Cuando $\alpha_1(t) = 1$, la unidad principal está en el modo operativo. Cuando $\alpha_1(t) = 2$ la unidad se encuentra en el modo de falla y cuando $\alpha_1(t) = 3$ la unidad está en el modo de mantenimiento mayor, que comprende una reparación total del sistema. En cuanto a la disponibilidad del subcontratista (D_s) está dada aleatoriamente con dinámicas markovianas con dos estados $\alpha_2 \in \Omega = \{1,2\}$. Cuando $\alpha_2(t) = 1$, el subcontratista se encuentra operando con normalidad y cuando $\alpha_2(t) = 2$ el subcontratista se encuentra no disponible por problemas técnicos. El nivel de inventario $x(t)$ está dado por la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial x(t)}{\partial(t)} = \frac{u_1(t)}{1-\beta(a)} + u_2 - d, \quad x(0) = x_0 \quad (1)$$

Donde $u_1(t)$ es la tasa de producción de la unidad principal en el tiempo (t), u_2 es la tasa de producción del subcontratista, d es la demanda del cliente y $\beta(a)$ es la tasa de defectivos en la edad a . Se considera que el subcontratista puede satisfacer solamente una fracción k de la demanda:

$$u_2 = k \cdot d \quad (2)$$

La edad de la unidad principal se define con la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial a(t)}{\partial(t)} = \eta_o \cdot u(t) \quad (3)$$

$$a(T) = 0 \quad (4)$$

donde η_o es una constante positiva y T se refiere al tiempo en el que se restauró por última vez la unidad. La tasa de defectivos incrementa acorde al nivel de deterioro de la unidad, Colledani y Tolio (2011), como se expone en la siguiente ecuación:

$$\beta(a) = b_0 + b_1 [e^{-\eta_1 a(t)^{\eta_2}}] \quad (5)$$

Donde b_0 es la tasa de defectos en la condición inicial, b_1 es el límite superior considerado en el proceso de deterioro, η_1 y η_2 son constantes no negativas.

Estrategia de producción y subcontratación

La estrategia propuesta es una política tradicional de punto de cobertura que está definida por la siguiente expresión:

Si $a(t) < A_{sub}$:

Parámetro:	c^+	c^-	c_R	c_M	c_{def}	c_{pro}	c_{sub}
Valor:	1	40	100	3000	20	5	15

Tabla II. Parámetros de costo

$$u_2(t) = 0 \quad \forall x(t), \alpha_1(t), \alpha_2(t)$$

Si $a(t) \geq A_{sub}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} u_1(t) = \left\{ \begin{array}{ll} \begin{array}{l} U_{max} \\ \text{Max} \left(\frac{U_{max}}{1-\beta(a)} - u_2^* \right) \\ \frac{d}{1-\beta(a)} \end{array} & \begin{array}{l} \text{si } x(t) < Z^* \text{ y } \alpha_1(t) = 1 \text{ y } \alpha_2(t) = 0 \\ \text{si } x(t) < Z^* \text{ y } \alpha_1(t) = 1 \text{ y } \alpha_2(t) = 1 \\ \text{si } x(t) = Z^* \text{ y } \alpha_1(t) = 1 \text{ y } \alpha_2(t) = 0 \end{array} \\ \text{Max} \left(\left(\frac{d}{1-\beta(a)} - u_2^* \right), 0 \right) & \begin{array}{l} \text{si } x(t) = Z^* \text{ y } \alpha_1(t) = 1 \text{ y } \alpha_2(t) = 1 \\ \text{si } x(t) \leq Z^* \text{ y } \alpha_1(t) = 0 \text{ y } \forall \alpha_2(t) = 0 \\ \text{si } x(t) > Z^* \end{array} \\ 0 & \\ 0 & \end{array} \right. \quad (11) \\ u_2(t) = \left\{ \begin{array}{ll} u_2^* & \text{si } x(t) \leq Z^* \text{ y } \alpha_2(t) = 1 \text{ y } \forall \alpha_1(t) = 0 \\ 0 & \text{si } x(t) \leq Z^* \text{ y } \alpha_2(t) = 0 \text{ y } \forall \alpha_1(t) = 0 \\ 0 & \text{si } x(t) > Z^* \end{array} \right. \end{array} \right.$$

Donde A_{sub} indica la edad donde el subcontratista puede ser solicitado.

Estrategia de mantenimiento mayor

La estrategia de mantenimiento mayor indica que esta actividad puede iniciarse cuando la unidad productiva sobrepasa la edad límite A_o :

$$w^*(1, x, a) = \begin{cases} 1 & \text{si } a(t) \geq A_o \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (12)$$

En donde A_o es la edad límite para la estrategia de mantenimiento.

Materiales y métodos

La metodología propuesta consta de las siguientes actividades:

1) Modelo matemático: se establecen las variables de decisión, la función objetivo a minimizar y los parámetros de control de la estrategia propuesta.

2) Modelo de simulación: se desarrolla un modelo de simulación que utiliza los parámetros de control (Z_o, A_{sub}, A_o) como datos de entrada.

Parámetro:	q_{12}	q_{21}	q_{13}	q_{31}	qs_{12}	qs_{21}
Valor:	0.1	1.5	0.15	5	0.25	0.3
Parámetro:	u_{max}	d	$usub_{max}$	η_0	b_1	b_2
Valor:	9	5	3	0.1	0.01	0.49
Parámetro:	η_1	η_2	k			
Valor:	$15 \times 10^{-6.2}$	2.4	0.5			

Tabla I. Parámetros del modelo numérico

3) Análisis estadístico: en esta actividad se utiliza un diseño de experimentos con el propósito de determinar un modelo de regresión de segundo orden para el costo total incurrido del modelo de simulación.

4) Optimización: en esta etapa se optimiza el modelo de regresión obtenido dentro del rango factible de los parámetros de control, además se especifica los valores óptimos de los parámetros de control (Z_0, A_{sub}, A_o) y el costo total mínimo.

Resultados y discusión

En esta sección se desarrolla una instancia numérica del sistema bajo estudio, se consideran tres variables independientes

Varias corridas de simulación son ejecutadas en base en un diseño factorial 3^3 . A cada combinación de las variables independientes (Z_0, A_{sub}, A_o), el diseño 3^3 se replica 2 veces, esto supone un total de $(3^3 \times 2) = 54$ corridas de simulación necesarias para los cálculos. Los valores de los parámetros empleados en la instancia numérica se presentan en la Tabla I. La Tabla II presenta los parámetros de costo utilizados en la instancia numérica.

Cabe destacar que a fin de asegurar que $A_{sub} < A_o$, se define esta edad como una

(Z_0, A_{sub}, A_o) y una variable dependiente puntualizada por el costo total incurrido.

Casos	Par.	Variación de costo						
		c^+	c^-	c_d	c_{pro}	c_{sub}	c_r	c_{pm}
Caso Base	-	1	40	20	5	15	100	3000
Caso I	c^+	0.5	40	20	5	15	100	3000
Caso II		2	40	20	5	15	100	3000
Caso III	c^-	1	10	20	5	15	100	3000
Caso IV		1	50	20	5	15	100	3000
Caso V	c_d	1	40	5	5	15	100	3000
Caso VI		1	40	30	5	15	100	3000
Caso VII	c_{pro}	1	40	20	1	15	100	3000
Caso VIII		1	40	20	10	15	100	3000
Caso IX	c_{sub}	1	40	20	5	5	100	3000
Caso X		1	40	20	5	30	100	3000
Caso XI	c_r	1	40	20	5	15	30	3000
Caso XII		1	40	20	5	15	200	3000
Caso XIII	c_{pm}	1	40	20	5	15	100	1000
Caso XIV		1	40	20	5	15	100	4500

Tabla VI. Análisis de sensibilidad para diferentes variaciones de costo

fracción de la edad A_0 tal como $A_{sub} = k \cdot A_0$, donde $k \in [0,1]$. Los valores de las variables independientes (Z_0, k, A_0) , presentados en la Tabla III, fueron seleccionados por medio de la observación de la unidad de producción dada por corridas preliminares.

En la Tabla VI, se presentan catorce configuraciones diferentes, las cuales se obtienen de la modificación de siete categorías de costo.

Los resultados obtenidos en el análisis de sensibilidad de la variación del conjunto de costos analizados se presentan en la Tabla VII.

En base en los resultados discutidos de la Tabla VII, es clara la eficiencia del modelo propuesto y se comprueba que la

Casos	Par.	Parámetros Óptimos de Variación				Costo	Efecto
		Zo^*	K^*	Ao^*	$Asub^*$	Total C^*	
Caso Base	-	31.5	0.6707	150.32	100.8196	34.33	Base de comparación
Caso I	c^+	39.83	0.692	154.84	107.1493	17.05	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$
Caso II		14.93	0.627	140.36	88.0057	56.86	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Caso III	c^-	16.58	0.6604	132.77	87.6813	66.10	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Caso IV		34.6	0.6718	154.47	103.7729	16.28	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$
Caso V	c_d	32.21	0.6471	165.17	106.8815	23.42	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$
Caso VI		31	0.6875	139.85	96.1469	40.97	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Caso VII	c_{pro}	32.19	0.6711	154.27	103.5306	14.10	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$
Caso VIII		30.67	0.6705	145.46	97.5309	59.43	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Caso IX	c_{sub}	30.66	0.6441	154.88	99.7582	24.68	$Zo^*\downarrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\downarrow$
Caso X		33.61	0.7095	143.82	102.0403	47.66	$Zo^*\uparrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\uparrow$
Caso XI	c_R	31.53	0.6702	150.7	100.9991	27.96	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$
Caso XII		31.47	0.6715	149.87	100.6377	43.43	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Case XIII	c_M	30.78	0.6985	133.59	93.3126	25.46	$Zo^*\downarrow, Ao^*\downarrow, Asub^*\downarrow$
Case XIV		31.93	0.6543	160.29	104.8777	40.26	$Zo^*\uparrow, Ao^*\uparrow, Asub^*\uparrow$

Tabla VII. Análisis de sensibilidad para diferentes variaciones de costo

estructura de la estrategia de control es consistente durante todo el análisis.

Conclusiones

A través de un ejemplo numérico se observó que el proceso de deterioro

influye directamente en la estrategia de mantenimiento, producción y subcontratación, debido a que los parámetros de control de estas estrategias se definen en base en el nivel de deterioro

de la unidad principal. Por consiguiente, se percató que la estrategia de subcontratación se pone en funcionamiento cuando la unidad de producción no puede cumplir con la demanda solicitada por sí sola, a causa de la presencia de defectivos y el gran deterioro de la unidad. En el análisis de sensibilidad se observó la efectividad de la estrategia propuesta y la reducción en el costo que puede ser obtenida al implementar la estrategia de control. Al momento, los resultados alcanzados son satisfactorios e impulsan el desarrollo de futuros trabajos en esta área de investigación.

Bibliografía

- Bradley, J. (2004). A Brownian approximation of a production-inventory system with manufacturer that subcontracts. *Oper Res* 52(5), 765-784.
- Chelbi, A., & Ait-Kadi, D. (2004). Analysis of a production/inventory system with randomly failing production unit submitted to regular preventive maintenance. *European Journal of Operational Research*, 156(3), 712-718.
- Colledani, M., & Tolio, T. (2005). Impact of statistical process control (SPC) on the performace of production systems-part2 (large systems). *5th international conference on analysis of manufacturing systems-production management*. Zakynthos Island, Greece.
- Colledani, M., & Tolio, T. (2006). Impact of Quality Control on Production System Performance. *Annals of the CIRP*, 55.
- Colledani, M., & Tolio, T. (2011). Integrated analysis of quality and production logistics performance in manufacturing lines. *International Journal of Production Research*, 49(2), 485-518.
- Felix Offodile, O., & Ugwu, K. (1991). Evaluating the effect of speed and payload on robot repeatability. *Robotics and computer-integrated manufacturing*, 8(1): 27-33.
- Gharbi, A., & Kenné, J. (2000). Production and preventive maintenance rates control for a manufacturing system: An experimental design approach. *International Journal of Production Economics*, 65(3), 275-287.
- Hajej, Z., Rezg, N., & Gharbi, A. (2014). Forecasting and maintenance problem under subcontracting constraint with transportation delay. *Int. J. Prod. Res.* 52 (22), 6695-6716.
- Khouja, M., & Mehrez, A. (1994). Economic production lot size model with variable production rate and imperfect quality. *Journal of the Operational Research Society*, 45(12):1405-17.
- Kim, J., & Gershwin, S. (2005). Integrated quality and quantity modeling of a production line. *OR Spectrum*, 27(2-3), 287-314.

Kim, J., & Gershwin, S. (2008). Analysis of long flow lines with quality and operational failures. *IIE Transactions*.

Kimemia, J., & Gershwin, S. (1983). An algorithm for the computer control of production in a flexible manufacturing system. *IIE Transactions*, 15(4), 353-362.

Pham, H., & Wang, H. (1996). Imperfect maintenance. *European Journal of Operation Research*, 94, 425–438.

Rezg, N., Dellagi, S., & Chelbi, A. (2008). Joint optimal control and preventive maintenance policy. *International Journal of Production Research*, 46(19), 5349–5365.

Sana, S. (2012). Preventive maintenance and optimal buffer inventory for products sold with warranty in an imperfect production system. *International Journal of Production Research*, 50(23):6763–74.

Yang, J., Qi, X., & Xia, Y. (2005). A production-inventory system with Markovian capacity and outsourcing option. *Oper Res* 53(2), 328-349.

ESTÍMULOS FISCALES PARA LA CONTRIBUCIÓN DEL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE: UN CONCEPTO NO INCLUYENTE, REVISIÓN 2019.

Vargas Vega Teresa de Jesús[&], Villegas González Eleazar, Torrico Ramírez Edgar Ricardo

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – Instituto de Ciencias Económico Administrativas. Circuito la Concepción Km. 2.5 Col. San Juan Tilcuautla, San Agustín Tlaxiaca Hidalgo. México CP. 42160. Teléfono (771)7172000 Ext. 4131

[&]Autor para correspondencia: tvvega@uaeh.edu.mx

Resumen

De cara al vencimiento de los compromisos vinculantes adquiridos por México ante las Naciones Unidas en materia de cambio climático, el presente trabajo establece la existencia de estímulos fiscales de carácter ambiental, realizando para ello un análisis preciso de la Ley del Impuesto Sobre la Renta 2019. Se describirá, además, con apego a la Constitución Mexicana, los derechos humanos y su relación con los impuestos, sin dejar de lado que, como seres humanos, tenemos derecho a un medio ambiente sano. Finalmente, el trabajo determina los incentivos fiscales de corte ambiental vigentes en 2019, resaltando la discriminación fiscal para las personas físicas.

Palabras clave: cambio climático, derechos humanos, estímulo fiscal, impuesto sobre la renta.

Abstract

Nearby of the expiration of the Binding commitments acquired by Mexico in the Kyoto Protocol on Climate Change, this paper aims to establish the existence of environmental tax reliefs, conducting a precise analysis of the 2019 Income Tax Law. It will also describe, following the Constitution, human rights, and their relationship with taxes, without neglecting that, as human beings, we have the right to a healthy environment. Finally, the paper determines the environmental tax reliefs in force in Mexico in 2019, highlighting the inclusion lack for natural persons.

Keywords: climate change, human rights, tax relief, income tax.

clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la

Introducción

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como el “cambio de

composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima

observada durante periodos de tiempo comparables” (ONU, 1992, p.3).

De ahí que la Organización de las Naciones Unidas considera al cambio climático como una amenaza real para el planeta, por lo cual convoca a sus países miembros para concientizarlos de los efectos e iniciar a tomar acciones de mitigación y de adaptación.

Los países miembros establecen metas de generación de energías limpias (no fósiles) con el fin de mitigar el cambio climático, con un calendario de actuación y, acuerdan elevar dichos compromisos en cada uno de sus países con carácter de vinculantes¹.

Por este motivo México, decreta la “Ley General de Cambio Climático” en el año 2012, en la cual establece que “... la Secretaría de Energía en coordinación con la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Reguladora de Energía, promoverán que la generación eléctrica proveniente de fuentes de energías limpias alcance por lo menos 35% para el año 2024”.

A pesar de estos esfuerzos, en materia de cambio climático, México continúa estancado en el tema, tanto por la iniciativa pública como la privada. En general la sociedad, no ha cobrado conciencia del problema que representa el cambio climático; vislumbran la adaptación de tecnología de energía limpia como un gasto innecesario, no como una inversión que coadyuve al mejoramiento del medio

ambiente y a la vez le permita obtener beneficios fiscales.

De acuerdo con los datos del Balance de Energía 2017 (SENER, 2018), se muestra que el 95.3% de energía se sigue obteniendo a partir de fuentes fósiles y, tan solo el 4.7% se obtiene de energías limpias.

Por ello, el objetivo del presente trabajo consistió en identificar los estímulos fiscales de carácter ambiental, realizando para ello un análisis de la Ley del Impuesto Sobre la Renta 2019.

Dentro del sustento teórico se describe la relación de los impuestos con los derechos humanos, los elementos de tributación, lo que debemos entender por estímulo fiscal, haciendo un énfasis importante a los de corte ambiental a través de una revisión en la Ley del impuesto sobre la renta (LISR, 2019) en México, y finalmente una breve semblanza de la política ambiental en México.

La metodología empleada en el presente trabajo es de carácter descriptivo, se recolectaron diversos conceptos (variables) y los aspectos del fenómeno a investigar para puntualizar la evolución de los estímulos fiscales, que es el objeto que se investiga. (Hernández et al., 2006)

Finalmente, las conclusiones sugieren la existencia de una gran área de oportunidad para el país en materia de estímulos fiscales de corte ambiental, donde se advierte que el problema principal, en aras

¹ Lo cual conlleva obligatoriedad de aplicación y cumplimiento

de coadyuvar a mejorar el medio ambiente, es la discriminación fiscal.

Materiales y métodos

Es importante subrayar que existe un vínculo entre los impuestos, derechos humanos y el medio ambiente, para su comprensión se realizó una revisión de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y las disposiciones que de ella emanan en materia fiscal y de derechos humanos relativas al cuidado del medio ambiente.

Con respecto a la metodología empleada en el presente trabajo cabe resaltar que es de carácter descriptivo, se recolectaron diversos conceptos y los aspectos del fenómeno a investigar para puntualizar la evolución de los estímulos fiscales, que es el objeto que se investiga. (Hernández et al., 2006)

Hernández, Fernández y Baptista (2006) aclaran que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de los procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide o recolecta información sobre cada una de ellas, para así delinear lo que se investiga. Nuestra meta, como lo señala Danhke (1989), consistió en describir contextos y eventos; esto es, detallando como son y se manifiestan los estímulos fiscales de corte ambiental en México.

Resultados y discusión

Impuestos y su relación con los derechos humanos.

Derecho humano de igualdad: Consiste en que todas las personas sean beneficiarias o destinatarias de los derechos y obligaciones establecidas en la Constitución, sean tratados como iguales, es decir, no puede otorgar beneficios o privilegios a unas personas y negarlas a otras. (Vega, 2018).

Derecho humano de seguridad jurídica: Estructura en la creación de leyes destinadas a proteger y/o tutelar los bienes públicos y atributos inalienables del ser humano, lo cual se establece en los artículos 14 y 16 constitucional. (CPEUM, 2019)

Derecho humano de legalidad: La legalidad de un acto de autoridad, además de sustentarse en las normas jurídicas aplicables, también depende de los requisitos exigidos por las leyes, en particular los relativos a la motivación y la fundamentación, tanto para acreditar la competencia material y territorial de la autoridad que emite un acto de molestia como para justificar el propósito que persigue dicho acto frente al destinatario del mismo. (Vega, 2018)

Derecho humano de irretroactividad legal: Este derecho humano se contiene en el primer párrafo del artículo 14 constitucional (CPEUM, 2019), que dispone: “A ninguna Ley se dará efecto retroactivo en perjuicio de persona alguna...”

Derecho humano de petición y de audiencia: El artículo 17 constitucional señala que “*ninguna persona podrá hacerse justicia por sí misma ni ejercer violencia para reclamar su derecho.*” (CPEUM, 2019); esta misma disposición

constitucional agrega que *“Toda persona tiene derecho a que se le administre justicia por tribunales que estarán expeditos para impartirla en los plazos y términos que fijen las leyes, emitiendo sus resoluciones de manera pronta, completa e imparcial...”* (CPEUM, 2019).

Derecho humano de legalidad en los impuestos: De conformidad con el artículo 31, fracción IV, de la Carta Magna (CPEUM, 2019), la obligación de los mexicanos de sufragar el gasto público de los acreedores fiscales debe realizarse de la manera proporcional y equitativa que dispongan “las leyes”. De lo anterior se desprende que no habrá carga fiscal, sea federal o local, si ésta no está considerada en disposición legal previamente expedida a las hipótesis de causación, resultando aplicable el principio de derecho que reza: “no hay obligación fiscal si no existe disposición legal que la establezca”.

Derecho humano de proporcionalidad y equidad en los impuestos (justicia tributaria): la proporcionalidad en el establecimiento de un tributo resulta insuficiente si no comprende a la generalidad de los sujetos pasivos de la obligación fiscal, dando un trato igual a los iguales y diferente a los desiguales, que corresponde a la equidad de la carga fiscal de que se trate, y viceversa, si una ley fiscal es equitativa y define debidamente a los destinatarios de las obligaciones fiscales, pero no aporta los elementos de graduación en relación con la verdadera capacidad de pago de los contribuyentes, no estaría ofreciendo el requisito de proporcionalidad; esto demuestra que son inseparables los requisitos exigidos por la

Constitución para el establecimiento de contribuciones, sean federales o locales. (CPEUM, 2019)

Derecho humano de no aplicación de multa excesiva ni de confiscación de bienes: Según lo establece el artículo 21 Constitucional en su quinto párrafo: *“Si el infractor de los reglamentos gubernativos y de policía fuese jornalero, obrero o trabajador, no podrá ser sancionado con multa mayor del importe de su jornal o salario de un día.”* (CPEUM, 2019). Considerándose que la multa es excesiva cuando supera las expectativas o posibilidades económicas del infractor.

El artículo 22 del mismo ordenamiento dispone la prohibición de *“... la multa excesiva, la confiscación de bienes y cualesquiera otras penas inusitadas y trascendentales. Toda pena deberá ser proporcional al delito que sancione y al bien jurídico afectado.”*

No se considerará confiscación la aplicación de bienes de una persona cuando sea decretada para el pago de multas o impuestos, ni cuando la decrete la autoridad judicial para el pago de responsabilidad civil derivada de la comisión de un delito...” (CPEUM, 2019)

Política ambiental.

En el caso de México, conviene subrayar que se encuentra establecido en la Constitución en el artículo 4 fracción cuarta que *“...toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará*

responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.”

Además, en el artículo 73, fracción XVI, párrafo IV señala que: *“El congreso tiene facultad: ...para revisar las medidas adoptadas para prevenir y combatir la contaminación ambiental.”*

Mas aun, el estado mexicano, a efectos de cuidar el medio ambiente, publica en 2012 la Ley General de Cambio Climático (Cámara de Diputados, 2012), en la cual se consideran las acciones necesarias de mitigación y adaptación que deberán llevarse a cabo de manera coordinada entre el gobierno y la ciudadanía.

Elementos de tributación en el Impuesto Sobre la Renta.

Al hablar de impuestos es necesario analizar los elementos de la tributación en cada impuesto, relativos al sujeto, objeto, la base, la tasa y/o tarifa, de cuya integración depende la existencia de la obligación fiscal, y su conformación indica la necesidad de establecer la fecha y/o condiciones en que ésta se debe cumplir.

Sujeto activo o acreedor. El artículo 1° de la ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR, 2019) establece que *“Las personas físicas y las morales están obligadas al pago del impuesto sobre la renta en los siguientes casos:*

- I. Las residentes en México,...*
- II. Los residentes en el extranjero que tengan un establecimiento permanente en el país,...*

III. Los residentes en el extranjero, respecto de los ingresos procedentes de fuentes de riqueza situadas en territorio nacional...” (LISR, 2019)

Estos sujetos son aquellos que llamamos sujetos pasivos de la relación jurídico tributaria (contribuyente), y el sujeto activo en esta relación será la Federación.

Objeto. De acuerdo al mismo artículo 1° de la LISR establece que el objeto de dicho impuesto es el “ingreso”, por lo cual dicha ley no es precisa, ya que debería decir “renta”, es decir, la modificación positiva del patrimonio.

Tasa o tarifa: La tasa que se refiere la LISR para el año 2019 específicamente para personas morales es del 30%, en el caso de las personas físicas que no hacen pagos definitivos se deberá aplicar la tarifa anual de dicho impuesto establecido en el artículo 152 LISR a la suma de las diferentes bases del impuesto de acuerdo a la situación jurídica o de hecho que lo cause y encaje en cada régimen del título IV de dicha ley.

Base: Carrasco (2014) nos define la base como “la cantidad neta en relación con la cual se aplican las tasas del impuesto; es decir, el ingreso bruto, menos deducciones y exenciones autorizadas por la ley”. Asimismo, cada estímulo fiscal establece en su propia redacción la mecánica de aplicación, que normalmente será de restar a la base gravable antes de calcular el impuesto sobre la renta. Los estímulos fiscales no deben considerarse ingreso acumulable para efectos de LISR, pues ello sería incongruente con su propósito de disminuir el monto de los impuestos a

cargo del contribuyente y sería ineficaz y engañoso el propósito que persiguen.

Época de pago: El pago provisional de acuerdo al artículo 14 LISR (a cuenta del impuesto anual) se hará de forma mensual (salvo alguna facilidad administrativa como arrendamiento que puede ser trimestral o el sector primario de agricultura, ganadería, pesca, silvícolas que puede ser semestral para el año fiscal 2019) hasta el día 17 del mes inmediato posterior al que corresponda dicho pago y el pago del ejercicio se hará anualmente, para las personas morales durante los primeros tres meses del año posterior al que termine el ejercicio fiscal, y para las personas físicas mediante declaración que presentarán el mes de abril del año siguiente según lo establece el artículo 150 LISR.

Estímulos fiscales en México.

Definición de estímulo fiscal

Duran (2009), apunta que “...tanto la LISR como el Código Fiscal de la Federación (CFF), no establecen una definición de lo que debe entenderse por estímulo fiscal, ya que sólo señalan que el Ejecutivo, por medio de resoluciones de carácter general, podrá conceder subsidios o estímulos fiscales, sin que al efecto establezcan qué debe entenderse por tales conceptos. En efecto, el artículo 39, fracción III del CFF, menciona que el Ejecutivo Federal, mediante resoluciones de carácter general, podrá conceder subsidios o estímulos fiscales, sin que haga mayor señalamiento respecto de lo que debemos entender por estos conceptos”.

Por lo tanto, resulta indispensable, para efectos del presente estudio, desentrañar el sentido de lo que debe entenderse por estímulo fiscal, por lo que es necesario acudir a otros medios para encontrar el verdadero sentido de tal enunciado y, en consecuencia, establecer la intención que tuvo el legislador para haber creado estos beneficios fiscales.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española señala que estímulo proviene del latín *stimulus*, cuya segunda acepción establece que debe entenderse como un incitamiento para obrar o funcionar.

Ahora bien, el mismo diccionario aclara que fiscal es un adjetivo perteneciente o relativo al fisco, o al oficio de fiscal, y por fisco, como segunda acepción, establece

que es el conjunto de organismos públicos que se ocupan de la recaudación de impuestos.

Por su parte, el Diccionario Jurídico Mexicano (2019), define estímulo como un beneficio de carácter económico concedido por la ley fiscal al sujeto pasivo de un impuesto, con el objeto de obtener de él ciertos fines de carácter parafiscal.

Por lo tanto, es posible concluir que en cualquier caso el estímulo debe ser entendido como un incentivo que otorga el Estado a ciertos sectores o actividades, con el fin de lograr ciertas metas que no necesariamente coinciden con un ánimo recaudador o de contribución al gasto público, sino más bien con un ánimo de subvención del desarrollo de ciertas actividades o de aminorar algún perjuicio

que hayan sufrido ciertos sectores por causas del hombre o de la naturaleza.

Toda vez que se describieron, con apego a la Constitución Mexicana, los derechos humanos y su relación con los impuestos, se procedió a la identificación de los estímulos fiscales de corte ambiental.

Del análisis descriptivo al título VII de la Ley del Impuesto sobre la Renta 2019, se verificó la existencia de once estímulos fiscales, listados en la tabla 1.

Tabla 1. Síntesis de Estímulos fiscales contemplados en la LISR 2019.

Título VII	De los estímulos fiscales	Artículo(s)
Capítulo I	De las cuentas personales de ahorro	185
Capítulo II	De los patrones que contraten a personas que padezcan discapacidad y adultos mayores.	186
Capítulo III	De los fideicomisos dedicados a la adquisición o construcción de inmuebles	187 - 188
Capítulo IV	De los estímulos fiscales a la producción y distribución cinematográfica y teatral nacional	189 - 190
Capítulo V	De los contribuyentes dedicados a la construcción y enajenación de desarrollos inmobiliarios	191
Capítulo VI	De la promoción de la inversión en capital de riesgo en el país	192 - 193
Capítulo VII	De las sociedades cooperativas de producción	194 - 195
Capítulo VIII	De la opción de acumulación de ingresos por personas morales	196 - 201
Capítulo IX	Del estímulo fiscal a la investigación y desarrollo de tecnología	202
Capítulo X	Del estímulo Fiscal al deporte de alto rendimiento	203
Capítulo XI	De los equipos de alimentación para vehículos eléctricos	204

Fuente: LISR, 2019

Adicionalmente, se cuenta con otros estímulos (aunque no necesariamente son denominados así, ni clasificados dentro del

Título de estímulos fiscales) los cuales se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Otros estímulos fiscales LISR 2019.

Fuente	Denominación	Artículo(s)
Transitorios 2014	Subsidio al empleo	Décimo
Título II	Inversión en activo fijo para generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente	34 fracción XIII
Decreto	Decreto por el que se otorga un estímulo fiscal a las personas físicas en relación con los pagos por servicios educativos.	DOF 15/02/2011

Fuente: Elaboración propia, basada en LISR (2019)

De las dos tablas anteriores se puede identificar que solo existen dos estímulos fiscales que tienen relación con el medio ambiente. En la tabla 1 se observa el establecido en el artículo 204 y en la tabla 2 el que se incluye en el artículo 34.

En el primer caso, se trata “De los equipos de alimentación para vehículos eléctricos” y se establece que:

“Se otorga un estímulo fiscal a los contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta, consistente en aplicar un crédito fiscal equivalente al 30% del monto de las inversiones que en el ejercicio fiscal de que se trate, realicen en equipos de alimentación para vehículos eléctricos, siempre que éstos se encuentren conectados y sujetos de manera fija en lugares públicos, contra el impuesto sobre la renta que tengan a su cargo en el ejercicio en el que se determine el crédito. El crédito fiscal no será acumulable para efectos del impuesto sobre la renta...” (LISR, 2019)

Cabe destacar que, en este caso, al referirse al monto “de las inversiones”, acorde con la definición del artículo 32 de la LISR, se está limitando el beneficio a las personas morales y a las personas físicas con actividad empresarial y profesional, que de acuerdo al artículo 103 y 104 LISR, son las únicas figuras que pueden deducir inversiones.

En el segundo supuesto, el artículo 34 que marca los porcentos máximos autorizados para la deducción de “Inversión en activo fijo para generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente” señala en su fracción XIII que será del

“100% para maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables o de sistemas de cogeneración de electricidad eficiente”.

Considerando como fuentes renovables “aquéllas que por su naturaleza o

mediante un aprovechamiento adecuado se consideran inagotables, tales como la energía solar en todas sus formas; la energía eólica; la energía hidráulica tanto cinética como potencial, de cualquier cuerpo de agua natural o artificial; la energía de los océanos en sus distintas formas; la energía geotérmica, y la energía proveniente de la biomasa o de los residuos. Asimismo, se considera generación la conversión sucesiva de la energía de las fuentes renovables en otras formas de energía...” (LISR, 2019).

De la lectura del artículo se infiere que, de manera similar, el beneficio sigue orientado a los regímenes anteriormente mencionados.

Incluso, de acuerdo a lo establecido en el artículo 5 del Código Fiscal de la Federación, cuando nos referimos al sujeto, objeto, base, tasa o tarifa (en este caso nos ocupa la base), la norma es de “aplicación estricta”. Es decir, no está permitido hacer ninguna interpretación de la ley. (CFF, 2019)

No obstante, se encontró en la LISR que, para el caso del Régimen de Incorporación Fiscal (RIF), figura orientada principalmente a la regularización de la economía informal, la ley considera un beneficio que pudiera aplicarse en provecho del medio ambiente. En el párrafo sexto del artículo 111, se posibilita para la realización de los pagos bimestrales de impuestos, la deducción de la adquisición de activos fijos, pero, a diferencia de otras figuras, se realizará vía gasto correspondiente a su actividad. (LISR, 2019)

Por consiguiente, la norma no es incluyente, dado que al anclar el estímulo a aplicar sobre el monto ejercido en inversiones no contempla la posibilidad de deducibilidad para otros regímenes fiscales de las personas físicas consideradas en el Título IV, tales como los de sueldos y salarios, uso o goce temporal de bienes, enajenación, adquisición, ingresos por intereses, o de los demás ingresos. Puesto que en la LISR no se establecen las inversiones como parte de las deducciones autorizadas para estos y, por lo tanto, no tienen acceso a algún tipo de estímulo de corte ambiental, violentando con ello los derechos humanos de igualdad y de proporcionalidad y equidad en los impuestos.

Como consecuencia, estos regímenes, que constituyen aproximadamente el 57% de la base contribuyente en el país, no consideran la sustitución de maquinaria, equipos (inclusive los domésticos) o dispositivos que consuman menos energía o generen energías limpias, que al ser costosas no les representa algún beneficio directo y mucho menos les motiva a contribuir en la conservación del medio ambiente.

Conclusiones

En México, a pesar de la existencia de compromisos vinculantes en materia de cambio climático, los impuestos ambientales han tenido muy poca representación debido a que no es tan sencillo incentivar una cultura ecológica a través de una cultura fiscal en un país en vías de desarrollo, en el que muchos de sus habitantes aún no cubren sus necesidades básicas.

Aunque es poco común relacionar en qué punto convergen el medio ambiente y los impuestos, hay evidencia de que un sistema tributario con mayor énfasis en impuestos ambientales sí puede tener resultados positivos sobre la recaudación y el cuidado del medio ambiente.

Por ello, se definió como el objetivo central del presente trabajo realizar un análisis preciso de la Ley del Impuesto Sobre la Renta 2019 para determinar la existencia de estímulos de carácter ambiental.

Derivado del análisis de la normativa fiscal vigente, podemos concluir que, solo existen dos.

Siendo que esta herramienta de política pública se utiliza con el objeto de obtener ciertos fines de interés social como es el caso de la mitigación del cambio climático, actualmente está diseñada de manera tal que, posibilita una notoria “discriminación fiscal” en detrimento del logro de las metas contraídas ante la ONU.

Al no ser incluyente, no permite el acceso al 56.8% de contribuyentes y, sólo una menor proporción del padrón de contribuyentes, es decir las personas morales, las personas físicas con actividad empresarial y los contribuyentes del RIF pueden beneficiarse de un estímulo fiscal de corte ambiental.

De manera que, en aras de generar un efecto multiplicador en materia medioambiental, se considera necesario diseñar políticas públicas que abarquen bloques de población representativos, como es el caso de los contribuyentes del régimen de asalariados y, que de ser

considerados en algún esquema posibilitarían el logro de los compromisos de México en materia ambiental de cara al 2024.

Bibliografía

Cámara de Diputados (1981). Código Fiscal de la Federación. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados (1917). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Reformada]. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados (1980). Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados (2013). Ley del Impuesto Sobre la Renta. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Cámara de Diputados (2012). Ley General de Cambio Climático. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Duran, A. & Florez, P. (2009). Estímulos fiscales y su tratamiento para efectos del Impuesto Sobre la Renta. Ciudad de México, México: IMCP, pp. 47-49. Recuperado de <https://doctrina.vlex.com.mx/vid/capitulo-estimulo-fiscal-231759921>

Estímulo fiscal (s.f.) en Diccionario Jurídico Mexicano. Recuperado de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/3/1171/6.pdf>

Evolución histórica de los impuestos en México 2014 (Material del aula). Facultad

de Economía UNAM (2014), Recuperado de <http://www.economia.unam.mx/profesores/blopez/fiscal%20-%20Pres.%204.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill, pp.102-103

Naciones Unidas (9 mayo 1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Nueva York, Estados Unidos. Recuperado de https://web.archive.org/web/20050404103328/http://unfccc.int/not_assigned/b/items/1417.php

Secretaría de Energía (2018). Balance Nacional de Energía 2017. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energia_2017.pdf

Vega, F. (2018). *Análisis temático del Código Fiscal de la Federación. Tomo I*. Ciudad de México, México: Dofiscal Editores.

APLICACIÓN DE MODELOS DINÁMICOS CON PANEL DATA PARA TRATAR LA ENDOGENEIDAD EN LOS CASOS DE NEGOCIOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA

Lescano Silva Carmen^{1&}, García de la Torre Consuelo²

Universidad San Ignacio de Loyola. Av, la Fontana 550, La Molina 15024, Lima, Perú
EGADE Business School. Av, Eugenio Garza Lagüera y Rufino Tamayo, Valle Oriente, San Pedro Garza García. C.P. 66269, N.L., México.

& Autor para correspondencia: *clescanos2019@gmail.com*

Resumen

Utilizando las dimensiones de empleados, ambiente, comunidad y gobierno corporativo agregados en el ranking global de CSRHub, estudiamos el uso del modelamiento dinámico y la metodología de datos de panel para tratar el fenómeno de endogeneidad en los casos de negocios de responsabilidad social corporativa (RSC). El modelamiento dinámico se basa en técnicas modernas econométricas. Para verificar la técnica propuesta se presenta un caso de estudio donde se utilizó un diseño de modelo dinámico con panel de datos no balanceado de 2009 a 2017, que incluye 435 empresas de las Top 500 de S&P. Los resultados muestran que el uso de los modelos dinámicos con datos de panel, permiten tratar la endogeneidad en ambos aspectos, a nivel de modelo y de variables explicativas. En el caso específico de los casos de negocios de responsabilidad social, enriquece el análisis al permitir incluir el efecto del tiempo e incertidumbre.

Palabras clave: modelos dinámicos, endogeneidad, panel data, responsabilidad social corporativa.

Abstract

Using the dimensions of employees, environment, community and corporate governance added in the CSRHub global ranking, we studied the use of dynamic modeling and panel data methodology to address the phenomenon of endogeneity in corporate social responsibility (CSR) business cases. Dynamic modeling is based on modern econometric techniques. To verify the proposed technique, a case study is presented where a dynamic model design was used with an unbalanced data panel from 2009 to 2017, which includes 435 companies from the S&P Top 500. The results show that the use of dynamic models with panel data allows treating endogeneity in both aspects, at the model and explanatory variables level. In the business case of social responsibility, it enriches the analysis by allowing the inclusion of the effect of time and uncertainty.

Key words: dynamic models, endogeneity, responsibility social corporative

Introducción

Muchas veces cuando se elabora un modelo de regresión lineal, para explicar un fenómeno gerencial (resultado) que puede

ser explicada a través de un conjunto de factores (predictores), nos encontramos que las relaciones entre las variables no se dan en un solo período de tiempo; sino, que pueden tener efecto en más de un período, e

incluso dicho efecto puede perdurar en el tiempo. El incluir el efecto tiempo en los modelos de regresión permite pasar de trabajar con modelos estáticos a modelos dinámicos. Estos modelos tienen sus propias normas de especificación e interpretación que se asocian a los parámetros que se estiman.

Por muchas décadas se ha tratado de analizar los efectos de la regresión lineal de los fenómenos económicos utilizando el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS por sus siglas en inglés), sin embargo, esta metodología presenta algunas críticas; uno, no permite el estudio de los efectos individuales (Castellacci, 2008); y, dos, los estimadores son inconsistentes y pueden ser insesgados cuando tratamos de analizar varios periodos de tiempo y efectos individuales. Sin embargo, este método ha servido de base para muchos estudios económicos.

La preocupación de los académicos por dar solución a los problemas descritos anteriormente, ha dado lugar al uso de la metodología de Datos de Panel que se ha hecho de uso común en el ámbito de la economía y de los negocios, al permitir trabajar de forma simultánea varios periodos de tiempo y empresas, debido a que considera los efectos fijos de los individuos, que pueden ocasionar comportamientos no aleatorios de las variables, así como las series de tiempo cuyos datos tienen su propia dinámica. De acuerdo con la teoría econométrica, el termino *datos de panel* se refiere a un conjunto de datos con observaciones temporales para un mismo grupo de individuos, lo que facilita el seguimiento de

un individuo durante un período de tiempo (Ruiz-Porras, 2012; Wooldridge, 2016). El trabajar con datos de panel facilita: i) reducir la multicolinealidad, la variación de la data se puede descomponer en variación individual (*between*) y variación dentro de cada individuo (*within*); ii) Facilita el estudio de los fenómenos dinámicos, al permitir identificar diferentes efectos temporales y analizar su evolución dinámica; iii) Mayores posibilidades de modelamientos, por ejemplo, trabajar modelos con retardo, al haber variabilidad permite trabajar con menos restricciones y mejorar el análisis; iv) Eliminar sesgo de agregación, por lo general los datos que se agregan individualmente presentan sesgos importantes. Sin embargo, también existe dificultades y limitaciones. Por ejemplo, un problema es el diseño y recolección de datos (falta de respuesta, *missing values*, errores de medición), otro problema puede ser el sesgo de medición (muestral, autoselección, pérdidas de individuos entre otros). Otro aspecto importante a tener en consideración son las dimensiones del panel, lo que influye en las propiedades asintóticas de los estimadores. (Pujol y Liviano, 2017; Wooldridge, 2016).

Existen dos tipos de análisis con datos de panel: Estáticos y Dinámicos. Los primeros, se caracterizan por que permiten evaluar un conjunto de variables como explicativas de algún fenómeno en estudio; y, determinar si el conjunto de datos presenta efectos individuales fijos o variables. Sin embargo, este tipo de datos de panel presenta algunas restricciones. Una de las restricciones es la incapacidad para tratar el problema de la endogeneidad, en razón, que no es posible analizar la dependencia del pasado o el proceso

acumulativo de una variable (Dosi, 1988; citado en Labra y Torrecillas, 2018). Para tratar el problema de la endogeneidad, los investigadores recomiendan el uso de datos de panel dinámicos. Los cuales permiten incorporar en el modelo variables endógenas, mediante el uso de variables instrumentales (Wooldridge, 2016). El mayor aporte de los datos de panel dinámicos, es trabajar de manera simultánea varios períodos de tiempo y efectos individuales; a la vez, que trata el problema de la endogeneidad. (Greene, 2008; Pujol y Liviano, 2017). Asimismo, describen dinámicas de cambio tanto de los resultados, como de sus predictores asumiendo inercias y ajustes graduales (Ruiz Porras, 2012), que se sustentan en la metodología de Arellano y Bond (1991), Arellano y Bover (1995) y Blundell y Bond (1998).

Este estudio se basa en los argumentos anteriores y explora el uso de paneles dinámicos en el caso de negocios de la responsabilidad social corporativa (RSC). Argumentamos que el uso de modelos dinámicos y datos de panel en la gestión social, no solo permite tratar el problema de endogeneidad, sino que, aporta mayor información sobre el tema social en sí mismo, al incluir los mecanismos de cambios a nivel de los predictores y resultados. Por lo cual, es necesario fomentar el uso de paneles dinámicos, en las ciencias sociales (Ruiz Porras, 2012).

El propósito de este artículo es mostrar el uso de los datos de panel dinámicos en los casos de negocios de RSC, lo cual permite fácilmente capturar el efecto del tiempo de las variables dependiente (endogeneidad

del modelo) o independientes (variables endógenas) (Greene, 2008; Pujol y Liviano, 2017; Wooldridge, 2016). Aspecto relevante en el enfoque path dependent (dependencia de la ruta) (Arminen et al, 2018; Pätäri et al, 2014; Ioannou y Serafeim, 2012), que permite explicar y comprender como la empresa puede ganar eficiencia adicional al relacionarse con sus stakeholders mediante sus acciones de RSC en el tiempo (Barnett, 2007). Eficiencia que se materializa en la construcción y acumulación de activos como capacidad de influencia de stakeholders (SIC) (Barnett, 2007), Reputación (Fombrun, 2001); o conocimiento, que beneficie a la empresa, al generar mejoras en procesos, productos o servicios de acuerdo a lo requerido por el mercado (Kostopoulos et al., 2011). Para el caso de estudio definimos la RSC como las acciones voluntarias que realiza una empresa y que tienen efectos sociales (Schuler y Cording, 2006). Dos características la distinguen: i) están orientados al bienestar social —es la característica distintiva y obvia—; y, ii) se enmarca dentro de las relaciones con sus stakeholders (Barnett, 2007).

Contribuimos a la academia y a la práctica gerencial: Primero, ampliando el uso de paneles dinámicos en modelos endógenos, técnica poco usado en los casos de negocios de RSC, al ámbito empresarial. Segundo, construimos un panel de 9 años (2009 al 2017) de las 500 empresas top de S&P, con datos tomados de las bases de datos CSRHub y Bloomberg (Ver anexo). Tercero, el modelamiento dinámico para tratar la endogeneidad del modelo y de los predictores, y evaluar los efectos directos y moderadores en la relación RSC-RFC. Cuarto, evidenciamos un efecto directo positivo entre la gestión social y los resultados financiero, y la presencia de un

efecto moderador de la gestión social en la relación RSC-RFC. El caso de negocio que presentamos ha probado sus hipótesis en un panel de datos desbalanceado de 435 compañías de S&P y 2349 observaciones por año, durante el período de 2009 a 2017. Para realizar el estudio, utilizamos la información de RSC de la base de datos en línea CSRHub, lo que nos permitió analizar el ranking general de RSC, la misma que

Background

El fenómeno de la Endogeneidad

Desde la perspectiva econométrica, la endogeneidad se define como la presencia de correlación entre la variable dependiente (Y_{it}) y el término de error. Desde una óptica económica, la endogeneidad se puede interpretar como el efecto del pasado sobre el presente, tanto sobre el modelo (variable dependiente ROA_{it-1}), como sobre las variables independientes. Se hace referencia a una relación causal entre las variables, las cuales quedan explicadas dentro del modelo (Mileva, 2007; Wooldridge 2013). Es decir, Y_{it} depende de X_{it} , y simultáneamente X_{it} depende de Y_{it} . Por ejemplo, en el caso de negocios de RSC el ingreso (ROA) depende de las acciones de RSC, pero a la vez las acciones de RSC dependen de la asignación de recursos disponibles (ROA) para su respectiva realización, es decir, se establece una relación biunívoca donde ambas variables dependen una de otra, dándose un “círculo virtuoso” como lo llamo Waddock y Grave (1997).

En sus inicios esta relación bidireccional se trató de resolver con variables instrumentales (proxys), las cuales no llegaron a dar una respuesta completa al problema (Cameron, 2009). Por lo que, un primer paso en la solución de este

agrega cuatro dimensiones: comunidad, empleados, medio ambiente y gobernanza.

A continuación, presentamos los argumentos teóricos de la endogeneidad, en segundo término, la base teórica del tratamiento de este fenómeno a través de los modelos dinámicos y finalmente presentamos un estudio de un caso de negocios de RSC.

problema, fue incluir directamente el retardo de la variable dependiente (Y_{it-n}) como variable explicativa (puede tomar la forma de una variable independiente X_{it} o de control). Estadísticamente, el incluir directamente Y_{it} en el modelo puede presentar un problema mayor, como es la presencia de correlación. Los autores clásicos de paneles dinámicos (véase Arellano y Bond, 1991; Arellano y Bover, 1995; Blunder y Bond, 1998) identificaron instrumentos adecuados para este tipo de análisis, incorporando los retardos de la variable dependiente (Y_{it}) como regresor(es) (Y_{it-n}). Con la incorporación del retardo de la variable dependiente (Y_{it-n}), como una variable explicativa más, afectamos temporalmente la causalidad. La función lineal puede expresarse entonces como:

$$Y_{it} = \alpha Y_{it-n} + \beta_i X_{it} + u_{it}$$

Donde, Y_{it} es la variable dependiente del individuo i en el tiempo t ; Y_{it-n} , es la variable dependiente del individuo i en tiempo $t-1$. Observe que ahora es un regresor; Alfa (α) es la constante del modelo; Beta (β_i) es el coeficiente de la variable i ; y, X_{it} es la variable dependiente o regresor de i en el tiempo t .

De acuerdo a la teoría econométrica, una variable exógena, es aquella que se determina fuera del modelo; y, por lo tanto, no tiene relación con los otros regresores

(X_{it}). Estadísticamente, no existe correlación entre los errores de la variable y los errores del modelo (Greene, 2008). En contraste, una variable endógena, si está determinada dentro del modelo. Es decir, existe relación de causalidad en ambos sentidos (X_i explica o es regresor de Y_i ; y, Y_i explica X_i) (Wooldridge, 2016). Podemos, entonces, considerar dos tipos de endogeneidad: *endogeneidad del modelo*, considera el efecto de la variable dependiente (Y_{it}) sobre sí misma. En otras palabras, el modelo está determinado por su pasado (Y_{it-1}), por ejemplo, en el caso de RSC, los resultados (ROA_t) de un período están determinados por los resultados obtenidos en períodos previos, al depender de la asignación de recursos para realizar RSC y de sus operaciones varias; *endogeneidad de las variables independientes* (X_{it}), ocurre cuando el regresor está determinado por su condición pasada (X_{it-n}), por ejemplo, en el caso que presentamos, el resultado (ROA_{it}) depende de la mejora continua de la gestión social (GS_{it-1}), y esta mejora a su vez depende de la asignación de recursos obtenido en periodos previos. Cabe indicar, que también puede existir relación entre las variables independientes, lo que podría dar lugar a multicolinealidad que se reflejaría a través de un alto coeficiente de correlación entre las variables (Wooldridge, 2016).

Una forma común de tratar la endogeneidad es a través de las variables instrumentales, las cuales son estimadores (proxy) de variables que no se pueden ni observar ni utilizar directamente en el modelo por diversos problemas, como falta de datos, mala calidad de información, series incompletas o imposibilidad de poder medirlas. Una variable retardada puede ser instrumental, expresada en sistemas de diferencias o niveles. Para ser considerada

un instrumento debe cumplir los siguientes criterios: i) debe estar correlacionada con la variable independiente (X_i) endógena que se va a instrumentalizar; y, ii) los errores de la variable instrumento no deben estar correlacionados con los errores del modelo. Cabe precisar que una variable independiente puede tener varios instrumentos (Wooldridge, 2016).

Modelos de regresión dinámicos con datos de panel para tratar la endogeneidad

Los modelos dinámicos se han desarrollado con el fin de incorporar las relaciones de causalidad que se dan en el interior de un modelo, como una manera de poder tratar los problemas de endogeneidad (Wooldridge, 2016), así como también, tratar la heterogeneidad de las prácticas de RSC de las empresas a lo largo del tiempo (Greene, 2008). Sin embargo, presentan también limitaciones. La principal limitación es el análisis por periodos largos de tiempo (típicamente $t > 15$) y pocos individuos ($n < 100$), lo que podría llevar a la sobreidentificación del modelo (Labra y Torrecilla, 2018; Roodman, 2009a, b; Wooldridge 2013). En estos casos, Pesaran (2006) sugiere usar un sistema de ecuaciones de regresión aparentemente no relacionadas (siglas en inglés de *system of seemingly unrelated regression equations SURE*) y luego estimar el sistema mediante técnicas de mínimos cuadrados generalizados (GLS). Sin embargo, se recomienda usar datos de panel dinámicos para una gran cantidad de individuos ($n > 100$) y períodos pequeños de tiempo ($t < 15$ e idealmente $t < 10$), para tener grados adecuados de libertad y evitar la sobreidentificación (Roodman, 2009). El caso de estudio que presentamos cumple con lo recomendado sobre el uso de datos de panel dinámicos al estar conformado por

434 empresas ($n > 100$) y un período de 9 años ($t < 15$). La endogeneidad puede ser tratada de muchas formas, una de ellas es el uso de proxys como instrumentos de la variable endógena (Cameron, 2009), en el caso de negocio que presentamos, no usamos este estimador, porque no permite incluir directamente el retardo de la variable dependiente (Y_{it-n}).

Otro estimador es el uso de los retardos como instrumento, el regresor será el valor de $t-n$ (niveles) de la variable endógena o la diferencia de estos valores, es decir, $[X(t-n) - X(t-(n-1))]$. Se observa que mientras más grande sea el periodo (t) dispondremos de un mayor número de instrumentos (Wooldridge, 2016).

Para estimar este tipo de modelos se emplea el método generalizado de momentos (conocido como GMM). Arellano y Bond (1991) desarrollo un primer método para periodos grandes ($t > 15$), el cual utiliza las variables instrumentales obtenidas a través

Uso de datos de panel dinámico en un caso de negocios de RSC

Si bien la discusión académica sobre la relación entre RSC y RFC aún sigue inconclusa (Barnett, 2019; Tang et al., 2012), los académicos (Ahamed et al., 2014; Servaes y Tamayo, 2013) han encontrado efectos positivos, reconociendo que la RSC, permiten construir y afianzar relaciones de confianza con sus stakeholders, construir activos intangibles como imagen y reputación (Fombrun, 2001), mejorar capital humano y desarrollar la capacidad de innovación (Surroca et al., 2010). Asimismo, reconocen que la asignación de recursos para las acciones de RSC dependen de los ingresos que la empresa ha obtenido en periodos anteriores (McWilliams y Siegel, 2001, 2010; Waddock y Grave, 1997). Si la empresa obtuvo mayores ingresos, es mayor la

de diferencias de los rezagos de las variables endógenas, se le conoce como Diferencia GMM (Difference GMM). Posteriormente, Arellano y Bowen (1995) desarrollo un estimador que utiliza como variables instrumentales los rezagos tanto en diferencias como en niveles, por lo que se le llamo Sistema GMM (System GMM). Este método permitió trabajar con paneles formados por pequeños periodos de tiempo ($t < 15$) y, por tanto, con un reducido número de instrumentos. Un tercer método fue desarrollado por Roodman (2006, 2012), conocido como xtabond2, sigue la lógica de Sistema GMM, pero incluye mayores opciones en el uso de los instrumentos y permite trabajar por separado la endogeneidad de las variables dependientes e independientes. En el caso de estudio que se presenta se utilizó el estimador xtabond2, por considerarlo más completo. (Roodman, 2015).

probabilidad que asigne mayores recursos a las acciones sociales (Waddock y Graves, 1997). Sin embargo, estos estudios no han construido en estricto sentido, modelos dinámicos, por lo tanto, no se ha podido realmente conocer cómo afecta en la relación RSC-RFC, la dependencia de las variables en el tiempo (endogeneidad del modelo y variables endógenas). En particular, el modelo que aquí planteamos incluye la dependencia de los ingresos, y la gestión social. En el caso de los ingresos se considera la dependencia de los tres años previos, en razón que la empresa gestiona y asigna recursos en proyectos sociales con un horizonte temporal específico, y no en acciones sociales esporádicas o puntuales. Mientras la gestión social, considera el efecto de un año previo, en razón que esperan tener un impacto determinado, producto de su intervención.

Hipótesis planteadas en el caso de estudio

En base a las teorías de Stakeholders y Capacidades y Recursos, se plantearon las siguientes hipótesis de investigación:

H_{1a}: El desempeño social corporativo tiene un efecto positivo en los resultados de la firma.

H_{1b}: La mejora continua en la gestión social tiene un efecto positivo en los resultados financieros de la firma. Cuando la empresa tiene un mejor desempeño social respecto de

Metodología: Muestra y Definición de variables

La muestra corresponde a las 500 empresas top de S&P. Se usaron las bases de datos en línea CRSHub (www.CSRHub.com); y, Bloomberg (www.bloomberg.com). De la muestra inicial se eliminaron empresa que tenían menos de 5 años de datos de RSC. La muestra final fue de 435 empresas. Para el estudio en cuestión se definieron operacionalmente las siguientes variables: RSC, Gestión social (GS), Resultados (ROA). A continuación, se presenta una breve definición de cada una de ellas.

La literatura indica que la mejor forma de medir la RSC es mediante indicadores multidimensionales (McWilliams & Siegel 2011; Waddock & Graves 1997). Se consideraron cuatro dimensiones principales: Comunidad, Medio Ambiente,

su desempeño anterior, dicho cambio impactará directamente en el retorno sobre los activos de ese año

H₂: La RSC influye en los resultados, pero esta relación está moderada por la gestión social que realiza la empresa. Las empresas que mejoran continuamente su desempeño social tendrán un mayor impacto de RSC en los resultados, que las empresas que no lo hacen.

Empleados y Gobernanza. CSRHub utiliza un esquema de ponderación propio para agregar la información y formar un ranking global por firma y por año. CSRHub se ha utilizado desde 2013 en estudios de investigación (como Lin et al 2019; Arminen, et al., 2018; Yasser, Al-Mamun, & Ahmed, 2017). El ranking final puede variar de 0 a 100, donde los valores altos indican un alto nivel de RSC.

Con el objetivo de medir la mejora en la gestión social (GS) de la empresa, se usó un método común en los negocios. De forma similar como se miden las mejoras en ventas, en costos, en resultados financieros u cualquier otra variable clave para la Gerencia. Para ello creamos un indicador que mide el cambio en RSC en un año t respecto al año anterior ($t-1$). Operativamente se define como:

$$GS_t = (RSC_t - RSC_{t-1}) - 1$$

Los valores iguales o menores a 0, indicaron que no hubo cambios o que RSC del año t fue menor al RSC del año $t-1$; y los valores superiores a 0 mostrarían que RSC del año t fue mayor al del año $t-1$.

El propósito del modelo planteado fue evaluar el efecto moderador de la gestión social en la relación RSC-RFC. Un

moderador es una variable que afecta la dirección o fuerza de la relación entre una variable independiente y la dependiente (Baron and Kenny 1986; Holmbeck 1997; James and Brett 1984). La hipótesis de moderación es válida, si el coeficiente de la interacción es significativo. Puede haber efecto significativo para el predictor (RSC_t) y el moderador (GS_t), pero estos no son

conceptualmente relevantes para probar la hipótesis del moderador (I_t). Además de estas consideraciones principales, es deseable que la variable moderadora no esté correlacionada con el predictor y la variable dependiente para poder interpretar el efecto de I_t . Busemeyer y Jones (1983) asumieron que la moderación es lineal y, por lo tanto, puede capturarse por la interacción o producto. Mostraron que la medición de las interacciones multiplicativas cuando una de

las variables tiene un error de medición da como resultado una potencia baja en la prueba de efectos interactivos. Lin et al (2010) sugiere usar el método del doble centrado por la media, cuando evaluamos un efecto moderador potencial. La identificación de efectos moderadores indica la madurez y la sofisticación de un campo de investigación (Aguinis, Boik y Pierce 2001; Judd, McClelland y Culhane 1995) y está en el

centro de la teoría de las ciencias sociales (Cohen et al. 2003). Operativamente la interacción fue definida como

$$I_t = \frac{(GS_t - \overline{GS_t}) * (DSR_t - \overline{DSR_t})}{(GS_t - \overline{GS_t}) * (DSR_t - \overline{DSR_t})}$$

De otro lado los estudios de estrategia y RSC (por ejemplo, Waddock & Graves 1997; Barnett y Solomon 2012) utilizan el rendimiento de los activos (ROA) como una medida del rendimiento de la empresa. El ROA se definió como la relación entre la ganancia operativa antes de interés, para medir el desempeño económico actual, la amortización, los impuestos y la depreciación (EBITDA). Usamos esta medida porque permite a los inversionistas formarse expectativas del desempeño futuro de la compañía (Mizik, 2010); y el

total de activos como indicador del nivel de inversión realizado por la empresa, que ha permitido generar ese beneficio. Operativamente se define como:

$$ROA_t = EBITDA_t / TOTAL\ ASSETS_t$$

El modelo se controló por los beneficios netos obtenidos en los tres últimos períodos anteriores por la empresa (variable rezagada) de ROA_{it} . De manera similar, si el RSC en un año t ha sido exitoso, es probable que la empresa siga mejorando su desempeño, por lo que controlamos la mejora de la gestión (GSt) en un año $t-1$ con el rezago de GSt y el rezago de la interacción (I_t). Asimismo, controlamos por el efecto año; el efecto industria con variables ficticias; y, el tamaño de la Modelo empresa a través del logaritmo del número de empleados.

Se planteó el siguiente modelo dinámico

$$\begin{aligned} ROA_{it} = & \beta_0 + \beta_1 ROA_{it-1} + \beta_2 ROA_{it-2} \\ & + \beta_3 ROA_{it-3} + \beta_4 RSC_{it} + \beta_5 GS_{it} \\ & + \beta_6 GS_{it-1} + \beta_7 I_{it} + \beta_8 I_{it-1} + \beta_9 Año_{it} \\ & + \beta_{10} Log_Employ_{it} + \beta_{11} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & LOG_Employ_{it-1} + \beta_{12} S2_{it} + \beta_{13} S3_{it} \\ & + \beta_{14} S4_{it} + \beta_{15} S5_{it} + \beta_{16} S6_{it} + \beta_{17} S7_{it} \\ & + \beta_{18} S8_{it} + \beta_{19} S9_{it} + \beta_{20} S10_{it} \\ & + \beta_{21} S11_{it} + \epsilon_{it} \end{aligned}$$

Para evitar la endogeneidad del modelo, se usaron estimadores GMM (Wooldridge,

2016), a través del comando `Xtabond2` STATA (StataCorp 2012) para obtener que

estimaciones válidas (Roodman 2015). Las ecuaciones son consistentes con las técnicas econométricas de los modelos dinámicos que ayudan a controlar la heterogeneidad

Resultados

Los resultados se muestran en las Tablas 1 y 2. Los descriptivos estadísticos y matriz de correlación de las variables (tabla 1) muestran RSC con un valor medio de 52.54, y un valor máximo de 77.33 como los valores más altos. La dispersión más alta es 6.75 de ROA. Las asociaciones positivas significativas se dieron entre RSC y ROA

Tabla 1: Estadísticos Descriptivos y Correlación

	ROA	LagROA	RSC	LagRSC	GS	LagGS
ROA	1.00					
LagROA	0.72	1.00				
RSC	0.04	0.06	1.00			
LagRSC	0.05	0.07	0.90	1.00		
GS	-0.02	-0.03	0.09	-0.35	1.00	
LagGS	-0.04	0.02	0.21	0.18	0.04	1.00
OBS	3,704		3,704		3,269	
MEDIA	6.28		52.54		0.00	
STD DESV	6.75		6.55		0.07	
MINIMUM	-61.82		27.56		-0.33	
MAXIMUM	42.27		77.33		0.54	

En la Tabla 2 presentan los resultados comparativos de los modelos dinámicos. Los modelos utilizaron las variables retardadas como instrumentos de las variables dependiente e independientes endógenas (GMM). La prueba de Hansen mostró que los instrumentos utilizados en cada uno de los modelos son válidos y no existen sobre identificación y se encuentran dentro del rango óptimo de instrumentos (consulte Roodman 2009). La consistencia de las estimaciones de cada uno de los modelos se verificó con la prueba de Arellano-Bond (1995), que mostró que no existe autocorrelación. De acuerdo a la teoría econométrica los tres modelos reúnen

no observada de la compañía cuando es constante en el tiempo y se correlaciona con las variables independientes (Wooldridge, 2016).

con su primer rezago de la variable (0.90 y 0.72 respectivamente) y RSC con el rezago de la GS (LagGS, 0.21), lo que confirmaría la teoría que desempeños sociales o económicos en un período anterior altos tendrían un impacto directo sobre el desempeño actual.

las condiciones requeridas para ser válidos (consulte Wooldridge, 2016).

Tabla 2: Resultados con ROA como variable dependiente

	Model 1 ROA	Model 2 ROA	Model 3 ROA
LagROA	0.45*** (14.99)	0.48*** (17.61)	0.50*** (24.68)
Lag2.ROA	0.05* (1.95)	0.08*** (3.40)	0.07*** (3.80)
Lag3.ROA	0.06** (2.37)	0.77*** (3.69)	0.10*** (5.41)
RSC	-0.004 (-0.10)	0.002 (0.05)	-0.0001 (0.00)
GS		3.92*** (2.00)	1.91 (1.20)
LagGS		-5.09*** (-3.86)	-3.61*** (-3.24)
I2			-1.61*** (-2.82)
Lag.I2			-0.21 (-0.75)
A0	-0.09 (-1.63)	-0.03 (-0.56)	-0.06 (-1.45)
Log_Employ	-4.80* (-1.91)	-6.39*** (-3.08)	-6.06*** (-3.16)
CONST	184.18* (1.65)	57.97 (0.58)	133.74 (1.51)
Year Effects	SI	SI	SI
Industry Effects	SI	SI	SI
Firm Effects	No	No	No
Hansen Test			
Chi2 / p>Chi2	70.55/.091	80.40/.465	100.04/.591
AR(1) z(p)	-5.39 (.00)	-5.41 (.00)	-5.38 (.00)
AR(2) z(p)	-1.69 (.09)	-1.70 (.09)	-1.05 (.293)
No. Obs	2349	2349	2349
No. Firms	435	435	435
No. Instruments	74	100	126
Wald Chi 2	1111.56 ***	1378.05 ***	2173.30 ***

GMM-Dinamic Panel data-Twostep-Robust standard.

En concordancia con la Tabla 1 de correlaciones, los tres modelos mostraron una relación positiva entre la variable dependiente (ROA) y sus tres rezagos (Lag.ROA, Lag2.ROA y Lag3.ROA); y una relación negativa con el rezago de la gestión

social (Lag.GS), la interacción de la moderación (I2), lo que es consistente con la literatura (Waddock & Grave, 1997; Barnett & Salomon, 2012), dado que las empresas que generan mayores rendimientos económicos asignan más recursos para sus acciones sociales, lo que se refuerza si RSC de un período anterior fue mayor (mejora en la GS mayor a 0), ya que deben mantener el mismo nivel de desempeño del período anterior o mejorarlo. El tamaño de la empresa muestra una relación negativa con el rendimiento económico (ROA), lo que es consistente con una mayor asignación de recursos para sus acciones sociales, dado su mayor compromiso y deseo de satisfacer las expectativas de sus stakeholders, al mantener un nivel mínimo de SIC. Los resultados mostraron que RSC de un

Prueba de pendiente simple (moderación)

Se probaron los efectos del moderador siguiendo el procedimiento descrito por Cohen et al. (2003). Primero, se enfocaron en los predictores (RSC y GS) y se introdujo en el primer paso de la ecuación (Modelo 2 de la Tabla 2). Segundo, se multiplicaron los predictores y se incluyó la interacción resultante (I2) en el segundo paso de la ecuación (Modelo 3 de la tabla 2). Como se esperaba en el modelo 2, solo GS y su primer rezago están significativamente relacionado con el rendimiento ($\beta = 3.92$, $p < 0.05$, $\beta = -5.09$, $p < 0.01$). Posteriormente, el efecto combinado (I2) del RSC y GS se relacionaron significativamente con el rendimiento ($\beta = -1.61$, $p < 0.05$). Para examinar con mayor profundidad la dirección de este efecto, se trazó la interacción usando el procedimiento de Aiken y West (1991) y los datos siguiendo

período por sí mismo no tiene impacto significativo en ROA de ese mismo período; pero la mejora de GS de un año a otro si impacta de forma positiva (véase GS en Modelo 2). Estos hallazgos rechazaron nuestra hipótesis 1a y confirmaron la hipótesis 1b, lo que fue consistente con la literatura (Barnett y Salomón, 2012; McWilliams y Siegel, 2001, 2011), la cual no es concluyente con un impacto positivo directo de RSC en RFC, sino que el impacto se da a través de una mejora continua de la GS, lo cual significaría una mejor capacidad de influir en sus stakeholders (SIC), lo que podría fortalecer la confianza, la lealtad de marca o mayor disposición para aceptar de nuevos productos, materializándose en un mayor rendimiento económico.

a Dawson (2014) (ver Figura 1) para realizar un análisis simple de pendiente. A medida que los stakeholders perciben que las empresas mejoran su desempeño social al invertir o gestionar mejor sus recursos en temas sociales, atribuyen un mayor compromiso y coherencia en su actuar social, por lo que los premian con mayor aceptación de su gestión, desarrollando mayor lealtad y/o fidelidad a sus productos, aspectos que terminan impactando en los resultados económicos de la empresa. Esto solo ocurre cuando perciben que la GS ha ido mejorando año a año de forma sostenida (mejoras pequeñas y sostenidas de GS en comparación con años anteriores), el impacto en el resultado financiero es significativamente mayor que cuando la mejora en la GS es más alta respecto a años anteriores ($z = -2.82$, $p < 0.01$). Un cambio brusco en la mejora de la GS es percibido por los stakeholders como un signo de inestabilidad en RSC, al atribuirse que obedece a motivaciones oportunistas o de presión social. Como respuesta los

stakeholders actúan con cautela o castigan a la empresa, reduciendo su lealtad a sus productos o generando mayores costos al restar apoyo a su gestión, lo que impacta negativamente en los resultados financieros. Estos resultados confirman nuestra hipótesis 2.

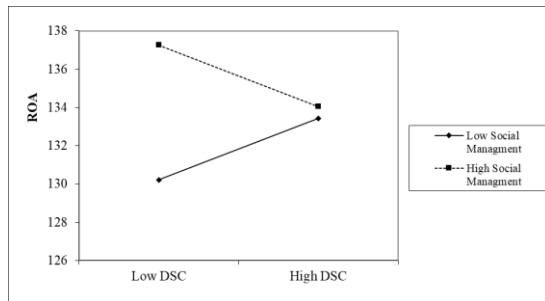


Figura 1: Prueba del efecto moderador

El modelo estimado da lugar a una ecuación diferente para las empresas que fueron constantes en mejorar su GS, realizando pequeños cambios de un año a otro, de aquellas que no lo fueron, y que mejoraron esporádicamente o que mostraron inestabilidad al realizar grandes cambios de un año a otro. En el primer caso, la ecuación sería:

$$ROA_{it} = 133.74 + 0.5 ROA_{it-1} + 0.07 ROA_{it-2} + 0.1 ROA_{it-3} - 0.0001 RSC_{it} - 6.06 \log_Employ_{it} + 0.85 S2_{it} - 3.72 S4_{it} - 1.5 S5_{it} + 0.76 S7_{it} - 1.75 S11_{it} + \varepsilon_{it}$$

Conclusiones

Un problema fundamental en la teoría económica ha sido como tratar el fenómeno de la endogeneidad. Al respecto el uso de los paneles de datos dinámicos y el desarrollo econométrico de modelos dinámicos han permitido darle solución al tratamiento de dicho fenómeno.

Las alternativas de uso común para tratar la endogeneidad son dos: uno, a través de estimadores de las variables instrumentales, como proxy de las variables endógenas. La

El efecto de la interacción (I2) muestra una relación negativa con ROA, es decir, el efecto de mostrar la inestabilidad o no mejorar su GS de forma sostenida, independientemente de su RSC en el período t , se compensa con el efecto multiplicador que afecta a la pendiente, disminuyendo su valor en 1.61, es decir, una menor productividad marginal de cada acción social adicional. La ecuación sería:

$$ROA_{it} = 135.66 + 0.5 ROA_{it-1} + 0.07 ROA_{it-2} + 0.1 ROA_{it-3} - 1.61 RSC_{it} - 6.06 \log_Employ_{it} + 0.85 S2_{it} - 3.72 S4_{it} - 1.5 S5_{it} + 0.76 S7_{it} - 1.75 S11_{it} + \varepsilon_{it}$$

Para evaluar la sensibilidad y la solidez de los resultados, se probaron variantes del modelo, el modelo 1 se presenta como un modelo de control. De forma similar a los modelos 2 y 3 se encontró una relación positiva y significativa entre los rendimientos de un año anterior y los rendimientos actuales. Los tres modelos de la Tabla 2 muestran que las empresas más grandes, tienen un impacto negativo en los resultados al registrar mayores gastos para mantener un nivel mínimo de GS de acuerdo a lo esperado por sus stakeholders.

limitación de esta metodología es que no permite tratar la endogeneidad del modelo o variable dependiente; dos, usando los retardos como estimadores de las variables endógenas. En este último caso, se pueden usar los estimadores conocidos como Difference GMM (también conocido como Arellano-Bond, 1991), porque utiliza como instrumentos la diferencia de los retardos. Se usa cuando los periodos de tiempo (t) son muy grandes, ya que permiten tener varios instrumentos. Mientras si los períodos de tiempo son pequeños, se usa el

estimador conocido como System GMM (conocido como Arellano-Bover, 1995), en razón que conforma un sistema de ecuaciones. Un estimador similar es xtabond2 desarrollado por Roodman (2006, 2012). Este últimos estimador es el usado en el caso de negocios que presentamos.

Del caso aplicativo se concluyó que el uso de modelos dinámicos con panel de datos permitió considerar la endogeneidad del modelo a través de el retardo de la variable dependiente, resultados (ROA_{it-1}). Asimismo, se consideró la endogeneidad de la variable regresora Gestión Social (GS_{it-1}), y el efecto moderador de la misma. Este efecto moderador fue medido a través de la interacción de Gestión Social y RSC, lo que genero la variable I_{it} . Los resultados confirmaron las hipótesis planteadas en el caso aplicativo. Desde la teoría de los stakeholders, los resultados confirmaron que las empresas con una GS eficiente y estable, tiene mejores resultados porque saben escuchar el sentir de sus stakeholders,

generan conexión, empatía, confianza y dan una señal de coherencia social y compromiso honesto a las necesidades sociales. Otro aspecto importante a destacar, es que las empresas deben ser reconocidas en su entorno como honestas para poder diferenciarse de las empresas desleales y lograr ser legitimada por la sociedad. Los resultados mostraron que, si las empresas mejoran su GS de manera sostenida en el tiempo, generan un retorno positivo de la inversión social. Sin embargo, los resultados mostraron que el efecto positivo de la GS será menor cuando muestren altos cambios en RSC, debido a la percepción de inestabilidad.

Desde la teoría econométrica este estudio contribuye ampliando el uso de los modelos dinámicos con panel de datos, para tratar la endogeneidad en los casos de negocios de responsabilidad social corporativo. Aspecto muy poco tratado en los estudios previos bajo la teoría de stakeholders, de capacidades y recursos.

Referencias

- Aguinis, H., R.J. Boik, and C.A. Pierce. 2001. A generalized solution for approximating the power to detect effects of categorical moderator variables using multiple regression. *Organizational Research Methods* 4 (4):291–323. doi: 10.1177/109442810144001
- Ahamed, W., Almsafir, M & Al-Smadi, A. (2014). Does corporate social responsibility lead to improve in firm financial performance? Evidence from Malaysia. *International Journal of Economic and Finance*, 6(3), 126-138. ISSN1916-971X, E-ISSN 1916-9728.
- Aiken, L.S. & West, S.G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions*. Newbury park, London, Sage.
- Arminen, H., Puumalainen, K., Pätäri, S., & Fellnhofer, K. (2018). Corporate social performance: Inter- industry and international differences. *Journal of cleaner production*, 177, 426-437.
- Arellano, M. y Bond, S., 1991. Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), pp. 277-297.
- Arellano, M. y Bover, O., 1990. La econometría de datos de panel. *Investigaciones. Económicas (segunda época)*, 14(1), pp. 3-45.
- Arellano, M. y Bover, O., 1995. Another look at the instrumental variable estimation of error components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), pp. 29-51.

Barnett, M. L. (2007). Stakeholder influence capacity and the variability of financial returns to corporate social responsibility. *Academy of management review*, 32(3), 794-816.

Barnett, M. (2011). The New CSR: This Time It's Profitable. *Marketing Week*, 34(15).

Barnett, M. L., & Salomon, R. M. (2012). Does it pay to be really good? Addressing the shape of the relationship between social and financial performance. *Strategic Management Journal*, 33(11), 1304-1320.

Barnett, M. L. (2019). The business case for corporate social responsibility: A critique and an indirect path forward. *Business & Society*, 58(1), 167-190.

Baron, R.M., and D.A. Kenny. 1986. The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of Personality and Social Psychology* 51 (6):1173–1182

Blundell, R. y Bond, S., 1998. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), pp. 115-143.

- Bussemeyer, J., and L.R. Jones. 1983. Analysis of multiplicative causal rules when the causal variables are measured with error. *Psychological Bulletin* 93 (3):549–562. doi: 10.1037/0033-2909.93.3.549.
- Cameron, A.C. y Trivedi, P.K., 2009. *Microeconometrics using Stata*. Stata Press College Station, TX.
- Castellacci, F., 2008. Technology clubs, technology gaps and growth trajectories. *Structural Change and Economic Dynamics*, 19(4), pp. 301-314
- Cohen, B. (2003, June). Incentives build robustness in BitTorrent. In *Workshop on Economics of Peer-to-Peer systems* (Vol. 6, pp. 68-72).
- Dawson, J.F. (2014). Moderation in management research: What, why, when and how. *Journal of Business and psychology*, 29, 1-19.
- Fombrun, C. 2001. Corporate reputations as economic assets. In M. Hitt, R. Freeman, & J. Harrison (Eds.), *The Blackwell handbook of strategic management*:289–312. Malden, MA: Blackwell.
- Fombrun, C. J. (2001). Corporate reputation—its measurement and management. *Thesis*, 18(4), 23-26.
- Greene, W. H. (2015). *Solutions Manual Econometric Analysis*.
- Holmbeck, G.N. 1997. Toward terminological, conceptual, and statistical clarity in the study of mediators and moderators: Examples from the child-clinical and pediatric psychology literature. *Journal of Consulting and Clinical Psychology* 65 (4):599–610.
- Ioannou, I., & Serafeim, G. (2015). The impact of corporate social responsibility on investment recommendations: Analysts' perceptions and shifting institutional logics. *Strategic Management Journal*, 36(7), 1053-1081.
- James, L.R., and J.M. Brett. 1984. Mediators, moderators, and tests for mediation. *Journal of Applied Psychology* 69 (2):307–321. doi: 10.1037/0021-9010.69.2.307.
- Judd, C.M., G.H. McClelland, and S.E. Culhane. 1995. Data analysis: Continuing issues in the everyday analysis of psychological data. *Annual Review of Psychology* 46 (1):433–465. doi: 10.1146/annurev.ps.46.020195.002245.
- Kostopoulos, K., Papalexandris, A., Papachroni, M., & Ioannou, G. (2011). Absorptive capacity, innovation, and financial performance. *Journal of Business Research*, 64(12), 1335 – 1343.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2018). Estimating dynamic Panel data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1), 31-52.
- Lin, G. C., Wen, Z., Marsh, H. W., & Lin, H. S. (2010). Structural equation models of latent interactions: Clarification of orthogonalizing and double-mean-centering strategies. *Structural Equation Modeling*, 17(3), 374-391.
- Mileva, E., 2007. *Using Arellano-Bond Dynamic Panel GMM Estimators in Stata*. Tutorial, Fordham University, New York.
- McWilliams, A., & Siegel, D. (2001). Corporate social responsibility: A theory of the firm perspective. *Academy of management review*, 26(1), 117-127.
- McWilliams, A., & Siegel, D. (2001). Profit maximizing corporate social

responsibility. *Academy of Management Review*, 26(4), 504-505.

McWilliams, A., & Siegel, D. S. (2011). Creating and capturing value: Strategic corporate social responsibility, resource-based theory, and sustainable competitive advantage. *Journal of Management*, 37(5), 1480-1495.

Mizik, N. 2010. The theory and practice of myopic management. *Journal of Marketing Research* 47 (4):594-611. doi: 10.1509/jmkr.47.4.594.

Pätäri, S., Arminen, H., Tuppur, A., and Jantunen, A. (2014). Competitive and responsible? the relationship between corporate social and financial performance in the energy sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 142–154.

<https://doi.org/10.1016/j.DSRr.2014.05.012>

Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.

Pujol, M., & Liviano, D. (2017). Análisis cuantitativo con R: matemáticas, estadística y econometría. Análisis cuantitativo con R, 1-239.

Roodman, D., 2006. How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. Center for Global Development working paper, (103).

Roodman, D., 2009. A note on the theme of too many instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71(1), pp. 135-158

Roodman, D., 2012. xtabond2: Stata module to extend xtabond dynamic panel data estimator. Statistical Software Components

Roodman, D. (2015). xtabond2: Stata module to extend xtabond dynamic panel data estimator. Statistical Software Components.

Ruiz-Porras, A. (2012). La investigación econométrica mediante paneles de datos: historia, modelos y usos en México.

Servaes, H., & Tamayo, A. (2013). The impact of corporate social responsibility on firm value: The role of customer awareness. *Management Science*, 59(5), 1045-1061.

Surroca, J., Tribó, J. A., & Waddock, S. (2010). Corporate responsibility and financial performance: The role of intangible resources. *Strategic Management Journal*, 31(5), 463-490.

Tang, Z., Hull, C. E., & Rothenberg, S. (2012). How corporate social responsibility engagement strategy moderates the CSR–financial performance relationship. *Journal of Management Studies*, 49(7), 1274-1303.

Waddock, S. A., & Graves, S. B. (1997). The corporate social performance-financial performance link. *Strategic management journal*, 303-319.

Wooldridge, J.M. 2009. *Introductory Econometrics: A modern approach*. 4th edition. Mason, OH: South-Western Cengage Learning.

Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.

Yasser, Q. R., Al Mamun, A., & Ahmed, I. (2017). Corporate social responsibility and gender diversity: insights from Asia Pacific. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 24(3), 210-221.

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE ADMINISTRACIÓN ARMÓNICA COMO PROCESO DE CAMBIO PARA LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN ORGANIZACIONES AUTOMOTRICES DEL ESTADO AGUASCALIENTES.

Mata Zamores, Silvia *¹, Garza González, Laura A. ¹, Macias Luevano, Jorge E. ¹

¹ Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes

*Autor para correspondencia: silviamata2011@hotmail.com

Resumen

La revolución industrial detono el crecimiento económico, dejando obsoleta la manera en cómo se transmitía el conocimiento en las empresas, dando paso a una nueva era para innovar en estrategias que fomenten la gestión del conocimiento. Esta investigación pretende dar respuesta a la pregunta de investigación ¿Qué diferencias en Edad, Sexo, Antigüedad y Educación existen entre los trabajadores administrativos y operarios de la industria automotriz del Estado de Aguascalientes? Para ello se propone un análisis descriptivo de la administración armónica y la gestión del conocimiento con las variables de Edad, Sexo, Antigüedad y Educación con sus respectivas dimensiones para conocer las coincidencias y las diferencias de estas. Se realizó un análisis cuantitativo, diseño transversal, de asociación de estas variables, las cuales se midieron en la escala de Likert de 5 puntos. La muestra del personal administrativo (50) y del operario (112) pertenecientes a tres empresas del giro de autopartes. Las pruebas estadísticas permiten inferir que la administración armónica pudiera considerarse como proceso de cambio para fomentar la gestión del conocimiento con sus variables y sus dimensiones.

Palabras Clave Administración Armónica y Gestión del Conocimiento.

Abstract

The industrial revolution detonated economic growth, making the way in which knowledge was transmitted in companies obsolete, giving way to a new era to innovate in strategies that promote knowledge management. This research aims to answer the research question: What differences in Age, Sex, Seniority and Education exist between administrative workers and operators of the automotive industry in the State of Aguascalientes? For this, a descriptive analysis of harmonic administration and knowledge management is proposed with the variables of Age, Sex, Seniority and Education with their respective dimensions to know the

coincidences and differences of these. A quantitative analysis, cross-sectional design, of association of these variables was carried out, which were measured on the 5-point Likert scale. The sample of the administrative staff (50) and the operator (112) belonging to three companies in the auto parts business. Statistical tests allow inferring that harmonic administration could be considered as a process of change to promote knowledge management with its variables and dimensions.

Key words: Harmonic Management and knowledge management

Introducción.

Los cambios en el entorno organizacional son considerados dentro un contexto global. Es necesario dimensionar las tendencias de igualdad en las diferentes organizaciones en las cuales se puede trabajar su comportamiento y desarrollo organizacional, así como su proceso de cambio. En este caso en particular tres empresas del giro de auto partes con las variables de edad, sexo, antigüedad y educación.

Los cambios que se han presentado en el ámbito empresarial han sido un reto para el éxito de las organizaciones, esto ha obligado a que la administración sea más eficiente y eficaz respondiendo con mayor rapidez y flexibilidad, adaptándose en un tiempo cada vez menor a los cambios que se presentan. Un aspecto que ha cobrado mayor importancia es la gestión del conocimiento, la cual antes de la revolución industrial era considerada como una herencia, ya que el maestro persona con mayor experiencia se la transmitía a un alumno aprendiz.

Con el arribo de la revolución industrial este método quedo obsoleto, ya que el crecimiento empresarial fue desmesurado trayendo consigo la necesidad de desarrollar estrategias que fomentarán la gestión del conocimiento con la finalidad

de conservar el conocimiento de los trabajadores, sistematizarlo y que este fuera compartido al mayor número de personas dentro de una organización. Por otro lado, las nuevas tendencias de la administración están marcadas por una optimización tanto del capital humano como de los recursos financieros y operativos de la empresa, dando lugar a una nueva teoría administrativa llamada administración armónica, la cual busca ser un proceso de cambio para mejorar las prácticas empresariales y con ello dar respuesta a un mercado cada vez más demandante. El problema que se pretende atender en esta investigación es, utilizar la administración armónica como herramienta en el proceso de cambio considerando las variables de edad, sexo, antigüedad y educación para encaminar esfuerzos en las empresas hacia la optimización de los recursos materiales y la reducción de la incertidumbre en los cambios ambientales; así como para optimizar la gestión del conocimiento de las empresas de autopartes de la industria automotriz del Estado de Aguascalientes, proponiendo un análisis descriptivo y comparativo.

Cabe mencionar que esta es la primera parte de un estudio que se está llevando a cabo tanto en el Edo. De Aguascalientes como de Querétaro, para fines de esta investigación se presenta solo el avance del análisis descriptivo que se tiene del

estado de Aguascalientes, en futuras publicaciones se presentarán los resultados del estado de Querétaro.

El objetivo de esta investigación es el presentar un análisis descriptivo de los trabajadores administrativos y los operarios de la industria automotriz del Estado de Aguascalientes con las variables de Sexo, Edad, Antigüedad y Educación. Con esto se formula la siguiente pregunta: ¿Qué diferencias en Edad, Sexo, Antigüedad y Educación existen entre los trabajadores administrativos y operarios de la industria automotriz del Estado de Aguascalientes?

Para dar respuesta a esta pregunta de investigación será importante tomar en cuenta que la capacidad de aprender de la experiencia depende de las estrategias que aplique la empresa con una conciencia clara de la importancia de la innovación y del trabajo en equipo, en donde las necesidades, los entornos, las tecnologías y los estilos de vida cambian rápidamente.

Huiping, en su investigación sostiene que el conocimiento es la principal herramienta estratégica para las empresas del siglo XXI, por lo tanto, diversas firmas empresariales han implementado modelos de gestión del conocimiento con la finalidad de mejorar la toma de decisiones, así como para optimizar los procesos e innovarlos. (Huiping, 2012).

Sin embargo su implementación no ha sido satisfactoria debido a que diversos autores no han contemplado a las personas como piezas importantes en el proceso de compartir el conocimiento, ya que es de ellos precisamente de quien se extrae la experiencia que se ha generado a través de

los años; otro aspecto importante es considerar la integración de la armonía en la interrelación de los subsistemas de la empresa, para lograr una armonía en todo el sistema, afirma que la implementación del sistema de gestión del conocimiento ha estado centrada en la parte administrativa, técnica y de información dejando fuera lo que el trabajador pudiera sentir, pensar, y aportar al respecto.

Derivado de lo anterior se propone una nueva metodología basada en la administración armónica la cual se basa en los principios de la teoría general de los sistemas y la definen como “un todo unitario organizado, compuesto por dos o más partes, componentes o subsistemas interdependientes y delineado por los límites, identificables de su ambiente o supra sistema” (Kast & Rosenzweig, 1993, pág. 107).

La **administración armónica** fue desarrollada en China y se define como: “La armonía sistémica es usada para analizar si el sistema empresarial tiene la capacidad de crear las condiciones necesarias para desarrollar un medio ambiente que genere y refleje iniciativa, creatividad y coordinación integral tanto del sistema, como del subsistema” (Xi & Zeng, 2007, p.24).

La administración armónica es una teoría que pretende lograr la armonía entre la empresa y su entorno, fundamentándose en dos hipótesis, la primera argumenta que la persona es el principal recurso en la administración, pero el más incierto; la segunda menciona que el recurso material puede ser incierto, pero con el conocimiento de las personas puede ser

controlado; a estas dos hipótesis se les da el nombre de *He rules* y *Xie rules* (Benbya, Passiante, & Belbaly, 2004).

En lo que se refiere a la **gestión del conocimiento**, Peter Drucker en su libro *The new productivity*, sostiene que el conocimiento ha pasado de ser un recurso opcional a ser uno principal sin el cual una empresa no puede sobrevivir; (Drucker, 1993). Toeffler por su parte apoya la teoría de Drucker sosteniendo que el conocimiento es poder, explicando la necesidad que se tiene hoy en día por controlarlo a tal grado que ha desatado una verdadera batalla; (Toeffler, 1990). Quinn, opina que para una empresa, han dejado de ser primordiales sus activos tales como tierra, trabajo y capital, que lo que realmente le dará una ventaja tanto económica como en producción, es su capital intelectual y la forma en como brinde el servicio, así como la implementación de avances tecnológicos, el diseño de sus productos, la estrategia para derribar las barreras de entrada al mercado, de qué forma se ganara la lealtad del cliente y como optimizara la creatividad de su personal en la innovación que se requiere. (Quinn, 1992).

De igual forma Nonaka y Takeuchi hacen una diferencia entre la concepción que sostienen las empresas occidentales del conocimiento y la que tienen las empresas niponas, refiriéndose que las empresas occidentales tienen como antecedentes de su administración a pensadores tales como Frederick Taylor pasando por muchos hasta llegar a Herbert Simón; lo que dice la historia es que este estilo de administración se basa principalmente en

un conocimiento explícito el cual es formal y sistemático, que se puede expresar fácilmente con palabras, números, datos, formulas, procedimientos, o principios universales; y por otro lado las empresas japonesas consideran que el conocimiento explícito es apenas la punta que aún no deja ver el gran cumulo de sapiencia que hay detrás de esos números y datos.

Para estas empresas el conocimiento es principalmente tácito el cual es difícil de expresar y por lo regular no es algo que se vea de manera evidente, ya que es un conocimiento personal que no se puede compartir fácilmente a través del lenguaje formal. Este conocimiento está integrado por la intuición, las ideas, las corazonadas, la experiencia personal, los ideales, los valores y las emociones; está dividido en dos aspectos, el primero es la parte técnica, que incluye las habilidades no formales y difíciles de definir que están expresadas en el término know-how (saber cómo llevar a cabo una tarea o trabajo), y el segundo aspecto que es la parte cognoscitiva que está dada por esquemas, modelos mentales, creencias y percepciones que ya están tan inmersas en cada persona que en la mayoría de los casos se pasan por alto; de igual forma el aspecto cognoscitivo muestra la idea de la realidad que uno cree que existe, lo que es, así como la visión del futuro lo que uno cree que debería ser, y de esta manera lo anterior influye en gran medida a controlar la forma en que se percibe el mundo que nos rodea. (Nonaka y Takeuchi, 1995).

Materiales y métodos

La pregunta de investigación fue, ¿Qué diferencias en Edad, Sexo, Antigüedad y Educación existen entre los trabajadores administrativos y operarios de la industria automotriz del Estado de Aguascalientes?

El objetivo que se quiere lograr es el análisis comparativo de las variables Sexo, Edad, Antigüedad y Educación entre los dos tipos de trabajadores, para ver las diferencias y como es el proceso de cambio en estas estructuras organizacionales.

El diseño de la investigación fue cuantitativo, no experimental, transeccional o transversal, muestreo convenido bajo consentimiento informado, de tipo exploratorio, descriptivo, y correlacional. Las empresas objeto de estudio son empresas de origen japonés, dedicadas a la fabricación y venta de equipo para la industria automotriz en el Estado de Aguascalientes.

La empresa **Omega**, tiene su origen en Japón, está dedicada a la fabricación y venta de equipo de soldadura por resistencia para la industria automotriz, cuyo nombre procede del apellido de uno de sus dos socios fundadores, creada en 1957; desde entonces su crecimiento se ha esparcido a nivel mundial.

La empresa **Alfa** se dedica a la fabricación de asientos y accesorios para los interiores de los vehículos, inició operaciones en Japón en 1944, el grupo emplea actualmente 3 mil 486 personas con plantas en Estados Unidos, Alemania, Francia, República Checa, Suecia, China, India, Indonesia, Tailandia, Taiwán, Brasil y Aguascalientes. (Company, 2011).

Sigma está dedicada a la fabricación de tapetes automotrices para empresas dedicadas a la fabricación de automóviles de capital japonés y americano; inició operaciones en 1960 en Japón y actualmente emplea a 2,300 personas. Por otro, lado es importante mencionar a la empresa **Beta** quien es fabricante de automóviles a nivel mundial se estableció en Aguascalientes en 1982 abriendo el camino a más de 40 empresas japonesas que dan empleo a casi 17 mil personas en el Estado, principalmente en la industria automotriz. (Company V. , 2013).

Las empresas, Omega, Sigma, y Alfa participan en el proyecto de proveeduría de Beta como empresas de segunda generación, fortaleciendo principalmente la segunda planta de Beta que inició operaciones en el año 2014 en el Estado de Aguascalientes, fortaleciendo el despegue de la industria automotriz, convirtiéndose así en una ciudad estratégica para la producción de automóviles a nivel Latinoamérica llamando la atención a nivel internacional por la calidad de mano de obra de sus trabajadores, la seguridad que ofrece a sus habitantes e inversionistas y el trabajo.

El cuestionario estuvo compuesto por dos dimensiones; la primera fue Administración Armónica la cual estuvo conformada por dos variables Xie Rules y He Rules basada en el modelo propuesto por Huiping; la primera variable tuvo como indicadores la estructura, tarea, e información y la segunda tenía por indicadores toma de decisiones, recompensas, personas y apego emocional, éstos se obtuvieron del modelo de Hanna. La segunda dimensión fue la gestión del conocimiento con la variable compartir el conocimiento integrada por

los indicadores de innovación y el trabajo en equipo de Shu-Hui & Chu. (Huiping, 2012; Hanna, 1988; Shu-Hui & Chu, 2016). El cuestionario conto con un total de 89 ítems, la escala utilizada fue de Likert, siendo el número 1 totalmente en desacuerdo hasta llegar al número 5 totalmente de acuerdo. La fiabilidad del instrumento fue de un α de Cronbach .910. Para este analisis descriptivo se trabajaron las variables de:

- Edad: con las dimensiones de 20-30años, 31-40 años, 41-50 y > a 51
- Sexo: Femenino y Masculino
- Antigüedad: 1 mes a 2 años, 2-4 años, 6-8 años y 8 en adelante
- Formación académica: educación básica, bachillerato, carrera técnica, licenciatura o ingeniería, maestría.

Resultados y discusión

Tabla 1 Edad de participantes Administrativos. (Distribución por edad n=50).

Grupos de Edad		Empresa			Total
		Omega	Alfa	Sigma	
20 a 30 años	F	5	10	2	17
	%	31.3	50.0	14.3	34.0
31 a 40 años	F	7	7	8	22
	%	43.8	35.0	57.1	44.0
41 a 50 años	F	3	3	4	10
	%	18.8	15.0	28.6	20.0
>51 años	F	1	0	0	1
	%	6.3	0.0	0.0	2.0
Total	F	16	20	14	50
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

En esta tabla se muestra la distribución de los participantes por empresa y grupos de

edad. Se observa que el personal administrativo se encuentra en un rango de 20 a 40 años. En la empresa alfa el 50% se ubica en un rango de 20 a 30 años, en Sigma y Omega en el rango de 31 a 40 años con 57.1% y 43.8% respectivamente.

Tabla 2. Edad de participantes Operarios (Distribución por edad n=112).

Edad		Empresa			Total
		Omega	Alfa	Sigma	
20 a 30 años	F	20	36	24	80
	%	66.7	80.0	64.9	71.4
31 a 40 años	F	7	9	10	26
	%	23.3	20.0	27.0	23.2
41 a 50 años	F	3	0	2	5
	%	10.0	0.0	5.4	4.5
>51 años	F	0	0	1	1
	%	0.0	0.0	2.7	0.9
Total	F	30	45	37	112
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

La edad fluctuó en mayor porcentaje en el rango de edad de 20 a 30 años; siendo para Omega el 66.7%, Alfa 80% y Sigma 64.9%.

Tabla 3. Sexo participantes Administrativos (Distribución por sexo n=50).

Sexo		Empresa			Total
		Omeg a	Alfa	Sigma	
Masculino	F	10	6	10	26
	%	62	30.0%	71	52
Femenino	F	6	14	4	24
	%	37.5	70.0	28.6	48.0

Total	F	16	20	14	50
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

Aquí la distribución por sexo la empresa Omega y Sigma cuentan con el 62.5% y 71.4% respectivamente del sexo masculino, mientras que Alfa tiene el 70% del sexo femenino.

Tabla 4. Sexo participantes Operarios
(Distribución por sexo n=112).

Sexo	Empresa				Total
		Ome ga	Alfa	Sigm a	
Masculi no	F	23	15	14	52
	%	76.7	33.3	37.8	46.4
Femeni no	F	7	28	23	58
	%	23.3	62.2	62.2	51.8
Otro	F	0	2	0	2
	%	0.0	4.4	0.0	1.8
Total	F	30	45	37	112
	%	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

La distribución por sexo en Omega fue de un 76.7% del sexo Masculino, para Alfa fue de un 62.2% del sexo femenino, así como para Sigma.

Tabla 5. Antigüedad participantes
Administrativos.
(Distribución por antigüedad n=50).

Antigüedad	Empresa			Total
	Omega	Alfa	Sigma	
f	3	17	6	26

1 mes a 2 años	%	18.8	85.0	42.9	52.0
	f	2	3	8	13
2 a 4 años	%	12.5	15.0	57.1	26.0
	f	3	0	0	3
6 a 8 años	%	18.8	0.0	0.0	6.0
	f	8	0	0	8
8 años en adelan te	%	50.0	0.0	0.0	16.0
	f	16	20	14	50
Total	%	100.0	100.0	100.0	100.0
			0		

Fuente: Elaboración propia (2019).

La antigüedad el 52% de los participantes mencionaron tener de un mes a dos años en la empresa. De este porcentaje la empresa Alfa tuvo 17 empleados en este rango. En la

empresa Sigma se obtuvo 8 empleados con una antigüedad entre dos y cuatro años, y en Omega 8 tuvieron de 8 a más años en la organización

Tabla 6. Antigüedad participantes
Operarios
(Distribución por antigüedad n=112).

Antigüedad		Empresa			Total
		Omeg a	Alf a	Sigm a	
Menos de 1 mes	f	0	5	0	5
	%	0.0	11.1	0.0	4.5
1 mes a 2 años	f	8	40	31	79
	%	26.7	88.9	83.8	70.5
2 a 4 años	f	6	0	5	11
	%	20.0	0.0	13.5	9.8
4 a 6 años	f	3	0	0	3
	%	10.0	0.0	0.0	2.7
6 a 8 años	f	5	0	1	6
	%	16.7	0.0	2.7	5.4

8 años en adelante	f	8	0	0	8
	%	26.7	0.0	0.0	7.1
Total	f	30	45	37	112
	%	100	100	100	100

Fuente: Elaboración propia (2019).

La antigüedad de los trabajadores del área operativa que presento Alfa y Sigma fue de un 88.9% y 83.8% respectivamente en un rango de un mes a dos años, mientras que Omega presento un porcentaje igual de 26.7% para los rangos de un mes a dos años, así como de ocho años en adelante

Tabla 7. Formación académica participantes Administrativos.
(Distribución por antigüedad n=50).

Formación Académica	Empresa			Total
	Omega	Alfa	Sigma	
Educación Básica (primaria, secundaria)	F 0	2	1	3
	% 0.0	10.0	7.1	6.0
Bachillerato (Preparatoria)	F 2	3	2	7
	% 12.5	15.0	14.3	14.0
Carrera Técnica o Comercial	F 0	3	2	5
	% 0.0	15.0	14.3	10.0
Licenciatura o Ingeniería	F 14	12	8	34
	% 87.5	60.0	57.1	68.0
Maestría	F 0	0	1	1
	% 0.0	0.0	7.1	2.0
Total	F 16	20	14	50
	% 100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

La preparación académica de los participantes en su mayoría fue de licenciatura o ingeniería representada por el 68%. La empresa que tiene más empleados en este nivel es Omega con el 87.5% y le sigue Alfa y Sigma con el 60% y el 57.1% respectivamente.

Tabla 8. Formación académica participantes Operarios.

(Distribución por antigüedad n=112)

Formación académica	Empresa			Total
	Omega	Alfa	Sigma	
Ninguna	f 0	2	0	2
	% 0.0	4.4	0.0	1.8
Educación Básica (primaria, secundaria)	f 8	23	22	53
	% 26.7	51.1	61.1	47.7
Bachillerato (Preparatoria)	f 13	15	12	40
	% 43.3	33.3	33.3	36.0
Carrera Técnica o Comercial	f 8	4	2	14
	% 26.7	8.9	5.6	12.6
Licenciatura o Ingeniería	f 1	1	0	2
	% 3.3	2.2	0.0	1.8
Total	f 30	45	36	111
	% 100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Elaboración propia (2019).

La formación académica se muestra que está concentrada en un 47.7% en educación básica (Primaria, secundaria). Omega presento un 43.3% en Bachillerato, mientras que Alfa y Sigma obtuvieron un 51.1% y 61.1% respectivamente en educación básica.

Conclusiones

En los puntos anteriores y basados en el marco teórico se resaltan como comparativos los siguientes resultados:

La edad en los administrativos tiene un porcentaje mayor entre los 31-40 años a diferencia de los operarios que esta entre los 20-30 en las tres empresas.

En lo que respecta a la igualdad de genero en la industria automotriz se denota que en la empresa Alfa hay mas mujeres que hombres en las ramas o puestos

administrativos en contra parte la empresa Omega tiene mas operarios mujeres que hombres y en la empresa Sigma no tienen diferencia. En este punto en particular es importante mencionar como de acuerdo al contexto organizacional los roles son diferentes.

En relación a la antigüedad, la rotación de personal es un factor importante tomando en cuenta que administrativamente el 85% dura máximo dos años y operativamente 4 años.

Considerando la preparación en ambos integrantes de las tres empresas los resultados son obvios, los administrativos tienen licenciatura o ingeniería y los operarios nivel bachillerato o técnico.

Bibliografía

- Benbya, H., Passiante, G., y Belbaly, N. (2004). Corporate Portal: A Tool for Knowledge Management Synchronization. *International Journal of Information Management*, 24(3)201-220.
- Bloodgood, J. Y Salisbury, D. (2001). Understanding the influence of Organizational Change Strategies on Information Technology and Knowledge Management Strategies. *Decision Support System*, (31)55-69.
- Davenport, T., & Prusak, L. (1999). *Information Ecology: Mastering the Information and Knowledge Environment*. Nueva York, Estados Unidos: Oxford University Press.
- Druker, P. (1993). The new Productivity Challenge. (tercera ed.). (B. D. Ruben, Ed.) New York: Oxford.
- Graham, P. (1996). *Mary Parker Follet: Prophet of Management*. Retrieved from <http://www.strategy-business.com/article/8566?gko=65d90>.
- Gossain, S., Malhotra, A., & Sawy, O. (2005). Coordinating for flexibility in e-business supply chains. *Journal of Management Information Systems*, 21(3), 7-45.
- Gupta, A., & Govindaranjan, V. (Abril de 2000). Knowledge flows in multinational corporations. *Strategic Management Journal*, 473-496.
- Hanna, D. (1988). *Designing Organizations for high performance*. Canada: Addison Wesley publishing company.
- Huang, D. Y Xi Y. (2001). The Basic of Harmonious Management theory: The concept of Harmony *Academic journal of management engineering*. 3(3)69-72.
- Huiping, N. (2012). *Harmonius Management Pattern of Knowledge Management*. Retrieved from <http://www.cscanada.net/index.php/mse/article/view/j.mse.1913035X20120604.ZR0042>.
- Ianni, O. (1987). La Era del Globalismo. *Nueva Sociedad* 163, 93-108.
- Kast, F., & Rosenzweig, J. (1993). *Administración de las Organizaciones: Un Enfoque de Sistemas*. México: McGraw Hill.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995.). *The Knowledge Creating Company*. New York, Estados Unidos. Oxford University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999.). *La Organización Creadora del Conocimiento. Como las Compañías Japonesas crean la*

- dinámica de la innovación*. México: Oxford.
- North, K, y Rivas, R. (2007). *Gestión del Conocimiento: Una guía práctica hacia la empresa inteligente*. Recuperado de <http://www.librosenred.com/libros/gestion-del-conocimiento-una-guia-practica-hacia-la-em-presainteligente.html>.
- Pfeffer, J., & Sutton, R. (2000). *The Knowing - Doing Gap: How Smart Companies Turn Knowledge into Action*. Boston, Massachussets, Estados Unidos. Harvard Business School Press
- Poston, R., & Speier, C. (2005). Effective use of Knowledge Management Systems: A Process Model of Content Ratings and Credibility Indicators. *MIS Quartely*, 29(2), 221-244.
- Quinn, J. B. (1992). *Intelligen Enterprise: A Knowledge and Service based paradigm for Industry*. Nueva York, Estados Unidos: Free Press.
- Sambamurthy, V., & Subramani, M. (2005). Special issue on information technologies and Knowledge management. *MIS Quaertely*, 29(2), 193-195.
- Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. Londres, Inglaterra: Century Business.
- Skyrne, D. (2001). *Capitalizing on Knowledge: From e-business to k-business*. Estados Unidos: Butterworth-Heineman.
- Shu-Hui Chuang. (2011). Mediating Effect of Knowledge Management Capability on the Relationship between Environmental Uncertainty and Organizational Structure Proceedings of the Eleventh Americas Conference on Information Systems. Omaha NE. USA August 11(14), 1740-1748.
- Shu-Hui Ch & Chu, D. (2016) Why people share knowledge in virtual communities. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 39(5), 671-690.
- Toeffler, A. (1990). Powershift: Knowledge, wealth and violence at the edge of the 2th century. *Bantam Books.Applications*, Nueva York, Estados Unidos . 27, 3, 459-465. 11.
- Xing - Guo, L. (2012). A Model of Harmonious Management in Enterprise. *School of Management, JiaN University*, 253-257.
- Xi, Y.-M., Xiao, H., & Hong, T. (2005). HeXie Management Theory and Its New Development in the Principles. *Academic Journal of Management*, 1(7)4-9.
- Xi, Y.-M., & Tang, F. (2004). HeXie Management Pattern if Intangible Assets in the Unvertain Enviroment. *Journal of Xi'an Jiantong University (Social Scienses)*, 205-215.
- Xi, Y.-M., & Zeng, X.-j. (2007). Complex Problem solving: HeXie Management Theory from China. *Research Gate*, 250-250.

COMPETITIVIDAD AGENCIAS NAVIERAS MANZANILLO 2018: FACTORES DE DESEMPEÑO ECONÓMICO.

Magaña Sánchez Pablo Adrián^{1*}, Naranjo González Mario de Jesús², Toledo López Arcelia³

¹ Universidad de Colima. Facultad de Contabilidad y Administración de Manzanillo.

² Universidad de Colima. Facultad de Contabilidad y Administración de Manzanillo.

³ Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR Unidad Oaxaca.

*Autor para correspondencia: pablo_magana@ucol.mx

Resumen

El presente trabajo de investigación está enfocado en analizar los factores de desempeño económico, así como las variables que inciden de manera positiva en la competitividad de las pequeñas y medianas empresas de servicios navieros en la ciudad de Manzanillo, Colima en el año 2018. El estudio contempla resultados de siete agencias navieras de un total de diecinueve que por diversas razones no accedieron a participar en esta investigación. El marco teórico metodológico que se utilizó fue la información que maneja el International Institute For Management Development (IMD), de donde a través de un cuestionario ya validado y aplicado anteriormente en otras investigaciones, se utilizó para identificar los factores de desempeño económico y las variables que inciden por encima de la media (positiva) en la competitividad de las empresas de servicios navieros. Entre los resultados más sobresalientes destacan que los factores de desempeño económico que más inciden en la competitividad son: Inversión Internacional, Economía Doméstica y Comercialización. Las variables que inciden en la competitividad son: Las importaciones y exportaciones realizadas por las Agencias Navieras de Manzanillo, no son afectadas por la globalización, con un 53.50%, el consumo realizado en el último año fue muy alto con un 52.92%, las agencias navieras en Manzanillo facilitan la importación y exportación de bienes y servicios con un 52.22%, y las actividades de importación de bienes y servicios se realizan en gran cantidad 52.19%.

Palabras clave: Exportaciones, Globalización, Importaciones, Subfactores, Variables.

Abstract

This research work is focused on analyzing the economic performance factors, as well as the variables that have a positive impact on the competitiveness of small and medium-sized shipping services companies in the city of Manzanillo, Colima in 2018. The study It contemplates results from seven shipping agencies out of a total of nineteen who for various reasons did not agree to participate in this investigation. The methodological theoretical framework that was used was the information handled by the International Institute for Management Development (IMD), where through a questionnaire already validated and applied previously in other research, it was used to identify economic performance factors and variables that affect above the average (positive) in the competitiveness of shipping services companies. Among the most outstanding results are that the economic performance

factors that most affect competitiveness are: International Investment, Domestic Economics and Marketing. The variables that affect competitiveness are: Imports and exports made by the Shipping Agencies of Manzanillo, are not affected by globalization, with 53.50%, the consumption made in the last year was very high with 52.92%, the agencies Shipping companies in Manzanillo facilitate the import and export of goods and services with 52.22%, and the activities of import of goods and services are carried out in a large amount 52.19%.

Keywords: Export, Globalization, Imports, Subfactors, Variables

Introducción

En la actualidad la competencia es parte fundamental de todas las empresas considerando que los mercados son globalizados y que cada día están cambiando a una velocidad impresionante que obliga a las empresas a esforzarse cada vez más en lograr mantenerse en un buen nivel para que sus clientes las consideren entre sus opciones. Según Porter la ventaja competitiva nace de muchas actividades discretas que ejecuta al diseñar, fabricar, comercializar, entregar y apoyar su producto. Cada una de ellas contribuye a su posición relativa en costos y sienta las bases de la diferenciación. La empresa es un conjunto de actividades cuyo fin es diseñar, fabricar, comercializar, entregar y apoyar su producto. Se puede representar por medio de la cadena de valor que es una herramienta básica para diagnosticar la ventaja competitiva y encontrar medios para crearla y mantenerla. La cadena también puede contribuir al diseño de la estructura organizacional. (Porter, 2006) Planteamiento del problema. Algo de lo que comenta Porter, tiene similitud con lo que las empresas de servicios navieros pretenden lograr otorgando su servicio. Por lo que es pertinente y necesario realizar un análisis minucioso y completo de esta situación. En primer lugar, se ha llevado un análisis de que estas empresas objeto de estudio de nuestra investigación hayan realizado algún estudio relativo a determinar cuáles son los factores y

variables de desempeño económico que inciden en la competitividad de sus empresas lo cual sería preciso para lograr potencializar los servicios prestados. Partiendo de este punto es necesario identificar las actividades que producen valor para el cliente a partir de un análisis de la cadena de valor de estas empresas. Al hacer referencia a las empresas de servicios navieros (Agencias Navieras), cabe mencionar que están en operación sin haber realizado un análisis y diagnóstico a través de la cadena de valor, para reconocer y diferenciar las actividades donde surge la ventaja competitiva, así como alcanzar el éxito implementando estrategias ya sea de liderazgo a bajo costo o de diferenciación y además de cómo utilizar la tecnología como parte de una estrategia competitiva en este sector. Claro que además de crear una ventaja competitiva se necesita, también, sostener esta ventaja. En relación con las mencionadas empresas motivo de esta investigación, se considera que no están cumpliendo con todos sus objetivos derivados de esta situación actual, además no están implementando estrategias adecuadas de competitividad, ya que, no conocen cuáles son esos factores y variables de desempeño económico que inciden en su competitividad. Aquí es donde radica el problema de investigación, por lo que se decidió estudiar estas empresas. Es necesario que los directores de las Agencias Navieras puedan generar propuestas concretas y llevarlas a la

práctica. Esto podría ser algo que ayude a resolver la problemática planteada.

Objetivos **Objetivo General.** Conocer cuáles son los factores de desempeño económico que inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima en el año 2018.

Objetivos específicos: Analizar cuáles son los variables de desempeño económico que inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima, en el año 2018.

Hipótesis general: Los factores de desempeño económico inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima.

Hipótesis específicas: Las variables de desempeño económico inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima.

Preguntas de investigación ¿Cuáles son los factores de desempeño económico que inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima? ¿Cuáles son los variables de desempeño económico que inciden en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima?

Justificación. Al hacer referencia a este tema una de las causas en realizar este tipo de investigaciones, es que, al obtener los resultados, se compartirán con las empresas objeto de estudio de esta investigación, de tal manera que les sea útil a los empresarios para la toma de decisiones en las mismas. Esto a su vez permitirá que las empresas puedan ser más competitivas en su mercado. Así mismo nos abre un abanico de oportunidades con empresas de otros giros con la finalidad de poder seguir realizando investigación que ayude a estas empresas a ser más competitivas.

Marco teórico. Para efectos de esta investigación se entiende por desempeño económico como la forma en que las empresas trabajan de manera

efectiva para aumentar la calidad de sus productos o servicios para que sea reconocida en su ramo y además posicionarse con los diferentes públicos existentes para poder facilitar un crecimiento económico sostenido. (Oliveira, López, & Moneva, 2013).

Conceptos de competitividad. La competitividad se puede definir desde varias perspectivas por lo cual nos hemos dado a la tarea de recopilar los conceptos de competitividad basándonos en diversos autores: Garelli (2000), del IMD, define la competitividad como la capacidad del entorno de una nación para mantener la creación de valor añadido y, por consiguiente, la competitividad de sus empresas. (Ramos, 2001) Por otro lado “Competitividad es la capacidad de obtener ganancias a través de las exportaciones” (Helleiner, 1989)

“Competitividad es la habilidad sostenida de obtener ganancias y mantener una participación de mercado... Esta definición presenta tres dimensiones importantes y medibles: ganancias, participación de mercado y, por medio de la palabra ‘sostenible’, adopta el aspecto temporal”. (Dure, Martin, & Westgren, 1992. La competitividad incluye tanto la eficiencia (alcanzar los objetivos al costo más bajo posible), como la efectividad (tener los objetivos adecuados) (Buckley, 1988). Y es la capacidad técnico-económica y de calidad que tienen las empresas en la forma de elaborar sus productos, siendo eficientes en sus gestiones ante el gobierno, como en sus actividades cotidianas y estando actualizados en todo tipo de infraestructura tanto física como tecnológica. (Magaña, 2013) Porter señala que la competitividad de una nación depende de la capacidad de sus industrias, para innovar y mejorar. (Porter, 1990)

Anuario 2018 de Competitividad (IMD) México retrocedió tres posiciones, de la 48 a la 51, en el Anuario de Competitividad Mundial 2018, elaborado por el Instituto para el Desarrollo Gerencial (IMD, por su sigla en inglés), con sede en Suiza. Es la posición más baja que el país ha tenido desde 1997, cuando fue incluido en esta clasificación. México cae al puesto 51 como resultado del empeoramiento de las percepciones sobre la calidad de las instituciones y la legislación empresarial, como la facilidad para hacer negocios y algunos aspectos del gobierno corporativo”, expone el informe. La clasificación general estuvo liderada por Estados Unidos, Hong Kong, Singapur, Países Bajos, Suiza, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Noruega, Suecia y Canadá. Chile es el único país de América Latina que está mejor posicionado que México, en el lugar 35, donde se mantuvo igual que en la edición anterior. El resto de los países de Latinoamérica presentó los siguientes resultados: Colombia pasó de la 54 a la 58; Perú subió de la 55 a la 54; Brasil avanzó de la 61 a la 60; Argentina escaló de la 58 a la 56, y Venezuela se mantuvo en la 63. (eleconomista.com.mx 2018).

Materiales y métodos.

El instrumento que se utilizó, para efectos de esta investigación, fue un cuestionario de 23 preguntas con una escala del 1 al 6. Este cuestionario se aplicó a los Gerentes de las Agencias Navieras en Manzanillo, Colima. Este cuestionario tiene validez y confiabilidad a través del alfa de Cronbach del 0.72 y ya se utilizado en otras investigaciones, de donde se tomó como base el factor desempeño económico que es uno de los cuatro factores del IMD. Las preguntas estaban divididas de la siguiente

manera; cuatro preguntas referentes al factor economía doméstica donde se cuestiona sobre las inversiones para incrementar los activos fijos, gasto del último año, la distribución de la inversión entre los activos y la inversión para adquirir nuevas empresas. Ocho preguntas del factor comercio Internacional aquí se realizan preguntas sobre el valor de las exportaciones de bienes y servicios en el último año, la gestión portuaria en Manzanillo, cantidad de las actividades de importación y exportación de bienes y servicios, costos de importación de las mercancías y las facilidades administrativas que reciben las agencias navieras. Cuatro más del factor Inversión internacional, aquí se cuestiona sobre los flujos de inversión directa de capital en el extranjero, financiamiento, importaciones y exportaciones realizadas por las agencias navieras. Cuatro preguntas del factor empleo, con preguntas relacionadas con el total de empleos que generan las agencias navieras, oferta de trabajo y la tasa de desempleo de la fuerza laboral. Por último, tres preguntas del factor precios del que se realizan preguntas sobre la tasa de inflación de los precios de consumo anual en las agencias navieras, riesgo de incremento en los precios y el costo anual de las rentas de oficinas para la gestión de las agencias navieras. La investigación se llevó a cabo en campo, donde se le solicitó al gerente de la empresa su colaboración en el llenado del cuestionario señalado anteriormente. Posteriormente a través de un análisis estadístico se logró identificar cuáles son los factores y variables que inciden en la competitividad de las empresas motivo de estudio. Cabe señalar que para poder identificar cuantas agencias Navieras existen en Manzanillo se recurrió a la AMANAC Asociación Mexicana de

Agentes Navieros A.C., para determinar cuál sería la población objeto de estudio y se encontró que se encuentran registradas en esta asociación diecinueve agencias navieras en Manzanillo, Colima, de las cuales solo participaron siete de estas diecinueve, argumentando diversas situaciones los doce restantes que decidieron no participar en esta investigación. El tratamiento estadístico o las herramientas que se utilizaron fueron las siguientes: 1.- Estandarización de las variables (A. Lind, G. Marchal, & A. Wathen, 2012) 2.- La media aritmética es una medida de ubicación muy utilizada. (A. Lind, G. Marchal, & A. Wathen, 2012) Esta técnica se utilizó para integrar las 23 variables en un solo índice. Para esta investigación se consideraron medias diferentes para cada una de las agencias navieras y utilizando el programa SPSS versión 22, después estas medias se convirtieron o se estandarizaron y el valor medio es el 50%, es decir la mediana representa el 50% y la interpretación de los resultados donde se muestran valores del 50% hacia arriba o del 50% hacia abajo significa que están por arriba de la media en términos de competitividad o están por debajo. Las dos herramientas estadísticas anteriores nos permitieron identificar los factores y variables de desempeño económico que inciden en la competitividad de las agencias navieras donde los valores arriba del 50% se considera que son los que están ubicados arriba de la media en relación con la competitividad y del 50% hacia abajo están por debajo de la media en relación con la competitividad.

Resultados y discusión.

Los factores de desempeño económico y las variables que inciden positivamente en

la competitividad de las Agencias Navieras en Manzanillo, Colima por arriba de la media, es decir influyen positivamente en materia de competitividad, donde la media representa el 50% se puede mencionar lo siguiente: En total son cinco los factores de desempeño económico. Los factores con sus respectivas variables se desglosan a continuación: 1.-El factor Economía Doméstica con dos variables: a) La primera de las variables tiene que ver con el consumo realizado en el último año fue muy alto y, b) el reparto o distribución de una inversión entre diversos valores o activos son insuficientes. 2.- El factor Comercio Internacional con cinco variables, que son las siguientes: a) Las agencias navieras en Manzanillo facilitan la importación y exportación de bienes y servicios. b) Las actividades de importación de bienes y servicios se realizan en gran cantidad. c) Las empresas exportadoras en el puerto de Manzanillo abarcan muchos mercados. d) Las actividades de exportación de bienes y servicios se realizan en gran cantidad. e) Las facilidades administrativas que reciben en el puerto las empresas exportadoras son suficientes. 3.- El factor Inversión Internacional con tres variables, las cuales son las siguientes: a) Los flujos de inversión directa de capital extranjero que realizan las agencias navieras es muy alto. b) El financiamiento de las agencias navieras de Manzanillo con capital extranjero es muy alto. c) Las importaciones y exportaciones realizadas por las agencias navieras de Manzanillo no son afectadas por la globalización. 4.-Del factor Empleo con una variable a) La tasa de desempleo de la fuerza laboral en el puerto durante el último año se ha incrementado. 5.- Finalmente del factor

Precios con dos variables: a) El riesgo de incremento en los precios en las agencias navieras es alto. b) El costo anual de las rentas de oficinas para las agencias navieras es alto.

Conclusiones.

Como conclusión de este trabajo de investigación podemos comentar que los objetivos, preguntas de investigación e hipótesis planteados se cumplieron al 100%. Al desarrollar esta investigación nos permitió tener un acercamiento con los empresarios y conocer de cerca la problemática a la que se enfrentan las Agencias Navieras al momento de aplicar los cuestionarios. Gracias a la investigación realizada se pudo determinar los factores y variables que inciden de manera positiva en la competitividad de las agencias navieras en Manzanillo, Colima, en el año 2018, de acuerdo con el factor de desempeño económico. Así mismo podemos concluir también que las importaciones y exportaciones realizadas por las agencias navieras de Manzanillo, no son afectadas por la globalización, con un 53.50%, el consumo realizado en el último año fue muy alto con un 52.92%, las agencias navieras en Manzanillo facilitan la importación y exportación de bienes y servicios con un 52.22%, y las actividades de importación de bienes y servicios se realizan en gran cantidad 52.19%. Cabe mencionar que en el año 2016 se realizó un estudio similar, y con estos hallazgos en el año 2018 permitirán entre otras cosas lo siguiente: Tomarse como base para la toma de decisiones de los empresarios de las agencias navieras. Se podrán generar nuevas líneas de investigación de empresas portuarias en otros puertos del país y del mundo. Puede servir como fuente de información para la

toma de decisiones del gobierno federal, estatal y municipal.

Bibliografía

- Asociación de Agentes Navieros (2018).
- Bernal, G., & Mungaray Lagarda, A. (2017). Los índices de competitividad en México. *Gestión y Política Pública*, 26(1), 167-218.
- Buckley. (1988). Measures of International Competitiveness. A critical Survey; *journal of Marketing Management*; New York
- Díaz, F. O., Jiménez, J. M., & Martínez, M. M. (2016). Diseño de estrategias para mejorar la competitividad de la industria láctea. *Revista De Ingeniería*, (43), 40-45. doi:10.16924/riua.v0i43.865.
- Duren, Martin, & Westgren. (1992). cit. por Rojas, Chavarría & Sepúlveda.
- Fuentes, N., Osorio, G., & Mungaray, A. (2016). Capacidades intangibles para la competitividad microempresarial en México. *Problemas Del Desarrollo*, 47(186), 83-106. Garelli, S. (2004). Competitiveness of Nations: The fundamental. IMD World Competitiveness Yearbook:1
- Helleiner. (1989). cit. por Rojas, Chavarría, & Sepúlveda.
- IBM. (2018). IBM SPSS Statistics. Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/marketplace/spss-statistics>
- IMCO Staff. (2016). IMCO. Obtenido de Índice de Competitividad Estatal 2016
- Índice de Competitividad Internacional (ICI). (2015). Instituto Mexicano para la La-corrupción-en-México-transamos-y-

no-avanzamos/ Landa Díaz, H. O., & Arriaga

Lind, D., G. Marchal, W., & A. Wathen, S. (2012). Estadística Aplicada a los negocios y la economía (Vol. 15 ed). México: McGraw Hill. Recuperado el 29 de septiembre de 2016

Magaña, P. (2013). *Tesis La Competitividad de las Agroindustrias del Limón en Colima, México*. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.

Navarrete, R. (2017). Crecimiento, competitividad y restricción externa en américa latina. Investigación Económica, 76(300), 53-80. doi: 10.1016/j.inveco.2017.06.00

Oliveira, F., López, M., & Moneva, J. M. (2013). *Scielo*. Recuperado el 03 de Agosto de 2016, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422013000100007&lng=es&tlng=es

Porter.M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. New York: The Free Press.

Porter, M. (2006). México: CECSA. Qué es, Significado y Concepto. (s.f.). Recuperado el 03 de agosto de 2016, de <http://definicion.de/eficiencia/#ixzz4GIS0JsXI>

Ramos.R. (2001). Modelos de evaluación de la competitividad internacional. Una aplicación al caso de Islas Canarias. Suiza, Tesis Doctoral.

EL VALOR DE MARCA A TRAVÉS DEL CAPITAL ESTRUCTURAL EN EL SECTOR EDUCATIVO SUPERIOR EN MÉXICO

Balderas Huerta, María Edith¹, Recio Reyes, Ramón Gerardo², Gómez Sánchez, David³
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Unidad Académica Multidisciplinaria Zona
Media¹²³

Autor para correspondencia: edith.balderas@uaslp.mx

Resumen

El trabajar sobre la marca y conocer todo su potencial se convierte además de una oportunidad, en una necesidad para las empresas. Por consiguiente, la marca es el pilar de creación de valor tanto para el cliente como para la empresa, ya que una buena gestión de la misma puede disminuir el riesgo asociado a la compra de un producto, favoreciendo la lealtad, que influye positivamente en la actuación financiera de una empresa y propicia las extensiones. El objetivo de la presente investigación fue analizar la importancia del valor de marca a través del capital estructural en el sector educativo superior, realizando una revisión de la literatura de diversas fuentes de información como bibliotecas electrónicas, revistas nacionales e internacionales, tesis de maestría y doctorado, libros de texto, entre otras fuentes, con la finalidad de encontrar los modelos y campos de aplicación del valor de marca, así como encontrar las dimensiones que sustenten el sector educativo. Se encontró que el valor de marca se mide por la lealtad, notoriedad, imagen y calidad, y que en los últimos años se han elaborado cinco investigaciones que se desarrollan en el campo del sector educativo superior.

Palabras Clave: Marca, valor de marca, revisión de literatura y sector educativo.

Abstract

Working on the brand and knowing its full potential also becomes an opportunity, a necessity for companies. Therefore, the brand is the pillar of value creation for both the client and the company, since a good management of it can reduce the risk associated with the purchase of a product, favoring loyalty, which positively influences the financial performance of a company and encourages extensions. The objective of this research was to analyze the importance of brand equity through structural capital in the higher education sector, conducting a review of the literature of various sources of information such as electronic libraries, national and international journals, master's and doctoral thesis, textbooks, among other sources, in order to find the models and fields of application of brand equity, as well as to find the dimensions that support the educational sector. It was found that brand equity is measured by loyalty, notoriety, image and quality, and that in recent years five investigations have been developed that are developed in the field of the higher education sector.

Key words: Brand, brand equity, literature review and education sector.

Introducción

La marca es el pilar de creación de valor tanto para el cliente como para la empresa, ya que una buena gestión de la misma puede disminuir el riesgo asociado a la compra de un producto, favoreciendo la lealtad, que influye positivamente en la actuación financiera de una empresa y propicia las extensiones.

Martínez (2014) menciona que las marcas son un elemento fundamental en la sociedad de consumo, porque añaden valor a los productos a través del conjunto de significados que las personas asocian a éstas, lo que proporciona una serie de ventajas a nivel de marketing. Por otro lado, el término Brand Equity ha tomado popularidad desde inicios de la década de los años ochenta, cuando irrumpe por primera vez en la literatura de administración de negocios, término que hace referencia al “valor de marca”, siendo bajo esa óptica cuando las marcas adquirieron un nuevo papel en las estrategias de negocios (Roldán, 2010). A pesar de no haber sido definido con gran precisión, inicialmente apunta a que las marcas sean consideradas como activos financieros de las empresas y por ello, sean reconocidas por la gestión de top y por los mercados financieros (Reynolds & Phillips, 2005); (Brasco, 1988); (Pappu et al. 2005).

Posteriormente, el valor de marca pasa a ser evaluado bajo el punto de vista del marketing, en la perspectiva de los productos y de los bienes de consumo (Aaker, 1991); (Keller, 1993) evolucionando hacia evaluaciones a nivel de la percepción de los consumidores, así como en su relación e influencia en el comportamiento de compra (Dawar & Pillutla, 2000). Por ello, se ha generado toda una línea de investigación del tema y

una de las razones que explican la importancia de su desarrollo es las propias características del mercado.

Según Sinha et al. (2008) a pesar de los argumentos de la visión financiera del valor de marca, apelando a evaluaciones y recurriendo a datos objetivos, basados en el mercado, permitiendo comparaciones a largo plazo; los argumentos de la visión de cliente han venido a ganar espacio, desde luego, porque defienden que el cliente es el mejor juez del valor de marca. En suma, el valor de marca, también se ha denominado como patrimonio de marca o capital de marca (Aaker, 1992; Buil et al. 2010).

Asimismo, las marcas pueden jugar un papel muy importante en el sector educativo, que desde hace unos años está integrando estrategias y políticas de marketing en su modelo de negocio, tanto a nivel privado como público debido, entre otras razones, a la feroz competencia que existe actualmente en este sector (Fernández, 2002).

Por ende, hablar de la educación superior en el mundo, es tomar como referencia la teoría del capital humano propuesta por Becker, (1964), porque los individuos demandan educación con el objetivo de mejorar su productividad en el mercado laboral, permitiéndoles obtener mayores ganancias futuras. Ya que hoy en día, las universidades se encuentran operando dentro de entornos dinámicos y desafiantes, y la estrategia de marketing se ha convertido en una prioridad para asegurar un fuerte reclutamiento y retención de estudiantes y profesores (Asaad et al. 2013). Además, se busca obtener resultados en términos de valor, efectividad y beneficios potenciales (Küster, 2012).

En México, las Instituciones de Educación Superior (IES) se abocan a la preparación de los estudiantes para una carrera específica, de tal modo que éstos confían en que al finalizar sus estudios conseguirán un lugar definido en el mercado de trabajo. El compromiso de las IES debe centrarse en proveer a los estudiantes preparación pertinente diseñada para satisfacer los requerimientos de los empleadores en el mercado laboral (Guzmán et al. 2007). De esta manera a través de una revisión teórica se pretende alcanzar el siguiente objetivo planteado: Analizar la importancia del valor de marca a través del capital estructural en el sector educativo superior, realizando una revisión de la literatura.

La justificación del estudio reside en entender el valor de marca que contribuye a generar mayor valor en empresas tanto públicas como privadas, así como en los distintos giros empresariales industriales, comerciales y de servicios. Como lo mencionan Blay et al. (2014) que en la actualidad conocer el valor de la marca como activo de la empresa es determinante para mantener la posición que se ostenta en el mercado frente a las empresas competidoras.

Asimismo, la importancia de estudiar el valor de marca en México en el sector de servicios, específicamente el sector educativo superior, es porque no existe una investigación similar llevada a cabo, por lo que las aportaciones darán la pauta para que las IES identifiquen que es lo que las distingue de las otras instituciones, así como conocer los factores dentro de las dimensiones que ofrecen mayor valor de marca.

Este estudio se fundamenta en la teoría de los recursos y capacidades se inició a mitad de la década de los años ochenta por

Wernerfelt (1984), Rumelt (1984) y Barney (1986) y posteriormente desarrollada por éstos y otros académicos (Barney, 1991; Grant, 1991; Amit y Shoemaker, 1993; Black y Boal, 1994; Teece, Pisano y Shuen, 1997 citados por Ochoa et al. 2012). Esta teoría parte de la heterogeneidad empresarial, de manera que cada empresa podrá construir su estrategia sobre los recursos que disponga, buscando obtener rentas derivadas de su mayor eficiencia.

Por otro lado, la Teoría del Capital Humano, concepción nueva del insumo trabajo, ha sido desarrollada por Becker en 1964, considera el trabajo humano como un medio para la producción de bienes y servicios, mediante la distribución de las fuerzas productivas. De tal forma, ya no se considera el trabajo del individuo de manera homogénea, sino, más bien, potencializa la diferenciación de la persona en el engranaje del sistema económico como sujeto individual, y adiciona, como ejes sustantivos para el desarrollo económico, a las instituciones sociales, elementos coadyuvantes para el crecimiento económico que aspira una nación (Sandoval y Hernández, 2018).

Asimismo, uno de los primeros teóricos en referirse al término de capital humano fue Schultz (1961), quien considera que aplicar este concepto a las personas es reducir la esencia del ser humano a una condición de mercancía equivalente a la época ya superada de la esclavitud.

Por otro lado, Becker (1962) citado por Sandoval y Hernández (2018) definió el capital humano como la suma de las inversiones en educación, formación en el trabajo, emigración, que tiene como consecuencia un aumento en la productividad de los trabajadores. Sin embargo, los desarrollos posteriores

incluyen en el capital humano otros factores como salud, alimentación y educación; lo cual ha permitido dar al concepto una perspectiva más social. Además, es significativo hablar del capital intelectual que abarca las relaciones con los clientes y los socios, los esfuerzos innovadores, la infraestructura de la empresa, el conocimiento y la pericia de los miembros de la organización (Edvinsson y Malone, 1999; Edvinsson y Stenfelt, 1999; Pasher, 1999 citados por Sánchez et al. 2007). Asimismo, Bradley (1997) menciona que el capital intelectual consiste en la capacidad para transformar el conocimiento y los activos intangibles en recursos que crean riqueza en las empresas como en los países.

Por otra parte, según la literatura revisada se consideran tres dimensiones del capital intelectual las cuales son: el capital humano, el capital estructural y el capital relacional, los cuales se describen a continuación: El capital humano es “el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes tanto presentes como potenciales de los empleados de una organización a partir de los cuales desarrollará su propuesta de empresa y alcanzará los objetivos propuestos” (Castillo, 2012, p. 11). Por otra parte, el capital estructural es “el conocimiento residente en la empresa, es decir el conocimiento que queda en la empresa independientemente de la volatilidad de las personas, como la cultura, los procedimientos, la confianza, las estructuras de apoyo, de captura, retención y transmisión del conocimiento” (Santos et al. 2011, p. 85). Y, el capital relacional es “el conjunto de conocimientos debido a las relaciones institucionales que mantiene una empresa con otros agentes (clientes, proveedores, aliados) y que le reporta un valor y una

base de conocimientos necesarios para realizar su actividad de manera más eficiente” (Delgado et al. 2011, p. 209).

Existen tres corrientes bajo las que el valor de marca es investigado según Casanoves (2016): 1) La psicología cognitiva: se basa básicamente en la mente del consumidor. Así, los trabajos que defienden este enfoque proponen determinar las percepciones del consumidor hacia la marca y el comportamiento de compra de los mismos; 2) La teoría de las señales: bajo el enfoque de la teoría de agencia, plantea que existe una relación de agencia, cuando una parte (principal) depende de otra (agente) para desarrollar una actividad que le afecta. Así, esta corriente se centra en que las marcas generan valor a los consumidores porque sirven de señales que permiten una rápida identificación del producto y una simplificación de la elección de compra; y 3) La financiera y contable: defienden una visión amplia de análisis del resultado contable de las inversiones de marketing e innovación realizada por la organización.

Delgado (2003) menciona que las corrientes, basadas en la Psicología Cognitiva y en la Teoría de Señales, basan su estudio en el consumidor, detallando sus percepciones sobre como las marcas le permiten expresar sus escalas de valores y personalidad. Además Grace y O’Cass, (2002) dicen que ambas concepciones observan el capital de marca como un concepto necesario para entender y administrar las asociaciones que una marca produce en la mente del consumidor. Por su parte, la corriente Financiera y Contable se encarga de analizar el resultado contable de las inversiones de marketing y la innovación realizada por la organización (Fernández, 2002).

Por eso, en primer lugar es importante hablar de la marca, que durante siglos, desde que los alfareros griegos decidieron pintar señales (marcas) en sus productos para indicar quién era su autor, las marcas habían mantenido su función primordial de identificación del fabricante (Garnica, (Interbrand Group, 1992 citado por Casanoves, 2016). Aunado a ello, crear marcas es “marcarlas” en la mente de los clientes, en los compradores actuales y potenciales.

Por ende, Forero y Duque (2014) definen la marca como un activo intangible que las organizaciones deben gestionar para incrementar su valor en el mercado, teniendo en cuenta que con el tiempo se ha convertido, cada vez más, en una importante herramienta de gestión para las organizaciones de cualquier tamaño y sector.

El término valor de la marca se comenzó a utilizar a principios de la década de los ochenta sin precisar claramente su significado. Este término surgió para contrarrestar la excesiva inclinación que solían mostrar las empresas por obtener beneficios a corto plazo, en detrimento de la realización de acciones, tales como las

1999). Por ende, la palabra inglesa brand (marca) se deriva de la antigua voz nórdica brandr (quemar), debido a que las marcas fueron, y siguen siendo, los medios a través de los cuales los dueños del ganado marcan a sus animales para identificarlos

publicitarias, cuyos efectos son principalmente a largo plazo (Martin y Brown, 1990, citado por Del Rio et al. 2002). Por otra parte, el valor de marca desde la perspectiva del consumidor, es uno de los conceptos que más atención e interés ha recibido durante los últimos años en la gestión de marketing. Entendido de manera general como el valor añadido con el que la marca dota a un producto, la aparición de este constructo ha acentuado la importancia del papel de la marca en la organización y las estrategias de marketing durante los últimos años.

Según sus diferentes perspectivas de evaluación financiera a evaluación basada en el cliente, existen diversas definiciones sobre este término, en la tabla 1 se muestra la conceptualización de valor de marca, por algunos autores según su punto de vista.

Tabla 1. Conceptualización de valor de marca

<i>Autor (es)</i>	<i>Concepto</i>
Aaker (1992)	El valor de marca se presenta como un conjunto de activos y pasivos vinculados a la marca, su nombre y símbolos, que incorporan o disminuyen valor suministrado por un producto o servicio intercambiado a los clientes de la compañía.
Kamakura & Russell (1993)	Se produce cuando el consumidor está familiarizado con la marca y tiene algunas asociaciones de marcas favorables, fuertes y únicas en la memoria.
Lassar et al. (1995)	Es la percepción genérica de los clientes sobre la superioridad de una marca cuando es comparada con otras, debiéndose considerar cinco dimensiones para su evaluación que son el desempeño, la imagen social, el valor, la confianza y la conexión emocional.
Duffy (2000)	Es el reconocimiento por parte de los consumidores de una calidad constante, atributos físicos de los productos satisfactorios y otros elementos satisfactorios desde el punto de vista emocional, a menudo, directamente vinculados a la relación con el cliente y las interacciones asociadas.
Nath & Bawa (2011)	Es la capacidad que los productos o servicios de marca tienen para practicar precios elevados, efectuar extensiones de mercado y sacar más ventajas competitivas que productos y servicios sin marca no consiguen.
Schiffman y Wisenblit (2015)	Representa el valor intrínseco de un nombre de marca, desarrollado a partir de la percepción que tienen los consumidores respecto de su superioridad, la estima social que se deriva de su uso, y la confianza e identificación que sienten hacia ella.

Fuente. Elaboración propia.

Por lo tanto, Xu (2015) dice que cuando se hace referencia al Brand Equity, se alude al valor que arroja, como un activo intangible, la marca sobre la empresa cuando el consumidor toma la decisión de adquirir sus productos o servicios. Hoy en día, la traslación de este concepto a términos económicos es una cuestión a la que se realizan continuas aproximaciones desde distintas disciplinas, como la economía y el marketing.

Por otro lado, Mut (2017) menciona que el valor de una marca no puede existir sin que se haya dado una relación entre marca-consumidor, ya que el valor se origina cuando el consumidor va generando familiaridad con el producto y de ahí dentro de su mente comienza a creer y a crear asociaciones beneficiosas que le otorgan a la marca, ya sean éstas funcionales (que le permitan satisfacer alguna necesidad); simbólicas (ya sea en

términos de auto concepto, roles, entre otros; o experiencias (sensaciones, estimulaciones, entre otras) que da como resultado un cariño o apego del consumidor hacia marcas específicas que va convirtiéndose a lo que se llama fidelidad (compromiso, preferencia) (Ailawadi et al. 2003).

Existen diferentes modelos del valor de marca, los que mayormente han sido aceptados por la comunidad científica son los siguientes según Saavedra (2004): (1) Farquhar, 1989; (2) Aaker, 1992; (3) Keller, 1993; (4) Faircloth, Capella y Alford, 2001; (5) Yoo y Donthu (1997); (6) Delgado y Munuera, 2002; y (7) Buil et al. (2010). Referente a estos modelos, existen cuatro dimensiones que aunque nombrados de distinta forma, se entiende que su aportación al valor de marca es el mismo, estos son: lealtad de marca, notoriedad de marca, imagen de marca y calidad percibida. En la tabla 2 se

muestran las distintas aportaciones realizadas por los autores mencionados anteriormente.

Tabla 2. Principales dimensiones del valor de marca según diversos autores

Componentes del valor de marca	Farquhar, (1989)	Aaker, (1992)	Keller, (1993)	Faircloth, Capella y Alford, (2001)	Yoo y Donthu (1997)	Delgado y Munuera, 2002;	Buil et al. (2010).	Casanoves (2016)
Notoriedad de marca		x	x		x	x	x	x
Imagen de marca	x	x	x	x	x	x	x	x
Calidad percibida de marca		x	x		x	x	x	x
Lealtad de marca	x	x	x		x	x	x	x
Otros activos de marca	x	x		x		x		

Fuente: Elaboración propia basado en Casanoves y Küster (2017).

De acuerdo a la tabla 3, se observa que las dimensiones que muestran mayor representación son lealtad de marca, notoriedad de marca, imagen de marca y calidad percibida de marca, por lo que se hace una revisión de los conceptos.

La lealtad hacia la marca se conforma como la medida del vínculo entre el cliente y la marca que a menudo constituye el núcleo del valor de marca. Uno de sus indicadores puede ser la satisfacción. La lealtad de marca genera valor principalmente reduciendo los costes de marketing, ya que mantener los clientes satisfechos resulta menos costoso que conseguir nuevos clientes y porque los clientes leales son posibles prescriptores del producto al convencer a los demás de su uso (Aaker, 1991).

Por otra parte, la notoriedad o conciencia de marca, ha sido tratada extensamente por diversos autores que reconocen sus beneficios y repercusiones para las marcas, centrándose principalmente en su medición y taxonomía. Especialmente, se

destacan distintas perspectivas de estudio de la notoriedad como su utilidad como un enfoque publicitario, como activo de marca y su influencia en el comportamiento del consumidor (Colmenares et al. 2009).

Referente a la imagen de marca, es un concepto muy intuitivo pero de difícil concreción. Ante todo, la imagen de marca es una “imagen” (Aaker, 1994, citado por Martínez et al. 2004). Severi y Choon (2013) la definen como la marca que se lleva a la mente del consumidor por medio de la asociación de la marca.

Finalmente, la calidad percibida es lo mismo que la estima que tiene un consumidor hacia la marca y el valor percibido, por tanto, que éste le da a la misma. Además, la medición de la calidad percibida está vinculada a la popularidad que tiene una marca y al liderazgo que denota en el mercado en el que compete (Aaker, 1991).

En la tabla 3 se muestran investigaciones realizadas de valor de marca aplicadas a

diferentes contextos, se consideraron estudios del año 2011 al 2019, resaltando estudios realizadas en España, que es donde se tiene mayor énfasis en campos de

aplicación como: vinos, fútbol, firmas de moda y boutique, en México se destaca la aplicación en Telefonía celular y mejores marcas posicionadas en el año.

Tabla 3. Investigaciones de valor de marca en diferentes contextos

Autor (es)	País	Objetivo	Campo de aplicación	Modelo utilizado	Principales resultados
Grimaldo (2019)	San Luis Potosí, México	Evaluar los efectos del valor de marca en el comportamiento del consumidor en los mercados de telefonía celular, refrescos y lácteos de la zona metropolitana de Rioverde-Ciudad Fernández, S.L.P.	Telefonía celular, refrescos y lácteos	Modelo de Aaker (1991) aplicado por Oviedo (2014) y Balderas (2016)	Existe un modelo que permite entender los efectos del valor de marca en el comportamiento del consumidor en los tres mercados estudiados a partir del modelo propuesto por Gómez (2016), obteniendo correlaciones fuertes y moderadas.
Fraigola (2017)	Buenos Aires, Argentina	Entender en qué factores o elementos se basa la naturaleza de marca para impulsar la imagen positiva, influenciar al consumidor de fútbol de Uruguay y fidelizarlo, en particular invirtiendo en la camiseta de la selección nacional de fútbol.	Fútbol	Aaker & Joachimsthaler, (2005)	Hay una apreciación importante de los consumidores respecto de la marca deportiva/fabricante como instrumento diferenciador, podemos concluir que la marca puede influir en las decisiones de los consumidores a la hora de la elección de un producto similar frente al otro.
Juan (2016)	La Coruña, España	Analizar las variables que tienen más importancia en el valor de marca de Paco & Lola.	Vinos marca Paco & Lola	Aaker en 1991. Las variables que incorporó son: lealtad, notoriedad, imagen o asociación de marca y calidad percibida. Además, se incorporó la Denominación de Origen	De las variables incluidas en el modelo de Aaker -lealtad, calidad percibida, notoriedad y asociaciones de marca- se ha demostrado que influyen todas en el valor de marca y la denominación de origen resultó no tener influencia en el valor de marca de Paco & Lola.
Gómez (2016)	Puebla, México	Evaluar los efectos del valor de marca en el comportamiento del consumidor en el mercado de telefonía celular en la zona conurbada de Rioverde, S.L.P.	Telefonía celular	Modelo de Aaker (1991) y Buil et al. (2010)	Los efectos del valor de marca en el mercado de telefonía celular se presentan en la etapa de procesamiento específicamente en las variables psicológicas: actitud, aprendizaje, percepción, motivación y personalidad mismos que se presentan en una correlación canónica.
Araújo (2015)	Madrid, España	Clarificar la importancia de la experiencia de marca en el valor de marca por vía de la satisfacción y lealtad de clientes	Punto de venta de la Marca Parfois (boutique) en Portugal Continental	Modelo del construido por 4 conceptos principales (la Experiencia de Marca, la Satisfacción de Clientes, la Lealtad de Clientes y el Valor de marca	La experiencia de la marca es una excelente herramienta para estimular positivamente al valor de marca, pero también a la satisfacción y lealtad de clientes
Ydrogo (2015)	Perú	analizar el valor de marca percibido para zapatillas deportivas, en jóvenes de 18 a 25 años de la ciudad de Chiclayo	Zapatillas deportivas: Nike, Adidas, Reebok y Puma.	Modelo de Yoo & Donthu (2001).	Nike se posiciona como la marca líder, pero sus competidores Adidas, Puma y Reebok muestran diversos factores a su favor, lo cual los convierte en elementos de consideración del mercado. Así, el valor de marca obtenido para las cuatro marcas de zapatillas deportivas no reflejó una diferencia significativa entre ellas
Fischer et al. (2014)	Ciudad de México	Conocer si el valor de la marca afecta la percepción de la imagen afectiva	30 marcas posicionadas en el mercado mexicano, seleccionadas de la lista de BrandZ, Millward Brown Top 100 (2012)	Basado en estudios de Lang 1994, Moltó et al., 1999; Ostrosky y ChayoDichy, 2003; Vila, 2001)	El valor de una marca puede alterar la percepción de la imagen presentada, lo que permite una propuesta de análisis en el campo de la comercialización para el desarrollo de estrategias para la comunicación gráfica
Núñez, et al. (2012).	España	Analizar cómo la marca crea valor para la empresa y medir esta creación en relación con la competencia	Firmas de moda: Inditex, H&M, Gap, Next, Primark, Abercrombie & Fitch, Mango, Cortefield y C&A	El Método de valoración de la contabilidad de momentos, desarrollado por Farquhar e Ijiri (1993),	C&A, Next y Primark destacan por su presencia internacional e inversión en publicidad, el valor de la marca de Abercrombie & Fitch se encuentra reforzado en estrategias de marketing aplicadas en sus empleados.
Llorens (2011)	España	Contrastar el valor de marca como uno de los antecedentes de la intención de compra del aficionado	Fútbol	Modelo propuesto de Oliver (1999)	El valor de marca como la lealtad afectiva, ejercen influencia escasa sobre la intención de compra del aficionado altamente implicado, centrándose los clubs en potenciar las cuestiones más cognitivas si desean

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se muestran investigaciones referentes al valor de marca que se han aplicado en el sector educativo, encontrando estudios entre los años 2011 y 2017 los cuales se han realizado en Malasia, España, Estados Unidos, África y Egipto.

Tabla 4. Investigaciones de valor de marca en el sector educativo

Autor (es)	País	Objetivo	Tipo de investigación	Técnica aplicada	Muestra	Modelo utilizado	Principales resultados
Rahul et al. (2017)	Malasia	Mejorar la comprensión académica del valor de marca en la educación superior en Malasia y explorar las implicaciones para las prácticas de gestión, las políticas gubernamentales y las partes interesadas relevantes en la industria.	Documental, descriptivo.	Revisión de la literatura	No Aplica	No Aplica	Solo hay un tipo de valor de marca que es el valor de marca basado en el cliente y otros estudios podrían centrarse en el valor de marca desde diferentes perspectivas, como las perspectivas financieras o del empleador
Casanoves (2016)	Valencia, España	Avanzar en el conocimiento del capital de la marca en el ámbito universitario, y más profundamente haciendo una comparativa entre el ámbito público y el privado y entre diferentes agentes afectados (profesores, estudiantes y personal administrativo y de servicios).	Tipo explicativo-causal, descriptivo, transversal, circunspectivo, mediante método deductivo y de corte tanto cualitativo como cuantitativo	Análisis de contenido digital (fase cualitativa), como mediante una encuesta personal (fase cuantitativa)	Cualitativa de 1051 y cuantitativa 2239 profesores, estudiantes y personal administrativo y de servicios.	Modelo construido a través de la revisión de la literatura integrada por las dimensiones: notoriedad de marca, calidad percibida, imagen de marca y lealtad de marca.	Diferencias de percepción de capital de marca en función de dos variables (naturaleza de la institución y rol del agente implicado) en lo relativo a las variables que lo determinan: notoriedad de marca, imagen de marca, calidad percibida de marca y lealtad de marca
Pinar et al. (2014)	Estados Unidos	Revisar la literatura relevante para identificar los factores importantes para la marca universitaria, desarrollar y probar la validez discriminante y convergente de las escalas de medición para las dimensiones de equidad de marca universitaria	Exploratorio, descriptivo y cuantitativo.	Encuestas	439 encuestas de estudiantes de 30 clases de una universidad integral en el medio oeste.	Modelo construido a través de la revisión de la literatura a través de autores como Aaker (1996), Buil et al. (2008) entre otros.	Se sugiere que algunas de las dimensiones del valor de la marca son más importantes para desarrollar marcas universitarias sólidas. De las dimensiones centrales, la calidad percibida del profesorado es la dimensión de capital de marca más importante, seguida por la reputación universitaria y el entorno emocional, la lealtad de marca y las dimensiones de conciencia de marca para crear una marca universitaria fuerte
Makgosa & Molefhi, (2012)	República de Botsuana, África	Establecer las percepciones de los estudiantes de la Universidad de Botsuana sobre su valor de marca siguiendo el ejercicio de cambio de marca.	Cuantitativo, descriptivo.	Cuestionario estructurado	336 estudiantes universitarios	Modelo construido a través de revisión de literatura utilizando autores como Aaker (1991), Yoo & Donthu (2001).	La marca, la equidad del nuevo logotipo era menor que la del logotipo anterior. Los resultados de las pruebas t emparejadas reveló que los estudiantes tienden a recordar y reconocer el viejo logo más que el nuevo logo. Los estudiantes también se sienten atraídos, cariñosos y apegados al logotipo antiguo más que al nuevo.
Mourad et al. (2011)	Egipto	Mejorar la comprensión académica del valor de marca en el sector de educación superior (HE) y explorar las implicaciones para la práctica de gestión.	Cuantitativa, descriptivo, empírico	Cuestionario autoadministrado	150 estudiantes universitarios y 150 estudiantes de secundaria de Egipto	Modelo construido a través de la revisión de la literatura	Apoyo parcial para el modelo conceptual con determinantes relacionados con la imagen del valor de marca que son mucho más significativos que los determinantes relacionados con la conciencia. Implicaciones prácticas: para aquellos involucrados en las marcas de servicios de marketing, el impacto asimétrico de varios determinantes del valor de la marca proporciona orientación sobre cómo y dónde enfocar los esfuerzos de marketing.

Fuente: Elaboración propia.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de la bibliografía que parte del análisis de las fuentes mencionadas en el apartado correspondiente para ello, que conducirá a la comprensión del contenido del valor de marca, y a conocer las implicaciones de los

diversos modelos que se han considerado. A la hora de seleccionar las fuentes que han constituido esta bibliografía, se ha guiado por la búsqueda sistemática de diferentes artículos que versan sobre el valor de marca, localizados a través de los archivos de las principales bibliotecas

electrónicas de diferentes universidades, así como tesis de maestría y doctorado, revistas nacionales e internacionales,

libros, buscando encontrar información significativa para trabajar sobre el objeto de estudio que es el sector educativo.

Resultados y discusión

De acuerdo al objetivo planteado de analizar la importancia del valor de marca a través del capital estructural en el sector educativo superior, realizando una revisión de la literatura, se encontró que existe suficiente información en relación al término valor de marca, así mismo se encontraron siete modelos analizados y probados de acuerdo a diferentes campos de estudio, los cuales son: Farquhar, (1989), Aaker, (1992), Keller, (1993), Faircloth, Capella y Alford, (2001), Yoo y Donthu (1997), Delgado y Munuera, (2002) y Buil et al. (2010), mismos que coinciden con el estudio de cuatro dimensiones de valor de marca, las cuales destacan lealtad, imagen, notoriedad y calidad. La mayoría de los estudios

encontrados relacionados con el valor de marca, según la revisión de la literatura son internacionales, en el continente de Europa específicamente en España, en diversos campos de aplicación como: boutiques de ropa, vinos, zapatillas deportivas, fútbol, hoteles, sector educativo, entre otros, específicamente en el continente Americano se revisaron estudios en Venezuela, Perú y Ciudad de México, los cuales están enfocados al sector comercio, telefonía celular y productos como: computadora, brasier, videogradora, crema, café, pilas AAA y agua. Finalmente, existen investigaciones en el sector educativo superior las cuales se han realizado en Malasia, España, Estados Unidos, África y Egipto, no encontrando estudios en México que lo hayan abordado.

Conclusiones

Se destacan cuatro dimensiones de valor de marca: lealtad, imagen, notoriedad y calidad, asimismo siete modelos que lo han abordado, no encontrando estudios de

valor de marca en el sector educativo en México, por lo que esta investigación formará parte del desarrollo de un estudio de esta índole que será aplicado en el municipio de Rioverde, San Luis Potosí.

Bibliografía

- Aaker, D. (1991). *Measuring Brand Equity: Capitalizing on the value of a brand name*. New York: The Free Press.
- Aaker, D. (1992). The value of Brand equity. *Journal of Business Strategy*, 13(4), 27-32.
- Ailawadi, L., Lehmann, D., & Neslin, S. (2003). Revenue Premium as an Outcome Measure of Brand

- Equity. *Journal of Marketing*, 67, 1-17.
- Araújo, P. (2015). *Influencia de la experiencia de marca, en el valor de la marca, por vía de la satisfacción de clientes*. Madrid. España. (Tesis de Doctorado). Universidad Rey Juan Carlos.
- Asaad, Y., Melewar, T., Cohen, G., & Balmer, J. (2013). Universities and export market orientation: An exploratory study of UK post-92

- universities. *Marketing Intelligence & Planning*, 31(7), 838-856. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/263719670_Universities_and_export_market_orientation_An_exploratory_study_of_UK_post-92_universities
- Blay, R., Benlloch, M., y Sanahuja, G. (2014). La imagen corporativa como intangible clave de la competitividad empresarial. Análisis de los activos estratégicos de los sectores tradicionales. *Sphera Pública*, 14(1), 70-96. Obtenido de <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/123735/67237.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bradley, K. (1997). Intellectual capital and the new wealth of nations. *Business Strategy Review*, 53-62.
- Brasco, T. (1988). How brand names are valued for acquisition. *Defining, measuring and managing brand equity: A conference summary. Marketing Science Institute Report*, 88-104.
- Buil, I., Martínez, E., & De Chernatony, L. (2010). Medición del valor de marca desde un enfoque formativo. *Cuadernos de Gestión*, 10, 167-196.
- Casanoves, J. (2016). *El capital de marca en la educación superior: Los agentes implicados, públicos versus privado*. España: (Tesis de Doctorado). Facultad de Economía. Universitat de Valencia.
- Casanoves, J., & Küster, I. (2017). Evolución del marketing en la educación superior: el capital de marca educativo. *Esic Market Economics and Business Journal*, 48(1), 95-120.
- Castillo, R. (2012). *Desarrollo del capital humano en las organizaciones*. México: Red del Tercer Milenio, S.C.
- Colmenares, O., Schesinger, W. y Saavedra, J. (2009). Conocimiento de marca: una revisión teórica. *Ciencia y tecnología administrativa*. 81-117.
- Dawar, N., & Pillutla, M. M. (2000). Impact of product-harm crises on brand equity: The moderating role of consumer expectations. *Journal of Marketing Research*, 37(2), 215-226.
- Del Rio, A., Vázquez, R., y Iglesias, V. (2002). El valor de marca: perspectivas de análisis y criterios de estimación. *Cuadernos de Gestión*, 1(2), 87-102.
- Delgado, E. (2003). Controversia conceptual sobre el capital de marca: propuesta de un marco teórico de análisis. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 12(3), pp. 7-24.
- Delgado, M., Martín, G., Navas, J., y Cruz, J. (2011). Capital social, capital relacional e innovación tecnológica. Una aplicación al sector manufacturero español de alta y mediana tecnología. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, 14(4), 207-221. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3747441>
- Dawar, N., & Pillutla, M. (2000). Impact of product-harm crises on brand equity: The moderating role of consumer expectations. *Journal of*

- Marketing Research*, 37(2), 215-226.
- Duffy, J. (2000). Measuring customer capital. *Strategy & Leadership*, 18(5), 10-15.
- Fernández, C., (2002). *Introducción al marketing para centros de enseñanza*. ESIC Editorial, 2002.
- Fischer, L., Chávez, D., y Zamora, O. (2014). La relación entre el valor de la marca, percepción de marca e imágenes afectivas IAPS (International Affective Picture System). *European Scientific Journal*, 10(10), 66-84.
- Forero, M., y Duque, E. (2014). Evolución y caracterización de los modelos de Brand Equity. *Suma de negocios*, 5(12), 158-168. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-suma-negocios-208-pdf-S2215910X14700382>
- Fraigola, F. (2017). *El valor de marca de la Selección Nacional de Uruguay a través de su camiseta como instrumento de marketing deportivo*. Buenos Aires, Argentina: (Tesis de Maestría). Universidad Torcuato Di Tella. Obtenido de https://repositorio.utdt.edu/bitstream/handle/utdt/11150/MBA_2017_Fraigola%20Rodri%cc%81guez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Garnica, A. (1999). Brand Equity: El Valor de Marca. *Segmento*, 2(8), 1-5. Obtenido de <http://segmento.itam.mx/Administrador/Uploader/material/Brand%20Equity.PDF>
- Grace, D., & O'cass, A. (2002). Brand associations: looking through the eye of the beholder. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 5(2), 96-111.
- Grimaldo, S. (2019). *Efectos del valor de marca en el comportamiento del consumidor en los mercados de telefonía celular, refrescos y lácteos de la zona metropolitana de Rioverde-Ciudad Fernández, S.L.P.* San Luis Potosí, México: (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Guzmán, S., Febles, M., y Corredera, A. (Noviembre de 2007). *Factores que facilitan la inserción en el mercado laboral de egresados*. Mérida, Yucatán, México: (Ponencia). IX Congreso Nacional de Investigación Educativa. Obtenido de <http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/at02/PRE1178553220.pdf>
- Gómez, D. (2016). *Evaluación de los efectos del valor de marca en el comportamiento del consumidor del mercado de telefonía celular en la zona conurbada de Rioverde, S.L.P.* Puebla, México: (Tesis de Doctorado). Universidad Popular Autónoma de Puebla.
- Juan, L. (2016). *Medición del Valor de marca mediante el modelo de Aaker: el caso de Paco & Lola*. La Coruña, España: (Tesis de Maestría). Facultad de Economía de Empresas. Universidade Da Coruña. Obtenido de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/18096/JuanGarcia_Laura_TFG_20161_54.pdf?sequence=2
- Kamakura, W., & Russell, G. (1993). Measuring brand value with scanner data. *International Journal*

- of *Research in Marketing*, 10(1), 9-22.
- Keller, K. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. *Journal of Marketing*(57), 1-22.
- Keller, K. (2013). *Strategic Brand Management: Building, Measuring, and Managing Brand Equity* (Cuarta ed.). Pearson Education Limited.
- Küster, I. (2012). *El docente universitario desde una perspectiva de mercado. Influencia en el rendimiento del estudiante*. España: 3ciencias.
- Lassar, W., Mittal, B., & Sharma, A. (1995). Measuring Customer-Based Brand Equity. *Journal of Consumer Marketing*, 12(4), 11-19.
- Llorens, J. (2011). *La lealtad de los aficionados al fútbol. Una explicación en base al valor de marca de su equipo y su nivel de implicación*. Castellón, España: (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias Jurídicas y Exonómicas-Universitat Jaume I. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10358/llorens2.pdf;jsessionid=341AD0C4A7122749783E2F3BDE6BD49B?sequence=1>
- Makgosa, R., & Molefhi, B. (2012). Rebranding an Institution of Higher Education in Botswana. *Business and Economic Research*, 2(2), 1-13.
- Martínez, E., Montaner, T., y Pina, J. (2004). Propuesta de una metodología. Medición de la imagen de marca. Un estudio exploratorio. *ESIC MARKET*(4), 200-2016.
- Martínez, J. (2014). La importancia del nombre de marca: revisión de la literatura. *REDMARKA, Revista de Marketing Aplicado*, 1(12), http://revistas.udc.es/index.php/REDMARKA/article/view/redma.2014.01.012.4815/g4815_pdf.
- Mourad, M., Ennew, C., & Kortam, W. (2011). Brand equity in higher education. *Marketing Intelligence & Planning*, 29(4), 403-420.
- Mut, I. (2017). *Factores determinantes del valor de la marca y su incidencia en la intención de compra. El caso de las telecomunicaciones en Senegal*. España: (Tesis de Doctorado). Universitat de Barcelona. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/463050/IMTV_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nath, P., & Bawa, A. (2011). Measurement of Brand Equity of Services - Scale Construction and Validation. *Journal of Services Research*, 11(2), 135-154.
- Núñez, E., Cuesta, P. y Gutiérrez, P. (2012) Posicionamiento del valor de marca de firmas de moda. *Revista Internacional de Investigación en Comunicación aDRResearch ESIC*. 7(7)8-19.
- Ochoa, M., Prieto, M., y Santidrán, A. (2012). Una revisión de las principales teorías aplicables al capital intelectual. *Revista Nacional de Administración*, 3(2), 35-48.
- Pappu, R., Quester, P., & Cooksey, R. (2005). Consumer-based brand equity:improving the measurement. *Journal of Product & Brand Management*, 14(3), 143-154.

- Pinar, M., Trapp, P., Boyt, T., & Girard, T. (2014). University brand equity: an empirical investigation of its dimensions. *International Journal of Educational Management*, 1-21.
- Reynolds, T., & Phillips, C. (2005). In search of true brand equity metrics: all market share ain't created equal. *Journal of Advertising Research*, 45, 171.
- Roldán, S. (2010). Brand Equity. El valor de la marca en épocas de crisis económica. Universidad de Palermo. Recuperado el 11 de Noviembre de 2019, de https://www.palermo.edu/dyc/maestría_diseno/pdf/tesis.completas/61%20Silvina%20Roldan.pdf
- Rahul, B., Nallaluthan, K., & Binti, N. (2017). Brand Equity in Higher Education Institutions in Malaysia. *International Journal of Law, Humanities & Social Science*, 1(5), 71-86.
- Saavedra, J. (2004). Capital de marca desde la perspectiva del consumidor. *Revista Venezolana de Gerencia*, 9(7), 508-528.
- Sánchez, A., Melián, A., y Hormiga, E. (2007). El concepto de capital intelectual y sus dimensiones. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 13(2), 97-111.
- Sandoval, J., y Hernández, G. (2018). Crítica a la teoría del capital humano, educación y desarrollo socioeconómico. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 13(2), 137-160. Obtenido de
- Santos, H., Figueroa, P., y Fernández, C. (2011). El capital estructural y la capacidad innovadora de la empresa. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 17(3), 69-89.
- Severi, E., & Choon, K. (2013). The Mediating Effects of Brand Association, Brand Loyalty, Brand Image and Perceived Quality on Brand Equity. *Asian Social Science*, 9(3), 125-137.
- Schiffman, L., y Wisenblit, J. (2015). *Comportamiento del consumidor* (Decimoprimer ed.). México: Pearson.
- Sinha, A., Ashill, N., & Gazley, A. (2008). Measuring Customer-based Brand Equity, Hierarchical Bayes Methodology. *Australasian Marketing Journal*, 16(1), 3-19.
- Schultz, T. (1961). Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 1(51), 1-17.
- Xu, X. (2015). *El valor de marca. Comparativa y evolución del ranking de Interbrand*. Madrid, España: (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales-Universidad Pontificia Comillas. Obtenido de <https://repositorio.comillas.edu/res/bitstreams/6355/retrieve>
- Ydrogo, C. (2015). *Análisis de valor de marca para zapatillas deportivas, en jóvenes de 18 a 25 años de la ciudad de Chiclayo*. Chiclayo, Perú: (Tesis de Licenciatura). Escuela de Administración de Empresas-Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/73/1/TL_Ydrogo_Rojas_CarmenKatherine.pdf

CIIDIR IPN UNIDAD OAXACA

Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad
Oaxaca.

Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230.
Oaxaca.

Teléfono: 951 517 06 10, ext. 82769
<https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/>