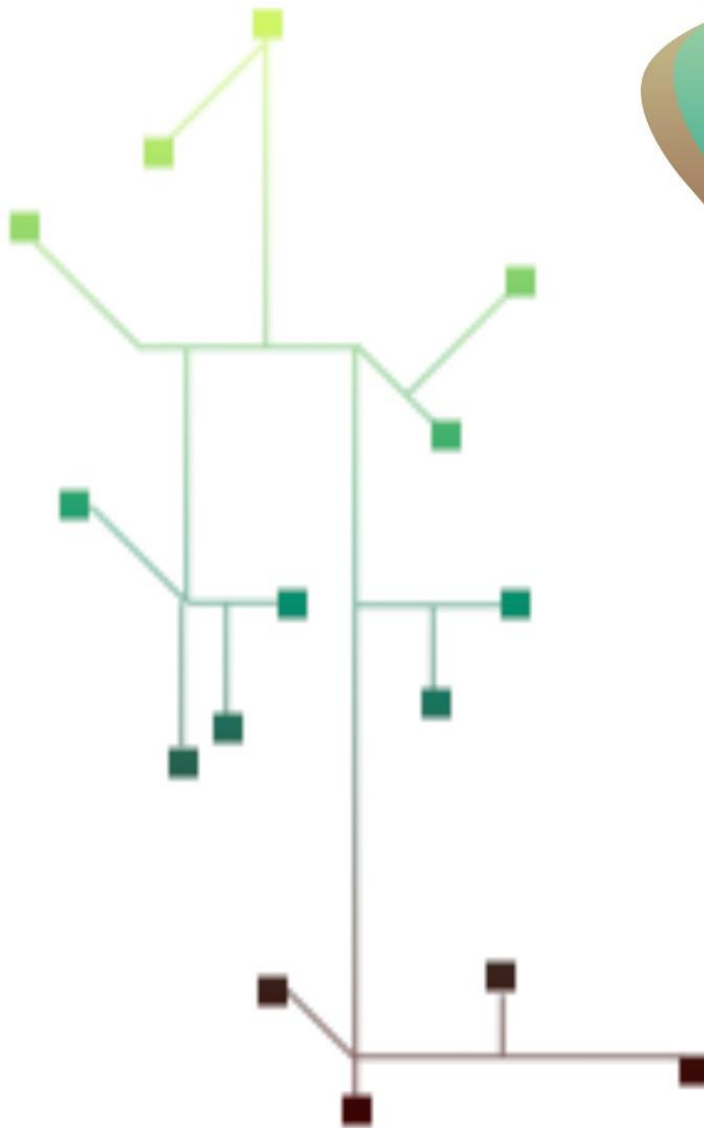


# Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca



Diseño: Paulo Sergio Nava Arellanes

## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

### **Editor**

Dr. Sadoth Sandoval Torres

### **Editores Asociados**

- Protección y Producción Vegetal: Dra. Martha Angélica Bautista Cruz
- Biodiversidad: M. C. Sonia Trujillo Argueta
- Administración de los Recursos Naturales: Dra. Juana Yolanda López Cruz
- Ingeniería: Dr. Sadoth Sandoval Torres
- Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario: Dra. María Eufemia Pérez Flores

### **Responsables de la Edición**

MC. María A. Ladrón de Guevara Torres  
MC. María Yescas León

### **Instituto Politécnico Nacional**

Unidad Profesional "Adolfo López Mateos"  
Zacatenco, Delegación. Gustavo A. Madero  
CP 07738, México DF.

### **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 1, Vol. 1 Núm. 1, Agosto 2017, 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: 01951 51 70610, 51704 00 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, 31 de Agosto de 2017. 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.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### CONTENIDO

PRESENTACIÓN .....	1
CONOCIMIENTOS TRADICIONALES E INNOVACIÓN COMO FACTORES DETERMINANTES PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LAS INDUSTRIAS CREATIVAS DEL DISTRITO DE TLAXIACO, OAXACA. ....	3
EVALUANDO LA RESPUESTA DEL GOBIERNO ANTE LA DEFORESTACIÓN EN OAXACA 1990-2015.....	10
ESTRATEGIAS DE COMERIALIZACIÓN PARA NUEVOS PRODUCTOS DERIVADOS DEL FRUTO DESHIDRATADO DEL TOMATE DE CÁSCARA .....	18
PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS EN COMUNIDADES RURALES.....	26
BACTERIAS FIJADORAS ASIMBIÓTICAS DE NITRÓGENO AISLADAS DE LA RIZÓSFERA DE <i>Juniperus flaccida</i> Schltdl.....	34
ECOTURISMO COMUNITARIO COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO RURAL SOLIDARIO: EL CASO DE ECOTUR – YAHUICHE.....	41
EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR Y LA OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO: MODULADORES DE EVENTOS EXTREMOS HÚMEDOS Y SECOS EN EL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE .....	48
CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y VALOR DE USO DE PLANTAS DE AGROECOSISTEMAS EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA.....	55
EL CAMPO MAGNÉTICO Y SU ASOCIACIÓN CON MIGRACIONES JAPÓN-PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA DE LA TORTUGA AMARILLA ( <i>Caretta caretta</i> ) .....	62
VARIACIONES EN LA LÁMINA FOLIAR DE ESPECIES DE AGAVES SILVESTRES (AGAVE SPP.) COMO UN INDICADOR DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA.....	68

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### PRESENTACIÓN

Con gran expectativa, “Contribuciones al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca” publica su primer número en el año 2017, en el cual se refleja el esfuerzo y el interés por dar a conocer conocimiento científico para la solución de problemas de interés general.

Un primer manuscrito analiza la actividad de los artesanos textiles ubicados en el Distrito de Tlaxiaco. Los autores proponen un modelo en donde se observan las relaciones que guardan entre sí las variables involucradas, entre las cuales se consideran los conocimientos tradicionales, la innovación y la productividad. En una segunda contribución, se evalúa la respuesta del gobierno ante el problema de deforestación en el Estado de Oaxaca para el periodo 1990-2015. Los autores encuentran que la respuesta del gobierno ante la deforestación en el estado fue positiva y débil. Que las coberturas forestales se han mantenido, lo que ha contribuido a un ligero crecimiento en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación y un alto crecimiento de los servicios culturales. Se presenta también un trabajo orientado a proponer estrategias de comercialización para nuevos productos derivados del fruto deshidratado del tomate de cáscara. Se analizan 3 productos: el deshidratado tipo pasa, deshidratado cubierto de chocolate y un snack cubierto de chile. Los autores aseguran que hoy en día, los productos deshidratados tienen una gran demanda por parte del público, lo cual abre oportunidades para generar negocios.

El lector también encontrará un artículo relativo al saneamiento de aguas residuales con tecnologías alternativas en comunidades rurales. Los autores presentan una metodología mixta de seis pasos, en donde se considera la participación ciudadana. Los autores identifican al tequio como parte de los elementos necesarios de la estrategia. Un trabajo sobre bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno aisladas de la rizósfera de *juniperus flaccida schltl* es presentado. Se aislaron un total de 77 colonias bacterianas como fijadoras asimbióticas de nitrógeno a partir de la rizósfera de *Juniperus flaccida Schltl.* en la región Mixteca Alta Oaxaqueña. Los resultados confirman la capacidad fijadora asimbiótica de nitrógeno de algunas cepas bacterianas aisladas de la rizósfera de *J. Fláccida.*

Asimismo, un texto relativo al ecoturismo comunitario como alternativa de desarrollo rural solidario es orientado al caso de Santa María Yahuiche. De acuerdo a la metodología aplicada, los resultados muestran que la dinámica de prestación del servicio ecoturístico se desarrolla en un marco de sentido comunitario y gobernanza local. Se menciona que la participación de la comunidad en la creación del centro de ecoturismo es ejemplo de su autogestión comunitaria. Un artículo orientado para conocer los mecanismos oceánicos es también presentado en el presente número. Se realiza un análisis del niño oscilación del sur y la oscilación decadal del pacífico como moduladores de eventos extremos húmedos y secos en el monzón de américa del norte. Se analizan modelos para conocer los mecanismos oceánicos que podrían estar asociados con la ocurrencia de años extremos húmedos y secos.

Sabemos también de la importancia que tienen los agrosistemas en la vida del ser humano. En esta publicación encontrará un documento sobre el conocimiento tradicional y valor de uso de plantas de agroecosistemas en la Sierra Norte de Oaxaca. En él se documenta y analiza el conocimiento tradicional y valor de uso de plantas en los agroecosistemas milpa, cafetal y

## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

huerto familiar en la comunidad zapoteca de Las Delicias, Sierra Norte de Oaxaca. Otro grupo de investigadores presenta un trabajo relacionado con la migración de la tortuga amarilla y el campo magnético. La exactitud del trayecto de estos animales se atribuye a la presencia de biosensores magnéticos que detectan las intensidades del campo magnético cortical.

Por último, un trabajo de investigación analiza las variaciones en la lámina foliar de especies de agaves silvestres (agave spp). Utilizando la técnica *imprinting*, los autores encuentran que existe diferencia significativa en el tamaño de los estomas entre especies.

Espero que al leer los trabajos, usted encuentre información interesante, y útil. Es para mi un placer dar a conocer el presente número.

Reciba un cordial saludo, buena lectura!

**Dr. Sadoth Sandoval Torres**  
**Editor en Jefe**

## CONOCIMIENTOS TRADICIONALES E INNOVACIÓN COMO FACTORES DETERMINANTES PARA LA PRODUCTIVIDAD DE LAS INDUSTRIAS CREATIVAS DEL DISTRITO DE TLAXIACO, OAXACA.

Matadamas Torres Lorenzo Alejandro <sup>1</sup>, Regino Maldonado Juan <sup>2</sup>, Cruz Cabrera Blasa Celerina<sup>3</sup>

1. Instituto Tecnológico de Oaxaca, Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico. 2. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. 3. Instituto Tecnológico de Oaxaca, Programa de Doctorado en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico.

Autor para correspondencia: [matawomens@hotmail.com](mailto:matawomens@hotmail.com)

### Resumen

El pobre desempeño en productividad de la actividad textil, se traduce hoy en un grave problema económico visto en un casi nulo crecimiento del ingreso por habitante, es por eso que los conocimientos tradicionales y la ausencia de ideas en la innovación obligan a enfocar la atención a esta actividad tan injustamente marginada. Por lo anterior, el presente artículo propone como punto de partida un análisis crítico de algunos conceptos y perspectivas habituales con el objetivo de hacer una revisión teórica de las literaturas que hayan abordado la actividad textil desde la economía creativa, economía de la innovación y economía del conocimiento para crear una propuesta de un cuerpo teórico que ayude a realizar un modelo teórico. Con esa base se analizan las industrias creativas (artesanos textiles) pertenecientes a la actividad textil ubicados en el Distrito de Tlaxiaco del estado de Oaxaca. La metodología que se utilizó se compone por cinco etapas; identificación del problema, elaboración del plan de actividades, recolección de datos, análisis de datos y resultados. En conclusión dicho análisis ha permitido la construcción del modelo teórico donde permite expresar la relación de las variables involucradas (conocimientos tradicionales, innovación y productividad) que, en un futuro se pretende tomar como base para aplicar su medición.

PALABRAS CLAVE: dimensiones, economía creativa, indicadores y variables.

### Abstract

The poor productivity performance of textile activity today translates into a serious economic problem seen in the almost no growth of per capita income, which is why traditional knowledge and the absence of ideas in innovation make it necessary to focus attention on This activity so unjustly marginalized. For the above, this article proposes as a starting point a critical analysis of some common concepts and perspectives with the objective of making a theoretical revision of the literature that has approached the textile activity from the creative economy, economy of innovation and economy of the Knowledge to create a proposal of a theoretical body that helps to make a theoretical model. With this base the creative industries (textile artisans) belonging to the textile activity located in the Tlaxiaco District of the state of Oaxaca are analyzed. The methodology used is composed of five stages; Identification of the problem, preparation of the activity plan, data collection, analysis of data and results. In conclusion, this analysis has allowed the construction of the theoretical model where it is



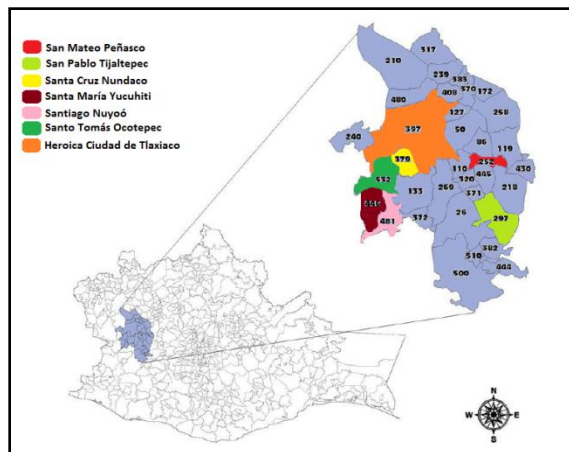
## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

possible to express the relationship of the variables involved (traditional knowledge, innovation and productivity), which, in the future, is intended to be used as a basis for applying its measurement.

Key words: Dimensions, creative economy, indicators and variables.

### Introducción

En un mundo caracterizado por rápidos y complejos cambios, a la actividad textil cada vez se les plantean problemas más difíciles. Por lo anterior, la problemática fundamental de la presente investigación es la productividad de las industrias creativas del distrito de Tlaxiaco perteneciente a la Región Mixteca del estado de Oaxaca. En el mapa de la figura 1 se puede apreciar la localización de dicho distrito.



**Figura 1.** Localización del distrito de Tlaxiaco, Oaxaca

Tomando en cuenta lo anterior, el Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. (CIDAC) publicado en 2012, menciona que, en los estados de México con mayor informalidad, como Oaxaca, Tlaxcala y Michoacán enfrentan niveles de productividad bajos. Es por eso que el sector informal es factor relevante en los estados de México, pues Oaxaca sostiene una tasa de personas en este sector de 38%,

seguido por Tlaxcala con 36%, y Morelos con 35.5%.

Asimismo, dichos estados se dedican a la actividad textil que, es fuente de ingreso para más de 8.5 millones de mexicanos que desarrollan este trabajo como una actividad principal, especialmente en las zonas rurales, esta actividad ha tenido poco avance en el desarrollo de productos nuevos, porque su proceso de innovación es lento y está basado en la tradición, costumbre y cultura en general. Tal es el caso del estado de Oaxaca (CIDAC, 2012). Para la presente investigación las variables a estudiar son: innovación, conocimientos tradicionales y la productividad. Estas han sido abordadas desde diferentes perspectivas, por tal motivo como justificación se propone analizar dichas variables desde las teorías de economía creativa, economía de la innovación y economía del conocimiento, ya que estas teorías permitieron profundizar la problemática con la actividad textil. Es importante añadir que el presente trabajo servirá de aporte para futuras investigaciones.

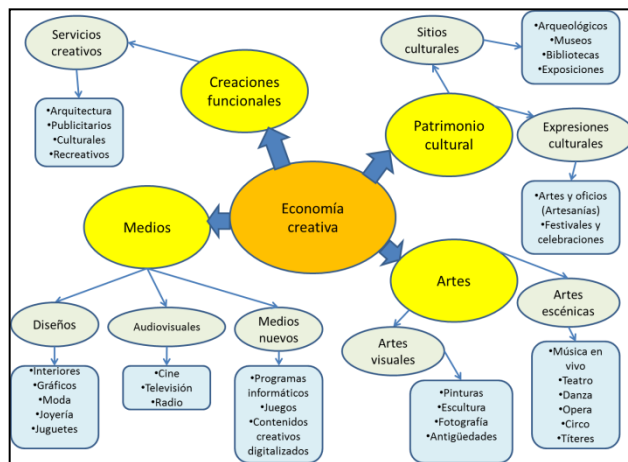
La economía creativa introducida por John Howkins en 2001, habla previamente de las industrias creativas para aludir a un sector industrial que genera riqueza económica a partir del arte, la cultura y otras formas de creatividad humana. Estas industrias creativas abarcan un campo vasto y heterogéneo que comprende la interacción entre varias actividades creativas, desde las artes y artesanías tradicionales (UNCTAD, 2008).

El informe sobre “Economía Creativa” de la Conferencia de la Naciones Unidas

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) de 2010 propone la clasificación sobre las industrias creativas que, está dividida en cuatro grandes grupos: patrimonio cultural, artes, medios de comunicación y creaciones funcionales. Los cuales se pueden apreciar en la figura 2.

Analizado lo anterior, se determina que esta investigación es vista desde el patrimonio cultural ya que aborda expresiones culturales tradicionales y estas permiten visualizar a la producción artesanal como industrias creativas.



**Figura 2.** Clasificación de las industrias creativas propuesto por UNCTAD.

Un aspecto importante de la economía creativa es que las industrias creativas no sólo impulsan el crecimiento a través de la creación de valor, sino que también se han convertido en elementos clave del sistema de innovación de toda la economía (UNESCO, 2013).

Asimismo, la UNESCO (2013) indica que, su importancia primordial radica no sólo en la contribución de las industrias creativas al valor económico, sino también en los modos en los que estimula la aparición de nuevas ideas o tecnologías, y en los procesos de cambio transformativo.

Por lo mismo, el Manual de Economía de innovación indica que la innovación no se

limita a invenciones o ideas novedosas sino también a las nuevas combinaciones de innovaciones o conocimientos existentes (Heijs y Buesa, 2016). Por tanto, utilizan conocimientos tradicionales e innovación como “materia prima” y lo ponen en valor, generando bienes y servicios intelectuales y artísticos para una mejor producción.

Con respecto a la medición de la productividad, se tomaron en cuenta aportes de Miranda y Toirac (2010) donde mencionan que “han existido tres formas básicas de organizar la producción de bienes: producción artesanal, producción en masa y producción ajustada”. Por tal motivo se toma en consideración la producción artesanal que se caracteriza por tener un volumen bajo de producción y un mercado relativamente reducido.

Alfaro y Alfaro (1999) indican que la productividad debe ser entendido “como el resultado de la relación existente entre el valor de la producción obtenida, medida en unidades físicas o de tiempo asignado a esa producción y la influencia que hayan tenido los costes de los factores empleados en su consecución, medida también esa influencia en las mismas unidades contempladas en el valor de la producción”. Asimismo, la productividad está estrechamente relacionada con el de calidad. El primero describe las características cuantitativas de las salidas, en tanto que el otro describe la calidad (Hansen y Ghare, 1990).

Fernández (2010) argumenta que la productividad no debe confundirse con intensidad de trabajo, la esencia debe ser trabajar con inteligencia; por lo tanto:

- “La productividad no se puede confundir con la eficiencia, esta significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible”.
- “No se mide el rendimiento solo por el producto, este puede aumentar sin incrementar la productividad”.



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- “La rentabilidad no es consecuencia de incremento de la productividad, porque se pueden obtener rendimientos así se haya descendido”.
- “La reducción de costes no necesariamente mejora la productividad”. Es por ello que la productividad debe concatenarse con dos dimensiones: el primero es calidad con sus indicadores que son calidad de productos terminados y calidad de materia prima. El segundo es eficiencia con satisfacción de ingresos y utilidad como indicadores.

Por otra parte, los conocimientos tradicionales son todas aquellas sabidurías ancestrales y conocimientos colectivos e integrales que poseen los pueblos indígenas, afroamericanos y comunidades locales, fundamentados en la praxis milenaria y su proceso de interacción hombre-naturaleza, y transmitidos de generación en generación, habitualmente, de manera oral (De la Cruz, 2005).

El Instituto Nacional del Patrimonio Cultural (INPC) en 2014 menciona que el patrimonio cultural inmaterial son los “conocimientos y usos relacionados con la naturaleza y el universo”: conjunto de conocimientos, técnicas y prácticas que las comunidades desarrollan y mantienen en interacción con su entorno natural y que se vinculan a su sistema de creencias referentes a la gastronomía, medicina tradicional, espacios simbólicos, técnicas productivas y sabiduría ecológica, entre otros. Se transmiten de generación en generación y tienen un valor simbólico para la comunidad.

Por lo anterior, se determina que los conocimientos tradicionales serán medidos con las dimensiones: matriz cultural (identidad colectiva y valores culturales como indicadores), origen histórico (con sus indicadores como retención de conocimiento y transmisión

de conocimiento) y práctica (prácticas sociales como indicador).

Por último, se tiene a la variable innovación que para comprender los factores que influyen en el poder innovador se tomaran a Merx y Nijhof (2005), estos manejan el concepto de innovación y de poder innovador, examinando y analizando la relación entre el constructo de aprendizaje de la organización, conocimiento de la organización y organización innovadora. Este modelo consiste en tres procesos: creación de conocimiento, innovación y aprendizaje. Los factores que pueden influir en este ciclo son: valor agregado para los miembros con intereses en los resultados de la organización, liderazgo, clima, estructura e integración estratégica. Estos factores pueden agrupar los elementos listados por Turok (1988) y por Jiménez (1982) para someterse a un análisis de depuración y encontrar aquellos que tienen un mayor impacto en la innovación de las artesanías.

Asimismo, los tipos de innovación incluidos son de producto, de proceso y la innovación organizacional. El grado de innovación va de las innovaciones incrementales a las radicales. La escala se adaptó de acuerdo con la utilizada por Weerawardena (2003).

Tanto Weerawardena (2003), como García (1995), Harkema y Browaey (2001), Sherwood (2002), Alegre (2004), Wagner y Hansen (2005) clasifican a la innovación en: innovación de producto, de proceso y organizacional. Lo justifican porque la innovación comprende desde el desarrollo de nuevos productos y de nuevos procesos productivos hasta los cambios en los enfoques de marketing, nuevas formas de distribución, o incluso nuevos sistemas de dirección o formas organizativas.

En definitiva, para la presente investigación, se tomaron en cuenta las dimensiones: innovación de producto

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

(cambios en colores, dibujos y tamaños como indicadores) e innovación organizacional (con sus indicadores: mayor relación con sus clientes, proveedores y compañeros) las cuales se consideran las más pertinentes para la actividad textil.

Para finalizar, el presente proyecto tiene como objetivo: hacer una revisión teórica de las literaturas que hayan abordado la actividad textil desde la economía creativa, economía de la innovación y economía del conocimiento para crear una propuesta de un cuerpo teórico que ayude a realizar un modelo teórico.

### Materiales y Métodos

Se realizó una revisión teórica en las bases de datos de revistas como Elsevier, Redalyc, cuadernos UFS Filosofía, tomando en cuenta artículos sobre economías en la actividad textil del año 2000 hasta el 2017, se encontraron 100 artículos de los cuales fueron seleccionados 50 donde se identificaron los aportes y las formas de medición de las variables involucradas. Para el logro de dicha revisión se capturo una base de datos en el software: Papers versión 3, ya que este permitió un análisis profundo de las literaturas.

En cuanto al tipo de investigación, se llevó a cabo una investigación de tipo documental para poder analizar la información y teóricos existentes sobre la relación entre las variables seleccionadas dentro del modelo de investigación propuesto, pues se requerirá una base teórica que sustente la interrelación de las mismas (Bernal, 2010). La metodología que se utilizó se compone por cinco etapas; identificación del problema, elaboración del plan de actividades, recolección de datos, análisis de datos y resultados.

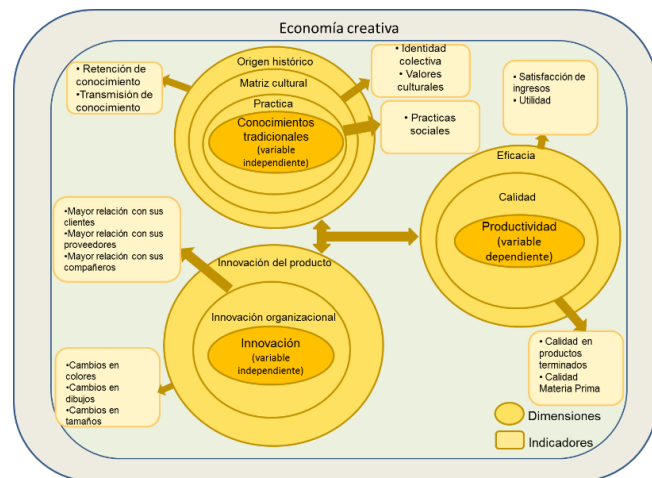
### Resultados y Discusión

Con base a los aportes analizados, se construye el modelo teórico (figura 3) que se basa en la relación de las tres variables:

conocimientos tradicionales e innovación como independientes y productividad como dependiente. En donde las unidades de análisis son las industrias creativas, enfocadas en los municipios mencionados anteriormente, cuya actividad principal es la producción de textiles. Cabe mencionar, que dicho modelo es visto desde el enfoque de la economía creativa ya que este permitió visualizar la problemática de esta investigación. Asimismo, el análisis teórico permitió dimensionar y determinar sus indicadores de cada una de las variables.

Durante el análisis de información, se encontró que existen pocos empíricos que hayan trabajado con estas variables y más aún en la actividad textil. Por lo anterior, se tuvieron que abordar teóricos clásicos que le dan importancia a esta actividad desde la teoría economía creativa junto con otros teóricos que están abordando prácticamente esta nueva teoría.

**Figura 3.** Modelo Teórico de la investigación.



### Conclusiones

A partir del análisis que se ha realizado, se pueden mencionar algunas conclusiones tomando en cuenta que la presente investigación está en proceso de desarrollo. Se comprueba que la actividad textil tiene un peso importante en la economía creativa. Asimismo, esta ha permitido

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

aterrizar la problemática de esta investigación.

Es de resaltar la existencia de una clara voluntad política, que impulsa desde la administración municipal y en conjunto con las industrias creativas.

Finalmente, es un reto importante la medición de las variables en campo ya que cualquier factor puede ocasionar la no respuesta.

### Literatura citada:

Revistas: Alegre V. J. La piedra A. R. & Chiva G. R. 2004. Linking Operations Strategy and Product Innovation: an Empirical Study of Spanish Ceramic Tile Producers Research, *Policy*, 33, 829–839.

CIDAC. 2012. Centro de Investigación para el Desarrollo A.C. Vol 1, 1-5.  
Harkema, S. J. & Browaeys, M. J. 2001. *Managing Innovation Successfully: A Complex Process*. European Academy of Management, Vol. 1, 45-70

INPC. (2014). Instituto Nacional de Patrimonio Cultural. Vol. 3, 5-30. Merx, M. C. & Nijhof W. 2005. Factors Influencing Knowledge Creation and Innovation in an Organisation, *Journal of European Industrial Training*. 78-65.

UNESCO. 2013. Informe de economía creativa. Ampliar los causes del desarrollo local. 15-163.

UNCTAD. 2008. Informe sobre la economía creativa, Resumen, Ginebra, Naciones Unidas/UNCTAD. Vol. 1, 5-87.

UNCTAD 2010. Informe sobre la economía creativa, Resumen, Ginebra, Naciones Unidas/UNCTAD. Vol. 1, 1-67.

Sherwood, D. 2002. *Innovation Express*, Innovation and Ideas. Vol. 1, 20-27.

Wagner, E. R. & Hansen, E. N. 2005. Innovation in Large Versus Small Companies: Insights from the US Wood Products Industry. *Management Decision* 43(6), 837-850.

Libros: Alfaro, F. & Alfaro, M. 1999. *Diagnósticos de productividad por multimomentos*. España.

Hansen, B. L. & P. M. Ghare, 1990. *Control de calidad. Teoría y Aplicaciones*. Díaz de Santos, S. A. Madrid, España.

Heijs, J. & M. Busea, 2016. *Manual de economía de Innovación*. Instituto de análisis Industrial y financiero. Oaxaca, México.

Bernal, C. 2010. *Metodología de la Investigación para Administración y Economía*. Prentice Hall. Colombia.

Burés, E. A., Candanosa, & D. Salazar. 1996. *Administración de la tecnología*. ITESM. México.

De la Cruz, R. 2005. *Elementos para la protección sui generis de los conocimientos tradicionales colectivos e integrales desde la perspectiva indígena*. Norma Color. Caracas, Venezuela.

Garcia, L. 1995. *The Capacity of Innovation as an Intangible Business Asset: a Step Closer through use of Qualification by Knowledge*. Espacios.

Henderson, R. & K. B. Clark. 1990. *Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms*. Administrative Science Quarterly.

Jiménez, M. 1982. *Huáncito la alfarería en una comunidad purépecha*, Ensayos. Azcapotzalco, México.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Miranda, J. & Toirac, L. 2010. *Indicadores de productividad para la industria Dominicana. Ciencia y Sociedad*, Colombia.

Turok, M. 1988. *Cómo acercarse a la artesanía*. Plaza y Valdés. México.

Sumanth, D. 1999. *Ingeniería y Administración de la Productividad*. Mc Graw Hill. México.

Weerawardena, J. 2003. *The Role of Marketing Capability in Innovation-Based Competitive Strategy*. U.S.A.

## EVALUANDO LA RESPUESTA DEL GOBIERNO ANTE LA DEFORESTACIÓN EN OAXACA 1990-2015

García Hernández, José<sup>1</sup>, Regino Maldonado Juan<sup>2</sup>, Rivera García Raúl<sup>2</sup>, Acevedo  
Martínez Jorge Antonio<sup>1</sup>, y Ruiz Martínez Alfredo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca. Posg. en Ciencias en Desarrollo Regional y Tecnológico.

<sup>2</sup>CIIDIR Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional.

Autor para correspondencia: [jose\\_garcia\\_203@hotmail.com](mailto:jose_garcia_203@hotmail.com)

### Resumen

El objetivo del documento es analizar la relación entre la respuesta del gobierno a la deforestación y el estado de las coberturas forestales en Oaxaca de 1990 a 2015. El marco de sistemas socio-ecológicos (SSEs) caracterizó al ecosistema forestal de Oaxaca y el marco de FPEIR con 5 variables de análisis (fuerzas conductoras-presión-estado-impacto-respuesta) consideró la respuesta del gobierno como variable latente exógena y las otras 4 variables latentes como endógenas. Se realizó el análisis de tendencias individuales, índices agregados y examinaron las 3 hipótesis del estudio con ecuaciones estructurales. Los resultados arrojaron una relación positiva y débil entre la respuesta del gobierno (conservación de la biodiversidad, servicios hidrológicos, desarrollo forestal comunitario, ordenamiento territorial, reforestación, manejo de vida silvestre) y coberturas forestales (pino, encino, pino-encino, mesófilo de montaña y cuerpos de agua) ( $\beta=0.052$ ). Una relación positiva y moderada entre coberturas forestales y servicios ecosistémicos ( $\beta=0.348$ ); se incrementaron ligeramente los servicios de provisión y regulación, y en mayor medida los culturales. Finalmente, una relación positiva y moderada entre coberturas forestales y bienestar humano ( $\beta=0.301$ ); lo cual, contribuyó a la estabilidad económica, educativa, vivienda y salud. Se concluye que la respuesta del gobierno fue positiva y débil; controló la deforestación, permitió la conservación de bosques y cierto bienestar a la población.

**Palabras clave:** FPEIR, política forestal, sistema socio-ecológico forestal

### Abstract

The objective of this paper is to analyze the relationship between the government's response to deforestation and the state of forest cover in Oaxaca in the period 1990-2015. The forest ecosystem of Oaxaca was characterized to the socio-ecological systems framework and DPSIR framework (driver-pressure-state-impact-response) considers the government's response as an exogenous latent variable and the other 4 latent variables as endogenous. We make analysis of individual trends, aggregate indexes and the three hypotheses of the study were examined with structural equations. The results showed a positive and weak relationship between the government's response (biodiversity conservation, hydrological services, community forestry, land management, reforestation, wildlife management) and forest cover (pine, oak, pine-oak, mountain cloud forests and water bodies) ( $\beta=0.052$ ). A positive and moderate relationship between forest cover and ecosystem services ( $\beta=0.348$ ). Provision and regulation services were slightly increased, and cultural services was strongly increased. Finally, a positive and moderate relationship between forest cover and human well-being



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

( $\beta=0.301$ ). This contributed to economic stability, education, housing and health. The study concluded that the government's response was positive and weak. It controlled of deforestation problem, allowed forests conservation and some of welfare of the population.

**Keywords:** DPSIR, forest policy, forest socio-ecological system.

### Introducción

De 1980 a 2001 en Oaxaca se deforestaron alrededor de 511 361 ha (4%); más de 24 000 ha anuales (Velázquez *et al.*, 2003), y de 2001 a 2014 se deforestaron 232 157 ha (3.6%), es decir 16 583 ha anuales (Hansen *et al.*, 2013). La información anterior indica que, después del 2000 la deforestación se está controlando. Donde estuvieron involucrados diferentes actores siendo uno de ellos el gobierno a través de la ejecución de programas de manejo, conservación y aprovechamiento forestal. El objetivo de esta investigación fue analizar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en Oaxaca en el periodo 1990-2015. Los sistemas socio-ecológicos (SSEs) y el marco de fuerzas conductoras-presión-estado-impacto-respuesta (FPEIR) fundamentan el presente trabajo. Las interacciones biofísicas son procesos naturales en los ecosistemas (Anderies *et al.*, 2004). Los SSEs se conciben como la interacción entre los ecosistemas y el ser humano (Berkes & Folke, 1998). Ostrom propone el marco de SSEs para analizar dichas interacciones a través de 8 componentes en la gestión de recursos de uso común. Donde los usuarios de recursos extraen unidades de recursos de un sistema de recursos, siendo además ellos mismos quienes mantienen y conservan al sistema de recursos, con base en reglas y procedimientos determinados por un sistema de gobierno comunal en un contexto de sistemas ecológicos relacionados, y de entornos sociales, político-económicos más amplios y cambiantes (Ostrom, 2009) (ver figura 1).

Para evaluar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en el SSE forestal del estado se recurrió al marco de FPEIR. El cual, ha sido utilizado en el análisis de la relación entre los

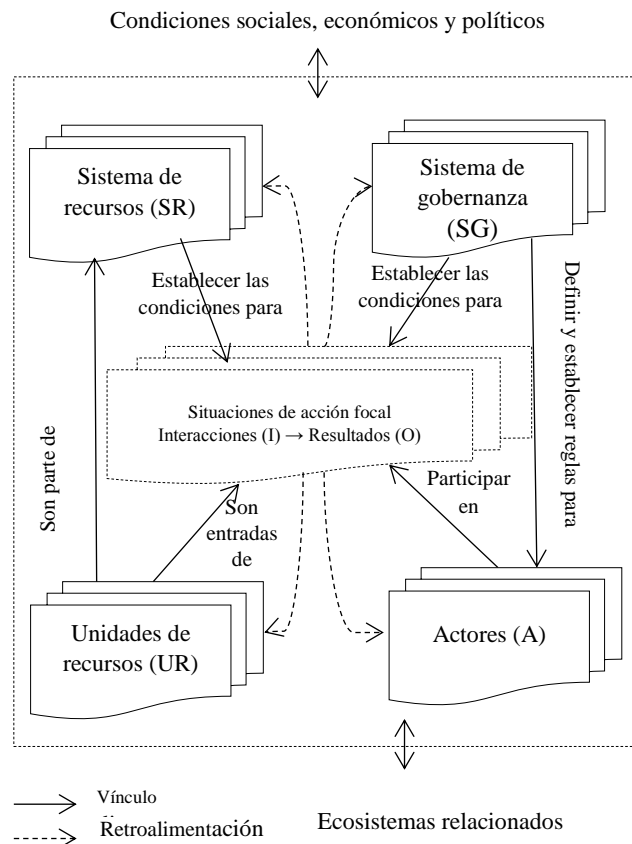


Figura 1 Marco de SSEs  
Fuente: McGinnis y Ostrom, (2014).

componentes del SSE. Captura las relaciones causa-efecto de los sistemas sociales, económicos y ambientales (EEA, 2003); además de ayudar a desarrollar una visión general, mejora la comprensión del problema ambiental (Pinto *et al.*, 2013) (ver figura 2).

Utilizar indicadores en el marco de FPEIR permite entender las relaciones socio-



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

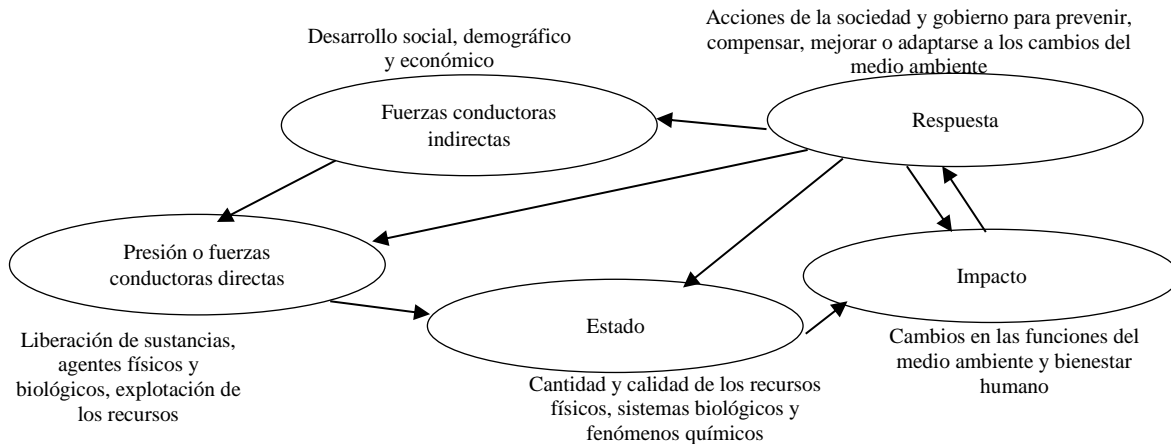


Figura 2 Marco de FPEIR

Fuente: Burkhard & Müller (2008), EEA (2003; 1999), OCDE (1993).

ambientales y agiliza la comunicación entre investigadores de distintas disciplinas, responsables políticos, comunidad y otras partes interesadas, disminuyendo de esta forma, la brecha de comunicación entre los participantes (Svarstad *et al.*, 2008). Cualitativamente ha ayudado a identificar acciones asertivas de manejo forestal en Austria (Vacik *et al.*, 2007); de restauración forestal tanto en la cuenca del río Grijalva en México (Ramírez *et al.*, 2014); como en ecosistemas áridos de América Latina (Newton *et al.*, 2012). Respuestas sociales a la deforestación y degradación de suelos en el período 1990-2010 en Liberia, África (Goll *et al.*, 2014); como en el combate de plagas y enfermedades en los fynbos, Sudáfrica (Roura *et al.*, 2009). De igual forma con base en dicho marco, cuantitativamente en España se evaluaron políticas de gestión de agua en ecosistemas fluviales (Vidal-Abarca *et al.*, 2014), y de 1960 a 2010 fueron evaluadas políticas de conservación de la biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013).

En la Unión Europea analizaron las acciones ambientales encaminadas al logro del desarrollo sustentable (Tsai *et al.*, 2009); y en China como las acciones socioeconómicas influían en la biodiversidad, los servicios ecosistémicos

y bienestar humano en la provincia de Jiangsu (Hou *et al.*, 2014). Conjuntamente, los marcos de SSEs y de FPEIR ayudaron analizar la respuesta del gobierno al problema de deforestación en el SSE forestal de Oaxaca.

### Materiales y métodos

Al ser un estudio longitudinal de coberturas y programas forestales en Oaxaca (ver figura 3), se obtuvo información secundaria del INEGI, SEMARNAT, CONAFOR y del laboratorio de SIG del CIIDIR-IPN Unidad Oaxaca, considerando un periodo de 1990 al 2015.

De acuerdo con el marco de FPEIR en el SSE forestal de Oaxaca, la respuesta del gobierno se consideró como una variable latente exógena al sistema socio-ecológico forestal y las otras 4 variables como variables latentes endógenas (Hair *et al.*, 2011). En total se utilizaron 34 indicadores que analizan las interacciones entre las 5 variables (ver tabla 1).

**Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

**Resultados**

Se plantearon 3 hipótesis: H1: la respuesta del gobierno a través de programas de manejo, conservación y aprovechamiento forestal inciden positivamente y fuerte en el estado de los recursos forestales de pino, encino, pino-encino, mesófilo y cuerpos de agua.

H2: las coberturas forestales inciden positivamente y fuerte en los servicios ecosistémicos.

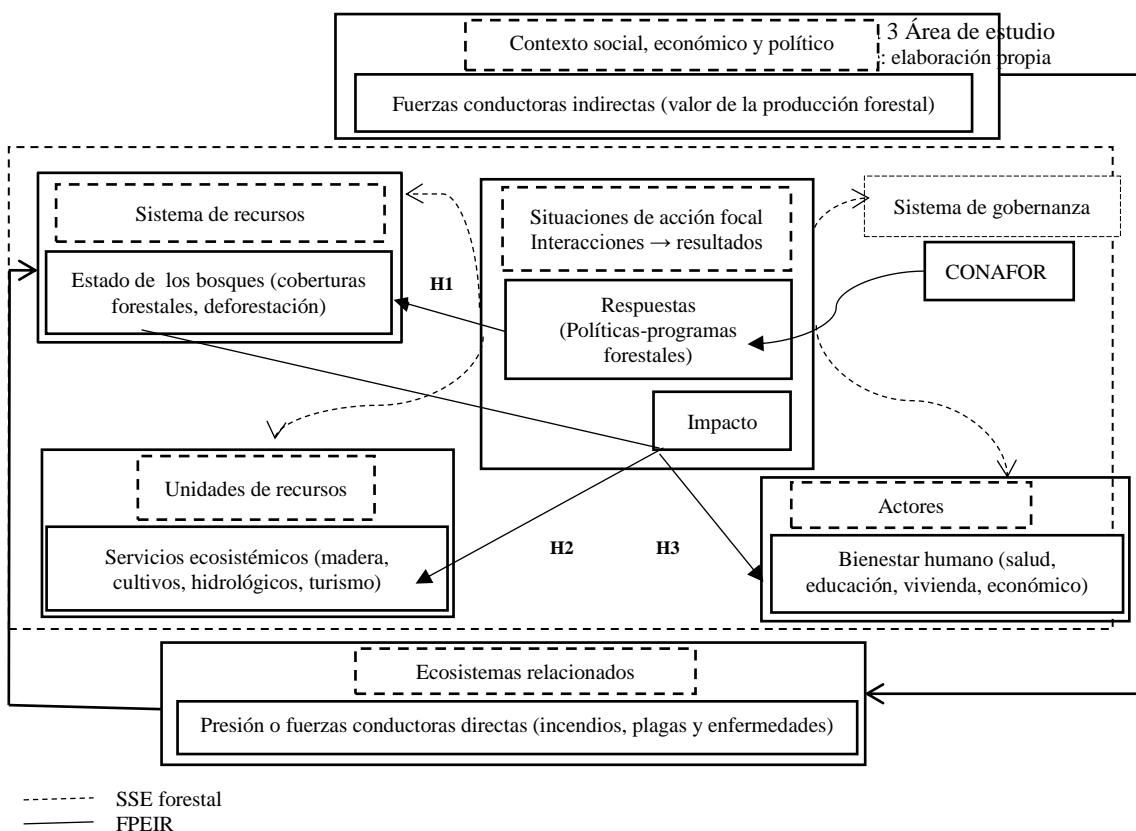
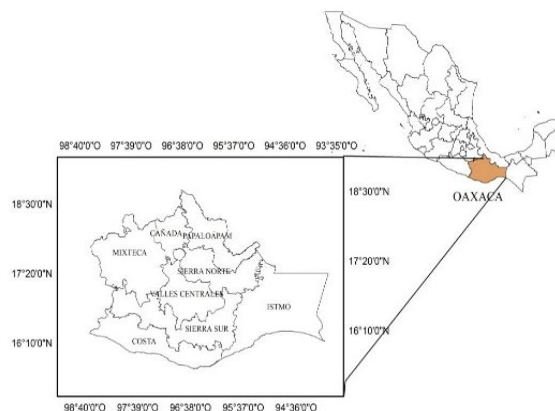


Figura 4 Interacciones socio-ecológicas en el SSE forestal de Oaxaca  
 Fuente: McGinnis y Ostrom, (2014), Burkhard & Müller (2008), EEA (2003; 1999), OCDE (1993).

H3: las coberturas forestales inciden positivamente y fuerte en el bienestar humano (ver figura 4).

El procedimiento estadístico consistió en análisis individual de tendencias, análisis de índices agregados, y para probar las hipótesis se realizaron ecuaciones estructurales con el software Smart PLS 2.0 (Monecke & Leisch, 2012).

**Tendencias individuales**

Respecto a i) la respuesta a través de los programas forestales. Se observó una tendencia muy alta en el apoyo destinado al ordenamiento territorial a ejidos y comunidades. De forma estable se presentaron los apoyos a programas para la conservación de la biodiversidad, servicios hidrológicos, desarrollo forestal

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

comunitario y reforestación; ii) las fuerzas conductoras indirectas reflejaron una tendencia muy alta en el valor de los cultivos agrícolas. Alta en el valor de la producción forestal maderable. Estable en tres indicadores, valor de la producción no maderable, producción pecuaria y crecimiento demográfico; iii) en la presión o fuerzas conductoras directas, una tendencia muy alta a incrementarse la

bachillerato, así como el ingreso e inversión en la vivienda.

### Tendencias agregadas

i) Se observó que los montos destinados al manejo y aprovechamiento forestal se vieron incrementados a partir de 2007 por la incorporación de los programas de pago por servicios ambientales de conservación de la biodiversidad e hidrológicos. Tanto ii) las fuerzas conductoras indirectas,

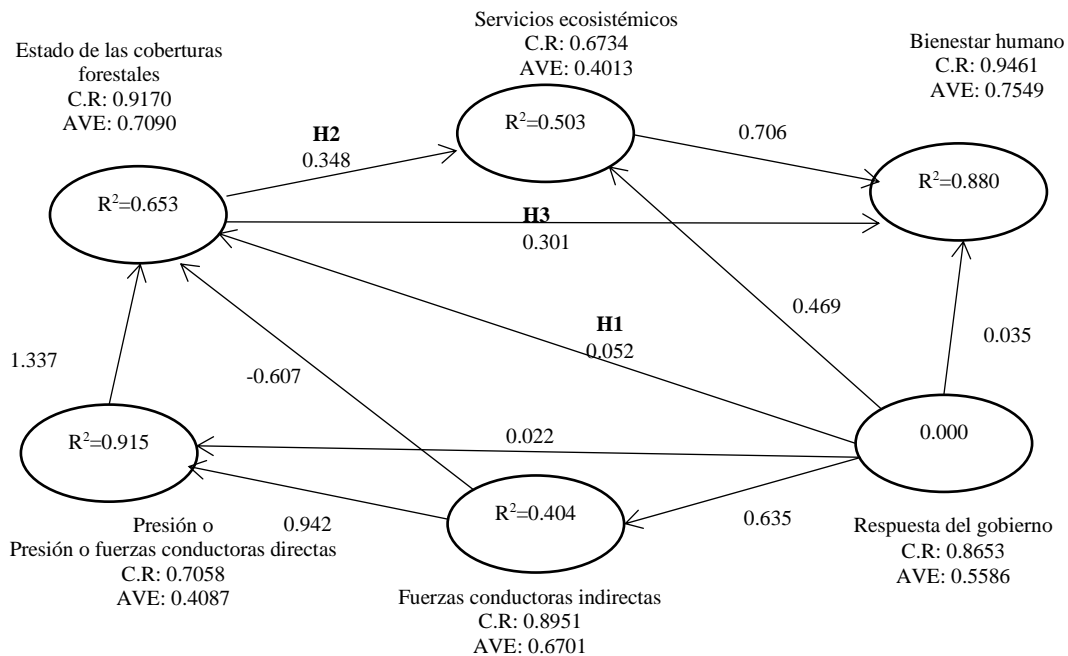


Figura 5 Resultados del modelo de ecuaciones estructurales que analiza la relación de la repuesta gubernamental ante la deforestación en Oaxaca durante el período 1990-2015

superficie urbana en Oaxaca. Estables las superficies destinadas a la agricultura y ganadería afectadas por incendios forestales, y por plagas y enfermedades; iv) el estado, es decir las coberturas forestales de pino, encino, pino-encino, mesófilo de montaña y cuerpos de agua se han mantenido con tendencias estables; v) los servicios ecosistémicos como cultivos y turismo han presentado una tendencia muy alta. De forma estable la producción forestal maderable y no maderable, y captura de carbono. En el bienestar humano como servicios de salud presentó una tendencia alta. De forma estable la educación primaria, secundaria y

como iii) la presión reflejaron una tendencia a la alta pero controlada. En cuanto, al iv) estado de las coberturas forestales, se observan dos periodos, el primero de 1993 a 2001, y el segundo de 2002 a 2015. En el primero se confirma el problema de la deforestación en Oaxaca. En el segundo, se observó el control del problema ambiental. Respecto a v) los servicios ecosistémicos forestales, se han incrementado ligeramente los servicios de provisión y regulación, y altamente los culturales. Durante los primeros años del análisis, el bienestar de la población se ha incrementado en cuanto a necesidades

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

básicas, sin embargo en los últimos siete años se han mantenido estables.

### Ecuaciones estructurales

El modelo de ecuaciones estructurales que examino las hipótesis paso las pruebas de fiabilidad y validez (CR: fiabilidad compuesta y AVE: varianza promedio extraída) (Hair *et al.*, 2011) (ver figura 5).

La H1: la relación entre la respuesta del gobierno y las coberturas forestales fue positiva y débil ( $\beta=0.052$ ), se acepta parcialmente. Dado que, sólo en los últimos 15 años los programas de conservación y aprovechamiento forestal realizaron esfuerzos significativos por controlar la deforestación. La H2: la relación entre coberturas forestales y servicios ecosistémicos fue positiva y moderada ( $\beta=0.348$ ), también se acepta parcialmente. Debido a que, el mantenimiento de las coberturas forestales permitió un ligero incremento en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación, y sólo un fuerte incremento en los culturales. La H3: la relación entre coberturas forestales y el bienestar humano (H3) fue positiva y moderada ( $\beta=0.301$ ), se acepta totalmente. Se prueba que, el mantenimiento de las coberturas forestales contribuyeron a la estabilidad económica, educativa, vivienda y de salud de la población. Además se reportan 2 hallazgos importantes. Los indicadores de la variable presión o fuerzas directas (programas para el control de incendios, plagas y enfermedades) contribuyeron positivamente y fuerte al mantenimiento de las coberturas forestales ( $\beta=1.337$ ).

Los servicios ecosistémicos se relacionaron positivamente y fuerte con el bienestar humano ( $\beta=0.706$ ), sosteniendo el bienestar de la población.

### Discusión

En este estudio, la respuesta del gobierno presentó una relación positiva y débil con las coberturas forestales ( $\beta=0.052$ ), como así lo demuestran los estudios de cambio

de uso del suelo realizados en Oaxaca (Hansen *et al.*, 2013; Duran *et al.*, 2007; Velázquez *et al.*, 2003). En otros estudios, la respuesta del gobierno ha sido negativa y fuerte en aspectos de desarrollo sustentable (Tsai *et al.*, 2009) y pérdida de la biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013). El estado forestal presentó una relación positiva y moderada con los servicios ecosistémicos ( $\beta=0.348$ ). En estudios de biodiversidad la relación ha sido positiva y fuerte (Santos-Martín *et al.*, 2013). Finalmente, el estado de las coberturas forestales mostró una relación positiva y moderada con el bienestar humano ( $\beta=0.301$ ), siendo congruente con algunos estudios de biodiversidad (Santos-Martín *et al.*, 2013).

### Conclusiones

Con base en los programas de conservación y aprovechamiento forestal considerados en este estudio. Se concluye que la respuesta del gobierno ante la deforestación en el estado fue positiva y débil. Sin embargo, ha permitido mantener las coberturas forestales, lo que contribuyó a un ligero crecimiento en los servicios ecosistémicos de provisión y regulación y altamente los culturales; por lo tanto cierto bienestar en la población.

### Literatura citada

Anderies, J. M., Janssen, M. A. & Ostrom, E. (2004). A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective, 9(1).

Berkes, F. & Folke, C. (1998), Linking social and ecological systems. Management practices and social mechanisms for building resilience, Cambridge University Press, Cambridge, UK

Burkhard, B. & Müller, F. (2008). Driver–Pressure–State–Impact–Response. *Encyclopedia of Ecology*, 2, 967–970.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- Durán, E., Gopar, F., Velázquez, A.,...& Medina, C. (2007). Análisis de Cambio en las Coberturas de Vegetación y Usos del Suelo en Oaxaca. 617Abstracts en memorias de congresos UNAM.
- EEA, (2003). Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting. European Environment Agency, 20pp.
- Goll, N. B., Li, J., McKay, J. & John, S. (2014). Analysis on the Causes of Deforestation and Forest Degradation in Liberia: Application of the DPSIR Framework. *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 2(3), 20–30.
- Hair, J. F., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152. DOI:10.2753/MTP1069-6679190202
- Hansen, M., P. V. Potapov, R. Moore, M. Hancher, S. A. Turubanova, ..., & J. R. G. Townshend. (2013). High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science* 342(6160): 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693
- Hou, Y., Zhou, S., Burkhard, B. & Müller, F. (2014). Socioeconomic influences on biodiversity, ecosystem services and human well-being: A quantitative application of the DPSIR model in Jiangsu, China. *Science of the Total Environment*, 490, 1012–1028. DOI:10.1016/j.scitotenv.2014.05.071
- McGinnis, M. & Ostrom E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, No.2, Vol. 19, pp. 30 DOI:10.5751/ES-06387-190230
- Monecke A, Leisch F (2012). semPLS: Structural Equation Modeling Using Partial Least Squares. *Journal of Statistical Software*, 48(3), 1–32.
- Newton, A. C., del Castillo, R. F., Echeverría, C., Geneletti, D., González-Espinosa, M., Malizia, L. R., ... Williams-Linera, G. (2012). Forest landscape restoration in the drylands of Latin America. *Ecology and Society*, 17(1). DOI:10.5751/ES-04572-170121
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(July), 419–422. DOI:10.1126/science.1172133
- Pinto, R., de Jonge, V.N., Neto, J.M.,... Patricio, J., (2013). Towards a DPSIR driven integration of ecological value, water uses and ecosystem services for estuarine systems. *Ocean and Coastal Management*.72, 64–79. DOI:10.1016/j.ocecoaman.201106.016
- Ramírez Marcial, N., González, M., Musálem, K., Noguera, E. & Gómez Pineda, E. (2014). Estrategias para una construcción social de la restauración forestal en comunidades de la cuenca media y alta del río Grijalva. In M. González Espinosa y M. C. Brunel Manse (Eds.), *Montañas, pueblos y agua. Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva* (Juan Pablo, pp. 518–554).
- Roura-Pascual, N., Richardson, D. M., Krug, R. M., Brown, A., ... Wessels, N. (2009). Ecology and management of alien plant invasions in South African fynbos: Accommodating key complexities in objective decision making. *Biological Conservation*, 142(8), 1595–1604. DOI:10.1016/j.biocon.2009.02.029
- Santos-Martín, F., Martín, B., García, M., Aguado, M., Benayas, J. & Montes, C. (2013). Unraveling the Relationships between Ecosystems and Human Wellbeing in Spain. *PLoS ONE*, 8(9). DOI:10.1371/journal.pone.0073249
- Svarstad, H., Petersen, L. K., Rothman, D.,

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- Siepel, H. & Watzold, F. (2008). Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. *Land Use Policy*, 25(1), 116–125. DOI:10.1016/j.landusepol.2007.03.005
- Tsai, H.-T., Tzeng, S.-Y., Fu, H.-H. & Wu, J. C.-T. (2009). Managing multinational sustainable development in the European Union based on the DPSIR framework. *African Journal of Business Management*, 3(11), 727–735. DOI:10.5897/AJBM09.240
- Vacik, H., Wolfslehner, B., Seidl, R. & Lexer, M. J. (2007). Integrating the DPSIR Approach and Analytic Network Process for the Assessment of Forest Management Strategies. *Sustainable Forestry. From Monitoring and Modeling to Knowledge Management and Policy Science*, (January 2016), 393–411. DOI:10.1079/9781845931742.0393
- Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J.-F., Bocco, G., Ramírez, G. & Palacio, J. L. (2003). Land use-cover change processes in highly biodiverse areas : the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change*, 13, 175–184. DOI:10.1016/S0959-3780(03)00035-9
- Vidal-Abarca, M. R., Suárez, M. L., Santos, F., Martín, B., Benayas, J. & Montes, C. (2014). Understanding complex links between fluvial ecosystems and social indicators in Spain: An ecosystem services approach. *Ecological Complexity*, 20(February), 1–10. DOI:10.1016/j.ecocom.2014.07.002



## *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca*

# ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN PARA NUEVOS PRODUCTOS DERIVADOS DEL FRUTO DESHIDRATADO DEL TOMATE DE CÁSCARA

González Cruz Moisés<sup>1</sup>; López Cruz Juana Yolanda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico del Valle de Etna, <sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca. Autor para correspondencia: [mosheh\\_3003@hotmail.com](mailto:mosheh_3003@hotmail.com)

### RESUMEN.

El cultivo del tomate de cáscara es una de las actividades que genera ganancias económicas para los productores que las practican, sin embargo la comercialización de éste es una de las principales problemáticas a la que se enfrentan, se busca proponer una nueva alternativa de comercialización a los productores, a través de la elaboración de nuevos productos a base de este fruto. Por lo que el objetivo del estudio es diseñar estrategias de comercialización para nuevos productos alimenticios derivados del fruto deshidratado del tomate de cascara, los productos son: deshidratado tipo pasa, deshidratado cubierto de chocolate y snack cubierto de chile. El diseño de las estrategias de comercialización están basadas en el Marketing mix. Se proponen estrategias para el producto, plaza, precio y promoción. Se determinó que la comercialización de estos nuevos productos representa una alternativa favorable de negocio, primeramente porque hoy en día, los productos deshidratados tienen una gran demanda por parte del público que los consume, segundo porque los nuevos productos alimenticios han tenido un impacto positivo y gran aceptación por parte de las personas que los han degustado, esto se debe principalmente a que el producto es novedoso y presenta una forma diferente de consumo de tomate de cáscara al que normalmente se está acostumbrado.

**Palabras clave:** *deshidratado tipo pasa, cubierto de chocolate, snack de chile, marketing mix.*

### ABSTRACT

The cultivation of shell tomatoes is one of the activities that generates economic gains for the producers who practice them, however, the commercialization of this is one of the main problems that they face, it seeks to propose a new marketing alternative to the producers, through the development of new products based on this vegetable. Therefore, the objective of this study is to design marketing strategies for new food products derived from dehydrated tomato fruit, the products are: dehydrated type pastry, dehydrated covered with chocolate and snack covered with chili. The design of the marketing strategies are based on the marketing mix. Strategies are proposed to the product, price, place and promotion. It was determined that the commercialization of these new products represents a favorable alternative of business, firstly because today, the dehydrated products are in great demand by the public that consumes them, second because the new products have had a positive impact and great acceptance on the part of the people who have tasted them, this is mainly due to the fact that the product is novel and presents a different form of consumption of shell tomatoes to which one is normally accustomed.

**Keywords:** *dehydrated type raisin, chocolate covered, chile snack, marketing mix.*

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) presenta una gran importancia tanto económica como cultural, para la población mexicana; además de su contenido nutricional, en vitaminas y minerales. En el año 2000 este cultivo ocupó el cuarto sitio en superficie cultivada, a nivel nacional. Para el año 2011 se estableció una superficie de 47830.85 ha, por lo que se ubicó en el sexto lugar de cultivo de mayor importancia en México, solo superado por Chile, Jitomate, Papa, Elote y Cebolla (Toledo, 2015).

El consumo del tomate de cáscara se ha limitado como producto fresco, sin embargo los alimentos deshidratados siempre han sido utilizados para consumo directo en épocas de escasez. La deshidratación de frutas y verduras, además de ser una industria con buenas posibilidades en el mercado, representa una alternativa socioeconómica para el productor, ya que es posible desarrollarla con poca inversión si se basa en tecnologías que requieren como fuente principal de energía los rayos solares (Fermoso, 2013)

En la actualidad se está llevando a cabo la deshidratación de diversos productos y proponiendo nuevas formas de consumo, de tal forma que en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca, se ha utilizado el tomate de cáscara para la elaboración de nuevos productos derivados del fruto deshidratado, con la presentación de los mismos en forma de snack cubierto de chile, deshidratado tipo pasa y deshidratado cubierto de chocolate.

Una de las principales debilidades a las que se enfrentan los productores, es la comercialización de los mismos, sobre todo por la gran competencia a la que se

enfrentan, dejando la comercialización en manos de los intermediarios, quienes venden el producto, quedando la mayor parte del margen de ganancia en manos de ellos.

Por lo anterior es necesario el proponer una nueva alternativa a los productores, mediante la elaboración de nuevos productos a base de este fruto, dándole un valor agregado que les permita tener ventajas competitivas y ofrecer mejores precios y mayor rentabilidad, mejorando así sus ingresos y el nivel de vida de sus familiares.

### Justificación

Una forma de otorgarle valor agregado a la producción de este tipo de tomate, es a través de su transformación en productos de larga vida de anaquel o de consumo inmediato. Es en esta parte donde la deshidratación presenta una alternativa y forma diferente de consumo del tomate de cáscara.

Los consumidores de países desarrollados debido al estilo de vida agitado que llevan, demandan productos naturales, lo más semejantes posible a los productos frescos o que conservan sus características, en aspectos organoléptico y nutricionales, sin que hayan sufrido procesos rigurosos y, que a la vez, sean seguros desde el punto de vista higiénico, con una vida útil apropiadamente alta y fáciles de preparar (Umaña, 2003).

Así también se están promoviendo otros usos en la elaboración de diversos productos teniendo como base el fruto del tomate verde o mejor conocido como tomate de cáscara, entre los productos que se han desarrollado, los que más destacan son: mermeladas, botanas, shampoos, mousse y bebidas. (Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, 2013). Por ello, con la finalidad de darle un mayor valor agregado a los productos, se han buscado alternativas productivas

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

que generen excedentes económicos a los productores rurales del estado de Oaxaca, entre ellas se encuentra la producción de nuevos productos alimenticios a base de frutos deshidratados.

Con base al constante uso del tomate de cáscara dentro de la dieta mexicana y a la deshidratación como una alternativa mediante la cual se pueden desarrollar productos alimenticios, en el CIIDIR Unidad Oaxaca, se han elaborado nuevos productos alimenticios procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara, como son: snack, gelatina, deshidratado tipo pasa, deshidratado cubierto de chocolate y hojuelas, para lo cual con este proyecto, se pretende proponer estrategias de comercialización que resulten útiles de implementarse para la introducción de estos nuevos productos al mercado, lo que permitirá presentar una nueva forma de consumo.

Se considera que para estos nuevos productos alimenticios es importante buscar estrategias de comercialización antes de incursionar al mercado, por lo que se espera que a partir de esta investigación surjan inquietudes y consecuentemente nuevos trabajos de investigación que contribuyan a la comercialización de los mismos.

### Marco teórico

#### Estrategias de comercialización

Las estrategias de comercialización, también conocidas como estrategias de mercadeo, consisten en acciones estructuradas y completamente planeadas que se llevan a cabo para alcanzar determinados objetivos relacionados con la mercadotecnia, tales como dar a conocer un nuevo producto, aumentar las ventas o lograr una mayor participación en el mercado (Arechavaleta, 2015)

#### Marketing Mix

Para una mejor gestión de las estrategias de comercialización, estas se suelen

dividir o clasificar en estrategias destinadas a 4 aspectos o elementos de un negocio: estrategias para el producto, estrategias para el precio, estrategias para la plaza (o distribución), estrategias para la promoción (o comunicación). Conjunto de elementos conocidos como las 4 P o el marketing mix.

El término "*marketing mix*" fue acuñado por primera vez por Neil Borden, el presidente de la American Marketing Association en 1953. Todavía se utiliza en el año 2016 para tomar decisiones importantes que conducen a la ejecución de un plan de marketing. Una mezcla de marketing ayuda a una organización a tomar decisiones estratégicas en el lanzamiento de un producto nuevo o ya existente (Investopedia, 2015).

La comercialización mezclada (marketing mix) es un conjunto de herramientas de comercialización utilizadas por las empresas para la consecución de sus objetivos de venta.

### Objetivo general:

- Diseñar estrategias de comercialización para la introducción al mercado de nuevos productos alimenticios procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara.

Para ello fue necesario una caracterización de cada producto, el analizar la oferta y demanda de productos deshidratados, identificar los posibles nichos de mercado para los nuevos productos alimenticios, procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara. y proponer estrategias de comercialización de los nuevos productos alimenticios procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara.

## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

### **MATERIALES Y METODOS**

La investigación se realizó con el fin de diseñar estrategias de comercialización para nuevos productos alimenticios derivados del fruto deshidratado del tomate de cáscara. El tipo de investigación que se llevó a cabo es descriptiva, debido a que se aplicó una encuesta para conocer el grado de aceptación de los nuevos productos para determinar las estrategias de comercialización. El procedimiento de muestreo es no probabilístico debido a que se basa en el juicio personal del investigador para seleccionar a los elementos de la muestra. Se aplicó una encuesta a un total de 40 personas de edad entre 18 y 40 años, la estructura de la encuesta se realizó mediante dos apartados, el primero busca obtener información sobre el consumo de productos deshidratados, al término de este apartado se hizo la degustación del producto, mediante el cual se le da a probar los nuevos productos derivados del fruto deshidratado del tomate de cáscara a los encuestados y posteriormente se contesta el segundo apartado de la encuesta. Cabe señalar que las preguntas están diseñadas con base a los elementos del marketing mix (producto, precio, plaza y promoción).

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

Del 100% de las personas encuestadas el 86% de ellas menciono consumir productos deshidratados, mientras que el 14% no los consume. Del 86% de las personas que consumen productos deshidratados, el 16% menciono consumir frutas deshidratadas, el 67% indico consumir pasas y el 17% restante respondió consumir otro tipo de productos, por ejemplo el arándano.

Por otra parte del 14% que son las personas que no consumen este tipo de productos, se les pregunto las razones, indicando que no lo hacen porque no les gusta o no son atractivos para ellos.

Con estos datos se puede decir que existe probabilidad de que los nuevos productos deshidratados se han aceptados y consumidos por el mercado y que además existe una posibilidad que quienes no consumen este tipo de productos, lleguen a hacerlo dependiendo de las características que estos posean.

Del 86% de las personas que consumen productos deshidratados, el 27% menciono consumirlos de manera semanal, el 63% de forma mensual, el 10% en otro tiempo (tres o dos veces al mes) y nadie de forma diaria; esto puede darse porque muchas personas tienen la idea que el consumo excesivo de estos productos puede ser dañino para la salud; sin embargo con estos datos se puede crear una ventaja competitiva con los nuevos productos de tal manera que su consumo sea más seguido y que aporte beneficios para los consumidores.

Se preguntó a las personas sobre el tipo de presentación y el precio que pagan, el 23% respondió que la presentación en la que normalmente consume estos productos es de 50 gramos e indico pagar entre 5 y 8 pesos, el 13% los prefiriere en 75 gramos y también dijo pagar entre 5 y 8 pesos, el 44% menciono adquirir una presentación de 100 gramos y pagar un precio entre 9 y 12 pesos y en algunos casos mencionaron pagar más de esta cantidad, el 13% los consume en 125 gramos, pagando entre 13 y 15 pesos, por último el 7% los consume en otra presentación, y el precio está en función de la presentación que elijan.

Del 86% de las personas que menciono consumir productos deshidratados, se les pregunto el lugar en donde normalmente adquirirían sus productos, a lo que el 10% de ellos respondió que en una tienda miscelánea, 43% en el supermercado y el 47% en el mercado de la ciudad. Estos datos tienen relación con la pregunta sobre si el tipo de productos que se consume es de marca registrada o marca local o a

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

granel, en donde el 53% respondió que es marca local y el 43% es marca registrada.

Del total de las personas que mencionaron consumir productos deshidratados, el 37% de ellos indicó conocer el producto a través de prensa escrita (volantes, folletos, etc.), el 23% escuchó del producto a través de la televisión y el 40% menciona que conoció este producto de otra manera, por ejemplo la recomendación de otra persona. Los resultados correspondientes a la segunda parte de la encuesta, se obtuvieron una vez realizada la degustación de los nuevos productos alimenticios procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara.

Del 100% de las personas encuestadas, el 43% menciona conocer algunas propiedades nutritivas del tomate de cáscara, mientras que el 57% respondió que no tiene conocimiento de estas. Esta pregunta se hizo con el objetivo de realizar el proceso de degustación del producto.

Del total de las personas encuestadas (incluidas las que consumen productos deshidratados como las que no), todas mencionaron que les agradaría degustar los nuevos productos deshidratados hechos a base del tomate de cáscara, por lo cual se siguió con la degustación.

El producto que obtuvo mayor preferencia por parte del público fue el tomate de cáscara deshidratado tipo pasa cubierto de chocolate con un 63%. En segundo fue el snack de tomate verde deshidratado cubierto de chile. El tercer lugar en cuanto a preferencia de producto fue para el tomate de cáscara deshidratado tipo pasa, la mayoría de las personas menciona que para hacer más atractivo este producto es necesario agregar otras propiedades. Sin embargo al 100% de las personas le gustaron los nuevos productos alimenticios.

El aspecto que tuvo el primer lugar o fue de más agrado para las personas fue el sabor de los productos, el segundo lugar

fue la textura, en tercer lugar se mencionó el olor del producto, en cuarto lugar destaca el color, en quinto tenemos la presentación del producto, esta en cuanto a que necesitan de una etiqueta que los haga más atractivos y por último en sexto lugar se mencionó otro tipo de aspecto.

Para la presentación de los productos, el 43% menciona que le gustaría que estos productos se comercializaran en una presentación de 50 gramos, el 40% prefiere una presentación de 75 gramos, el 8% lo prefiere en 100 gramos, el 3% respondió que le gustaría en presentaciones de 125 gramos y por último el 6% prefiere otra presentación diferente a las mencionadas.

En cuanto al precio de los nuevos productos, el 43% de las personas que prefieren una presentación de 50 gramos, la mayoría de ellas estaría dispuesta a pagar entre 5 y 8 pesos; del 40% que prefiere una presentación de 75 gramos, estaría dispuesta a pagar entre 9 y 12 pesos; para el 8% que prefiere una presentación de 100 gramos, pagaría entre 13 y 15 pesos; del 3% de las personas que menciono gustarle una presentación de 125 gramos, ellos pagarían entre 13 y 15 pesos y por último para el 6% que menciona le gustaría comprar otra presentación, estarían dispuestos a pagar otra cantidad mayor.

El lugar donde les gustaría comprar el producto, el 74% respondió que en una miscelánea puesto que es un lugar más cercano a sus domicilios, el 23% indicó que su compra sería en el supermercado y el 3% en el mercado.

Del 100% de las personas encuestadas el 26% de ellas menciona que les gustaría recibir información de estos productos por medio de prensa escrita (volantes, folletos), el 14% lo prefiere a través de la televisión y un 60% indicó que les gustaría a través del internet puesto que hoy en día es el medio más utilizado por las personas



## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

y a través del cual pueden enterarse de las cosas.

Por último todas las personas encuestadas mencionaron que si recomendarían el consumo de los nuevos productos deshidratados procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara a otras personas debido a que representan una nueva forma de consumo del tomate de cáscara y es algo interesante.

El tomate de cáscara presenta una nueva alternativa de consumo, por lo que es necesario desarrollar estrategias mediante las cuales pueda realizarse la comercialización de estos nuevos productos. A continuación se describe la propuesta de estrategias de comercialización.

### **Propuesta de estrategias de comercialización**

#### **Estrategias de Producto**

- Posicionamiento

Es muy importante tomar en cuenta el mercado al cual están dirigidos estos productos, por ejemplo si se orientan a personas que llevan una dieta para tener un cuerpo saludable, el producto debe estar libre de aditivos y bajo en calorías. Por el contrario si se enfocaran en estudiantes, el producto debe ser nutritivo y hechos con materia prima 100% natural.

- Logotipo

El diseño del logotipo es necesario para lograr que el mercado reconozca el producto de manera rápida al momento de realizar su compra, la estrategia en este punto es utilizar un mismo logotipo para los productos, puesto que estos forman una línea de productos deshidratados. A continuación se hace la propuesta de un logotipo, es recomendable que los productos contengan el logotipo de la empresa que los comercializara.

- Etiqueta

El objetivo de la etiqueta de los productos es proporcionar información acerca de

ellos; que los consumidores puedan conocer el logotipo de quien comercializa el producto, el nombre, la presentación, el contenido, los ingredientes, información nutricional, caducidad, entre otros datos que se consideren importantes. A continuación se hacen las propuestas de etiqueta para cada producto:

- Empaque

En general las presentaciones más comunes para el tipo de este producto son en bolsa de plástico transparente. Para el empaque de los nuevos productos procesados a base del fruto deshidratado del tomate de cáscara, se recomienda un empaque aluminado, primeramente para dar al consumidor una forma diferente de presentación en este tipo de productos, segundo por las ventajas de utilizar este, como son: Protege al producto, mediante el aislamiento total contra la luz, los gases y la humedad, los cuales pueden llegar a causar su descomposición; si este empaque es muy delgado, garantiza una perfecta protección y conservación del aroma y características del producto, puede contribuir a alargar la vida de los productos, conservando sus características.

#### **Estrategia de Precio**

En el presente estudio se obtuvo que la mayor parte de las personas compran productos deshidratados, tales como las pasas, el arándano y el mix de frutas deshidratadas y el consumo de estos productos se hace en el mercado de la ciudad de Oaxaca; por lo tanto mediante una investigación de campo se visitó el mercado de abastos y el mercado 20 de noviembre, en el centro de la ciudad; actualmente los precios de los productos deshidratados son los siguientes: para las pasas deshidratadas se tiene un precio de \$ 25.00 para una presentación de 250 gramos, el mismo para el arándano deshidratado, para las pasas deshidratadas cubierta de chocolate y el arándano



## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

deshidratado para una presentación de 100 gramos tenemos un precio de \$ 10.00; en el caso de los productos que se venden en presentaciones de 250 gramos se preguntó el precio si se desea consumir una presentación de 100 gramos, la que normalmente consume el público y tenemos que el precio para esta es de \$ 10.00.

Con base a los resultados de la encuesta, el 43% de las personas mencionaron preferir una presentación de 50 gramos y estar dispuestas a pagar un precio entre \$ 5.00 y \$ 8.00; por lo tanto se determina la comercialización de los nuevos productos en un precio de \$ 5.00 para una presentación de 50 gramos.

### **Estrategia de Plaza**

Al ser productos tipo botana y de fácil manejo y consumo se enfocan a las personas entre 18 a 40 años de edad, personas activas con poco tiempo libre y que buscan mantener una dieta mediante el consumo de productos saludables.

La mayoría de las personas prefieren que los productos sean comercializados en misceláneas, puesto que al ser productos de fácil acceso, ellos podrían comprarlo en cualquier momento, sin la necesidad de tener que acudir a algún centro comercial. La distribución del producto se hace mediante el diseño del siguiente canal de comercialización:

El medio a utilizar para que el producto llegue al consumidor final, el cual es el canal detallista, que va del productor a los detallistas, en este caso las misceláneas (lugar en donde las personas encuestadas mencionaron que les gustaría adquirir los productos) y estos lo ofrecerán a los consumidores.

### **Estrategia de Promoción**

La mayor parte de las personas, hoy en día, están conectadas en las redes sociales, por lo tanto es muy frecuente el uso del internet, la sugerencia para este tipo de estrategia de promoción, es la creación de

una página web, la cual contenga información sobre el tomate de cáscara y en especial de los nuevos productos deshidratados del tomate de cáscara, es recomendable agregar una parte de comentarios y/o sugerencias, para que las personas den su opinión acerca de estos productos. Otra de las estrategias es crear una cuenta en Facebook y en ella publicar anuncios y dar consejos de consumo de este tipo de productos, esto con el objetivo de posicionar los nuevos productos en la mente del consumidor.

### **CONCLUSIONES**

La comercialización de los nuevos productos alimenticios procesados del fruto deshidratado del tomate de cáscara representa una alternativa favorable de negocio, primeramente porque hoy en día, los productos deshidratados tienen una gran demanda por parte del público que los consume, debido a que el proceso de producción es más flexible, teniendo la oportunidad de agregar características al producto, por ejemplo propiedades nutritivas, que los hagan más parecidos a los productos en fresco. Segundo porque los nuevos productos alimenticios han tenido un impacto positivo y gran aceptación por parte de las personas que los han degustado, principalmente porque el producto es novedoso y presenta una forma diferente de consumo de tomate de cáscara, el sabor de los nuevos productos ha sido agradable al paladar, por la facilidad de su adquisición y por los nutrientes que pueden ser adicionados al organismo, representando una alternativa saludable de consumo, por las características que poseen, la presentación que es de fácil manejo y pueden ser consumidos en cualquier momento del día, aportando grandes beneficios para el público.

Este trabajo es parte de los resultados del proyecto denominado "Uso y

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

conocimiento de *Physalis spp.* para su cultivo intensivo en ambientes. Con clave CONACYT 248261 y SIP2015-RE1124.

### REFERENCIAS CONSULTADAS

Kotler, P., & Armstrong, G. (2012). *Marketing*. México: Pearson.

Investopedia. (2015). *Marketing Mix*. Consultado el 05 de Septiembre de 2016 de: <http://www.investopedia.com/terms/m/marketingmix.asp>

Marín, B. E., Lemus, M. R., Flores, M. V., & Vega, G. A. (Diciembre de 2006). *La Rehidratación de alimentos deshidratados*. SCielo. Consultado el 05 de Septiembre de 2016 de:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071775182006000500009](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071775182006000500009)  
Semillas, S. N. (22 de 07 de 2013). *Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas*. Consultado el 27 de Julio de 2016 de: <http://snics.sagarpa.gob.mx/prensa/boletines/Paginas/2013-B033.aspx>

Toledo, P. J. (2015). *Caracterización Físico-Química del cáliz de tres variedades de tomate verde (Physalis ixocarpa Brot.), cultivados en ambientes protegidos*. Oaxaca, México.

Umaña, C. E. (2003). *Estrategias de productos deshidratados*. San Salvador: GTZ-FORTALECE.

en: [www.promango.org/Socios/Agroindustria/estrategiasdeshidratado.pdf](http://www.promango.org/Socios/Agroindustria/estrategiasdeshidratado.pdf).

## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON TECNOLOGÍAS ALTERNATIVAS EN COMUNIDADES RURALES**

Martínez Jiménez Edberg Daniel<sup>1</sup>, Caballero Montes José Luis<sup>2</sup>, Espinoza Nájera Carlos, Pérez Sampablo Paúl Ramiro.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Oaxaca. <sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR- Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: *danielmarjim@hotmail.com*

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo es proponer una alternativa de metodología que aporte soluciones al problema de saneamiento de aguas residuales de origen doméstico en la comunidad de San Sebastián Etla, Oaxaca (SSEO), mediante el uso de tecnologías alternativas. El resultado es una metodología mixta de seis pasos (diagnóstico, detección de problemática, diseño de intervención, implementación, diseño conceptual de la tecnología, evaluación, y diseminación de resultados) basada en la intervención comunitaria (IC), investigación-acción-participativa (IAP) y APERPRODER. Las cuales son metodologías que coinciden en la participación ciudadana, mientras que APERPRODER además de considerar la participación social plantea el uso de la tecnología para resolver problemas ambientales. Se presentan además resultados parciales de la primera fase de diagnóstico efectuado en la comunidad, particularmente de la percepción de las personas ante la problemática de las aguas residuales. Para lo cual se diseñó y aplicó un cuestionario validado a 40 personas en la población. El total de los encuestados indicaron que el problema de las aguas residuales es evidente y urge su solución. Se identificó como estrategia de solución la participación mediante tequios; 77.5% reconocen que aún en la comunidad esta práctica existe, además 63% señalaron que cooperarían con mano de obra en proyectos de beneficio comunitario. En relación con el uso de tecnologías alternativas para el saneamiento del agua, el 62.5% indicó que no tienen conocimiento de tecnologías alternativas, y están conscientes de la necesidad de asesoría técnica y capacitación en talleres para adquirir conocimientos de tecnologías alternativas para implementarlas en sus viviendas.

### *Palabras Clave*

Enfoque social-solidario, intervención comunitaria, metodologías participativas.

### **ABSTRACT**

The aim of this work is to propose an alternative methodology to provide solutions to the problem of sanitation of domestic wastewater in the community of San Sebastián Etla, Oaxaca (SSEO), through the use of alternative technologies. The result is a mixed six-step methodology (diagnosis, problem detection, intervention design, implementation, conceptual design of technology, and evaluation and dissemination of results) based on community intervention (CI), participatory action research (IAP) and APERPRODER. These are methodologies that coincide in citizen participation, while APERPRODER, in addition to considering social participation, raises the use of technology to solve environmental problems. There are also partial results of the first phase of diagnosis carried out in the community, particularly about the perception of people regarding the problem of wastewater. For this purpose, a validated questionnaire was designed and applied to 40 people in the

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

community. The total of respondents indicated that the problem of wastewater is evident and it is urgent to find a solution for it. Participation through *tequios* was identified as a solution strategy; 77.5% acknowledged that this practice still exists in the community; in addition, 63% indicated that they would cooperate with labor in community benefit projects. Regarding the use of alternative technologies for water sanitation, 62.5% indicated that they do not know about alternative technologies, but are aware of the need of technical advice and training through workshops to acquire knowledge of alternative technologies to implement them in their homes.

**Keywords:** Social-solidarity approach, community intervention, participatory methodologies.

### Introducción

El agua es definida como factor fundamental para el desarrollo socio-económico y medioambiental a nivel global. El uso racional y el saneamiento del agua impactan en la salud humana, el medio ambiente y el desarrollo económico de un país, y su buen manejo contribuye a mejorar el bienestar social y el crecimiento inclusivo (UNESCO, 2014).

Así mismo la contaminación del agua es un problema actual, multifactorial y creciente producto de las actividades humanas que inciden en otros problemas de tipo social, ambiental y económico. De acuerdo con la UNESCO<sup>1</sup> en el año 2014 más del 80% de las aguas residuales<sup>2</sup> en países en vías de desarrollo no recibió ningún tratamiento. En México, conforme a la CONAGUA<sup>3</sup> en ese mismo año solo un 52.8% de aguas contaminadas de origen domestico recibió tratamiento cumpliendo de esta manera con los parámetros establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996<sup>4</sup>. Cabe mencionar que el problema del saneamiento del agua se relaciona en gran medida a la falta de una

gestión integral, así como la carencia de infraestructura para su disposición final.

Por otra parte, existe una marcada desvinculación tecnológica que limita el uso de tecnologías alternativas, aunado a la baja concientización y participación de la población, quien juega un papel fundamental en la solución de esta problemática (Flores, 2013). Ante esta situación surge la necesidad de una búsqueda de nuevas soluciones con enfoques tanto tecnológico como social, o una combinación de ellos para abordar el problema del saneamiento del agua.

Es importante señalar que dentro del enfoque tecnológico destaca el uso de tecnologías apropiadas debido a las ventajas que estas tienen en relación a aspectos económicos, facilidad constructiva y que son amigables con el medio ambiente. Con respecto al enfoque social hay referentes de que mediante estrategias de participación de las personas es posible la solución de diversos problemas en las comunidades, logrando impactos en el tejido y capital social (Freyre, 2013).

<sup>1</sup> UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, tiene 195 Miembros y 10 Miembros Asociados. Sus órganos de gobierno son la Conferencia General y el Consejo Ejecutivo.

<sup>2</sup> Aguas residuales. De acuerdo a la CONAGUA (2015), son aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

<sup>3</sup> CONAGUA. Comisión Nacional del Agua, administra y preserva las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del recurso.

<sup>4</sup> NOM-001-SEMARNAT-2005. Publicada en el diario oficial de la federación el 6 de enero de 1997. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### Materiales y métodos

#### *Descripción del sitio de estudio*

La localidad de San Sebastián ETLA es una agencia del municipio de San Pablo ETLA Oaxaca (figura 1) y se localiza en las coordenadas 96° 47' longitud oeste y 17° 09' latitud norte a una altura de 1,622 metros sobre el nivel del mar, cuyos límites son: al norte con la localidad de la Villa de ETLA, al sur con la comunidad de Santiago ETLA y al este con Guadalupe ETLA. SSEO cuenta con 543 viviendas y 1,984 habitantes (INEGI, 2010). El 100% de las viviendas en esta población no cuentan con un sistema de alcantarillado ni sistema de tratamiento de aguas residuales, lo que genera un gasto de 1.84 l/s de aguas residuales domésticas descargadas en el río Atoyac a partir de una dotación de 19.840 l/día (CONAGUA, 2015).

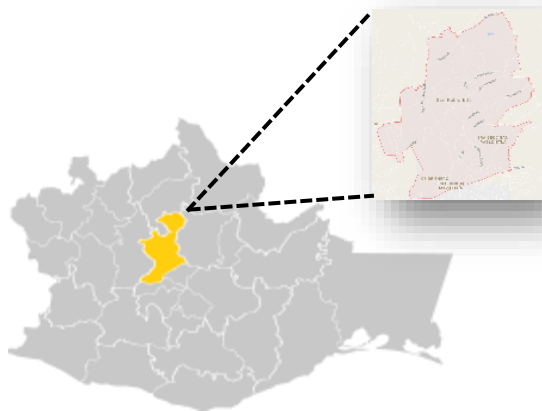


Figura 1. Localización de San Sebastián ETLA, Valles Centrales, Oaxaca.

#### *Diseño de la metodología participativo*

Para diseñar la metodología que permitiera plantear soluciones a la problemática de saneamiento de aguas en SSEO se realizó una revisión bibliográfica de metodologías de tipo participativo; intervención comunitaria (IC), investigación-acción (IAP) y APERPRODER<sup>5</sup>(MAP),

fundamentadas en la participación social y esta última además en el fomento de valores solidarios. Así mismo se estableció como criterio principal el considerar los procesos locales participativos y de desarrollo comunitario, así como las capacidades y recursos disponibles para poderlos emplear como estrategia para intervenir y aportar soluciones al problema del saneamiento del agua.

#### *Diseño del instrumento diagnóstico*

Para implementar la metodología seleccionada se inició con la primer fase de diagnóstico para lo cual se diseñó un cuestionario de 27 preguntas que se agruparon en cuatro ejes temáticos; percepción de la problemática, participación social, saneamiento-tecnología y disposición a capacitarse para la construcción de tecnologías alternativas; nueve preguntas se formularon para obtener información acerca del capital social en la SSEO, cinco para indagar sobre la percepción de las personas sobre el problema de la contaminación del agua, tres preguntas para identificar la cultura de este vital líquido, y diez ítems para tener información relacionada con el conocimiento tecnologías alternativas para sanear el agua en sus viviendas.

El muestreo seleccionado para encuestar a la comunidad fue de tipo aleatorio simple con remplazo (Martínez, 2012), para lo cual se estableció una división geográfica de la agencia de SSEO formando cuadrículas en la que cada una de ellas contó con la misma probabilidad de ser considerada. El cuestionario previamente validado se aplicó a 40 personas; 28 mujeres y 12 hombres, se consideró que las personas encuestadas contaran con más de 20 años (figura 2).

<sup>5</sup> APERPRODER. Área de Planeación y Evaluación de Recursos y Programas de Desarrollo Rural del Colegio de Postgraduados de Campus Montecillo, México. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca



Figura 2. Aplicación de encuesta a pobladores de SSEO.

Cabe mencionar que para para mostrar resultados se agruparon las respuestas de los encuestados en tablas, indicando la frecuencia en que los coincidieron en sus contestaciones (F), así mismo se indica el porcentaje en relación al total de encuestados (%) y el porcentaje agregado (% acumulado).

### Resultados y discusión

La metodología propuesta se fundamenta en la participación en donde las personas son tomadas en cuenta para conocer su percepción y su posible involucramiento en la solución de sus problemáticas sentidas. Uno de los aspectos importantes de esta metodología es identificar y concientizar a la comunidad en relación a la problemática, así mismo toma en cuenta el contexto del lugar, la características socio-económicas y educativas de las personas como se ha observado en proyectos implementados en Puebla, Oaxaca y Veracruz, México (Ortiz et al., 2014). Por lo que esta metodología resulta idónea para dar soluciones a problemáticas relacionadas con el saneamiento del agua, ya que considera el entorno social integrando saberes tradicionales y tecnologías alternativas donde la comunidad beneficiada se encarga de construir y operar los sistemas.

#### *Diseño de la metodología*

El resultado principal del trabajo fue la integración de una metodología mixta a partir de los pasos metodológicos de la IC, IAP Y MAP que responden y satisfacen el enfoque social-tecnológico con el que se

intervendrá el proyecto en SSEO. Las fases principales de esta metodología integrada son:

1. Diagnóstico de la comunidad (IC, IAP Y MAP), a partir de visitas de campo, observación, talleres participativos, aplicación de encuestas y entrevistas.
2. Identificación de la problemática (IAP Y MAP), se realizará una recolección de la información y su análisis, con el propósito de identificar y conceptualizar la problemática a través de la aplicación de técnicas cualitativas y cuantitativas (Rámirez y Zwerg, 2012).
3. Diseño y planificación de estrategias de intervención (IC, IAP Y MAP), aplicando criterios sostenibles, estrategias participativas y soluciones tecnológicas apropiadas.
4. Implementación de la acción integral y diseño conceptual de tecnología (IC y MAP),
5. Evaluación del proyecto a partir de indicadores sociales, ambientales y económicos
6. Disseminación (IC) para implementar esta metodología en otras comunidades con la misma problemática.

#### *Resultados del cuestionario*

Dentro de la aplicación de la metodología diseñada y en particular de la primera fase del diagnóstico se presentan los resultados encontrados del cuestionario aplicado a los pobladores de SSEO.

En la tabla 1 se reportan las respuestas de las personas encuestadas sobre la pregunta relacionada con las prácticas del “tequio” que se visualizan en la población. De acuerdo a autores como López (2013) lo define como uno de los principales instrumentos de la solidaridad social dentro de las comunidades tradicionales. Por su parte Gallardo (2012) lo conceptualizan como una forma de abordar integralmente una necesidad para solucionar problemas en una comunidad.

Tabla 1

¿Se llevan a cabo tequios en su



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

comunidad?

Respuesta	F	%
Si	31	77.5
No	9	22.5
Total	40	100

Se observa que el 77.5% de los encuestados identifican al tequio como una práctica existente en la población, esto podría ser una de las estrategias principales con las que se podría afrontar la problemática del saneamiento del agua.

Tabla 2

Indique cual es motivo por la que asiste a los tequios

Respuesta	F	%
Por cumplir con las autoridades	4	13
Por apoyar a las demás personas	7	22.5
Porque los tequios resuelven problemas existentes en la comunidad	20	64.5
Total	31	100

Otras percepciones de las personas en cuanto a la práctica del “tequio” (tabla 2) fueron que el 64.5% la considera de gran relevancia como una acción con la que se pueden resolver problemas de diversa índole; un 13% de los encuestados se sienten obligados a asistir a los tequios para cumplir con las autoridades.

En la tabla 3 se puede ver que el 62.8% de los encuestados señalaron que de existir una obra de beneficio comunitario, podrían apoyar con trabajo manual y actividades cooperativas. Otra de las prácticas comunes en poblaciones de

Oaxaca es la “Guelaguetza”<sup>6</sup> (Maldonado, 2013) comenta que esta práctica también es percibida como un apoyo para acciones de beneficio común.

Tabla 3

Indicar el tipo de aportación que realizaría en una obra de beneficio social.

Respuesta	F	%
Monetaria	9	25.7
Guelaguetza (apoyo mutuo)	4	11.3
Colaborando con realizar trabajos diversos	22	63
Total	35	100

Con relación a la percepción de la problemática ambiental por parte de los pobladores de SSEO en la tabla 4 se reporta que un alto porcentaje del orden del 93% reconoce que existen problemas en este rubro, identificando como uno de los más evidentes el de la descarga de aguas residuales en las calles.

Tabla 4

¿Cree que existan problemas en su comunidad relacionadas con la contaminación ambiental?

Respuesta	F	%
Si	37	92.5
No	3	7.5
Total	40	100

La tabla 5 resume los resultados encontrados referentes al tipo de contaminación que los pobladores percibe existe en la comunidad. Los que mayormente identificaron fueron la contaminación del agua (45.9%), y la contaminación de las calles por basura (24.3%), la que fue menos percibida como problema de tipo ambiental fue la contaminación del aire.

<sup>6</sup> Fiesta que se celebra en relación con este sistema cooperativo; se caracteriza por la espectacularidad de sus bailes y el colorido de sus trajes; es típica del estado de Oaxaca.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Tabla 5

Si la respuesta anterior fue si, mencionar cuáles de acuerdo al recuadro siguiente.

Respuesta	F	%
Contaminación de las calles por basura	9	24.3
Contaminación del agua	17	45.9
Contaminación del aire	3	8.1
Todas las anteriores	7	18.9
Otra	1	2.7
Total	37	99.9

El 75% de la población encuestada señaló que existe la necesidad de construir infraestructura para resolver el problema del saneamiento del agua, solo el 7.5% señala la necesidad de establecer un plan de manejo de los residuos sólidos urbanos de la comunidad (basura). Este porcentaje coincide con las respuestas de las personas que requieren de la construcción de un panteón municipal (tabla 6).

Tabla 6

¿Cuál de los siguientes problemas considera como mayor prioridad en su comunidad?

Respuesta	F	%
Infraestructura para el saneamiento del agua	30	75
Construcción de un panteón municipal	3	7.5
Elaboración de un plan para el manejo de la basura de la comunidad	3	7.5
Otra	4	10
Total	40	100

En el eje temático del saneamiento y tecnología relacionada con el agua (tabla 7), el 62.5% de las personas encuestadas señalaron que no realizan saneamiento de sus aguas residuales debido al desconocimiento de tecnologías existentes para ello. Bajo este mismo rubro

relacionado con la tecnología; un 22.5% manifestó que falta asesoría técnica para poder construir y/o usar tecnologías para sanear las aguas residuales.

Tabla 7

¿Por qué no realiza el saneamiento de sus aguas residuales generadas?

Respuesta	F	%
Desconozco tecnologías existentes para el saneamiento del agua	25	62.5
Por falta de asesoría técnica en el uso de tecnologías	9	22.5
Por excesivo costos de las tecnologías	4	10
Por desinterés	2	5
Total		100

De la pregunta que abordó que tanto las personas encuestadas tenían conocimiento de las tecnologías alternativas para el tratamiento de las aguas residuales (Tabla 8), el 76% referenció a la fosa séptica como la más conocida, en tanto que las tecnologías del baño seco y el biofiltro tuvieron menor mención en un 12%. Ortiz et al. (2014) argumenta que la apropiación de las tecnologías es un paso fundamental de la transferencia de tecnología, ya que en caso contrario las tecnologías se abandonan, por lo que debe de realizarse especial énfasis en la participación social para que la apropiación sea exitosa.

Tabla 8

¿Cuál de las siguientes tecnologías para tratamiento de aguas residuales conoce?

Respuesta	F	%
Biofiltro	3	12
Baño seco	3	12
Humedales artificiales	0	0
Fosa Séptica	19	76
Total	25	100

La tabla 9 refleja los resultados de la pregunta relacionada con la disposición de las personas encuestadas para capacitarse o recibir cursos de tecnologías para el

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

saneamiento del agua; el 62.5% indicaron que si asistirían a algún curso o taller.

Tabla 9

¿Asistiría a algún curso y/o taller para capacitarse en la construcción de tecnologías para el saneamiento del agua?

Respuesta	F	%
Si	25	62.5
No	15	37.5
Total	40	100

### CONCLUSIONES

La selección de metodologías participativas para intervenir en una comunidad fomentan valores solidarios y a partir de ellas se puede formular una metodología híbrida que considera el enfoque social- tecnológico, este último más que a la tecnología como un instrumento físico se visualiza como una tecnología “blanda”, es decir toma relevancia el proceso no el objeto como solución.

El enfoque social (de economía solidaria) en el proyecto con el que se quiere intervenir en la comunidad de SSEO relacionado a un problema ambiental, valoriza elementos del capital social, la participación, la autogestión, el empoderamiento en la población.

La primera fase de la metodología propuesta es el diagnóstico con el cual se obtuvo información sobre la percepción de la problemática sentida por la población, el tequio como estrategia para abordar este problema de saneamiento del agua y la disposición a capacitarse en tecnologías para el saneamiento del agua, sin embargo en las fases posteriores se considerará la transferencia de una tecnología alternativa que contribuya al saneamiento del agua, esto mediante cursos y talleres de capacitación, aunado a un programa de sensibilización y concientización para un manejo adecuado del agua.

### AGRADECIMIENTOS

El autor principal agradece al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca para realizar estudios de maestría en el Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Oaxaca. Uno de los coautores a la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN por el financiamiento del proyecto: “Estrategias tecnológicas para su implementación en viviendas de bajo costo de bajo impacto ambiental con enfoque solidario”. SIP 20170833, del cual se derivó esta investigación.

### LITERATURA CITADA

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2014. *Estadísticas del Agua en México edición 2014*. CONAGUA 4, pp. 104-108.

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2015. *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento en México edición 2015*. CONAGUA 1, pp. 10-14.

Flores-Lucero, M.L. 2013. Alternativas Técnicas y de Gestión para el Saneamiento en Asentamientos Irregulares: El Caso de San Juan Tulcingo, Puebla. *Nova Scientia* 10, 151-169.

Freyre, M. L. 2013. El capital social. Alcances teóricos y su aplicación empírica en el análisis de políticas públicas Ciencia, Docencia y Tecnología en Argentina. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 47, 95-118.

Gallardo- García, E. D. 2012. Lo público en los procesos comunitarios de los pueblos indígenas en México en Chile. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana* 11, 2-11.

INEGI. 2015. Censo de Población y

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Oaxaca, México. Disponible en [<http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/contenido.aspx?refnac=202930001>]

López-Bárceñas, F. 2013. ¿Qué hacemos con los indios? Pueblos indígenas y desarrollo: entre las políticas gubernamentales y el “buen vivir” en México. *Papeles de Población* 77, 177-192.

Maldonado-Ramírez, M. de la L. Momentos de la construcción de la Ciudad de Oaxaca como producto turístico en México. *Revista del Centro de Investigación* 10, 89-100.

Martínez- Salgado, C. 2012. El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva* 17, 612-619.

Ortiz-Moreno, J.A., O. R. Masera & A.F. Fuentes. 2014. La ecotecnología en México. *Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia*. 1, 15-18.

Ramírez- Atehortúa & A.M. Zwerg-Villegas. 2012. Metodología de la investigación: más que una receta en Colombia. *AD-minister* 20, 91-111.

UNESCO.2014.Implementación de mejoras para la calidad del agua y la protección de servicios ecosistémicos. *Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio (UNW-DPAC)* 1, 1-12.

**BACTERIAS FIJADORAS ASIMBIÓTICAS DE NITRÓGENO AISLADAS DE LA RIZÓSFERA DE *Juniperus flaccida* Schltdl.**Martínez-Gallegos Verónica<sup>1,2</sup>, Bautista-Cruz Angélica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR-Oaxaca, Hornos 1003. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México, 71230. <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias Médicas y Biológicas. Facultad de Medicina y Cirugía, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Ex Hacienda de Aguilera s/n Carretera a San Felipe del Agua, Oaxaca, México, 68026

Autor para correspondencia: [vmartinezg@ipn.mx](mailto:vmartinezg@ipn.mx); [cq\\_microbito27@hotmail.com](mailto:cq_microbito27@hotmail.com)

**Resumen**

El objetivo de este trabajo fue aislar y seleccionar las cepas bacterianas más eficientes en fijar nitrógeno atmosférico (N<sub>2</sub>) *in vitro* mediante la cuantificación de nitrógeno amoniacal. Se aislaron un total de 77 colonias bacterianas como fijadoras asimbióticas de nitrógeno (BFaN) sobre el medio de cultivo selectivo NFb a partir de la rizósfera de *Juniperus flaccida* Schltdl. en la región Mixteca Alta Oaxaqueña (México). Se preseleccionaron y purificaron 25 colonias de BFaN con base en sus características morfológicas definidas. Las poblaciones bacterianas se cuantificaron mediante el número de UFC g<sup>-1</sup> de suelo por la técnica de dilución y conteo en placa y se identificaron fenotípicamente mediante la observación macroscópica y microscópica con tinción de Gram. Adicionalmente se determinó la capacidad diazotrófica de las bacterias preseleccionadas a través de la producción *in vitro* del ión amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), la cuantificación se llevó a cabo por el método colorimétrico del fenol-hipoclorito. La población de BFaN varió de 3.00E+03 a 6.00E+05 UFC g<sup>-1</sup> de suelo. Todas las bacterias preseleccionadas tuvieron la capacidad diazotrófica para convertir el N<sub>2</sub> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, 11 de los 25 aislados produjeron concentraciones de 0.933 hasta 4.471 µg ml<sup>-1</sup> de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, las cepas más eficientes fueron BFaN1b, BFaN1e, BFaN2a, BFaN2c y BFaN2d. Estos resultados confirman la capacidad fijadora asimbiótica de nitrógeno de algunas cepas bacterianas aisladas de la rizósfera de *J. flaccida* medida indirectamente a través de la cuantificación del ión NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

**Palabras clave:** capacidad diazotrófica, nitrógeno, Región Mixteca

**Abstract**

The aim of this study was to isolate and select the most efficient bacterial strains to fix atmospheric nitrogen (N<sub>2</sub>) *in vitro* through the quantification of ammoniacal nitrogen. A total of 77 asymbiotic nitrogen-fixing (BFaN) bacterial colonies were isolated on the selective culture medium NFb from the rhizosphere of *Juniperus flaccida* Schltdl. in the Mixteca Alta Region, Oaxaca (Mexico). 25 colonies of BFaN were preselected and purified based on their defined morphological characteristics. The bacterial populations were quantified using the number of CFU g<sup>-1</sup> of soil by dilution and plate count technique and were phenotypically identified by macroscopic and microscopic observation with Gram stain. Additionally, the diazotrophic capacity of the preselected bacteria was determined through the *in vitro*



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

quantification of the ammonium ion ( $\text{NH}_4^+$ ) by the colorimetric method of phenol-hypochlorite. The population of BFaN ranged from  $3.00\text{E}+03$  to  $6.00\text{E}+05$  CFU  $\text{g}^{-1}$  of soil. All preselected bacteria had the diazotrophic ability to convert  $\text{N}_2$  to  $\text{NH}_4^+$ , 11 of the 25 isolates produced concentrations of 0.933 until  $4336 \mu\text{g ml}^{-1}$  of  $\text{NH}_4^+$ , the most efficient strains were BFaN1b, BFaN1e, BFaN2a, BFaN2c and BFaN2d. These results confirm the nitrogen-fixing capacity of some bacterial strains isolated from the rhizosphere of *J. flaccida* measured indirectly through the quantification of the  $\text{NH}_4^+$  ion.

Keywords: diazotrophic capacity, nitrogen, Mixteca region.

### Introducción

El nitrógeno (N) es un nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las plantas, forma parte de macromoléculas como clorofila, aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos (Lupi et al., 2013), de tal manera que la productividad de cualquier ecosistema y agroecosistema está relacionada con la disponibilidad de este elemento (Jones et al., 2014). La fijación biológica de nitrógeno (FBN) es uno de los procesos más importantes que provee la mayor fuente externa de N para los diferentes ecosistemas, lo que constituye una opción importante para la recuperación de la fertilidad del suelo (Figueiredo et al., 2013). Los microorganismos que llevan a cabo este proceso son un grupo limitado de bacterias simbióticas y de vida libre denominadas diazotróficas que tienen la capacidad de reducir y transformar el nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ) a amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) forma asimilable para las plantas (Bano y Iqbal, 2016). Algunas bacterias diazotróficas pueden promover el crecimiento de plantas mediante la síntesis y la liberación de algunas sustancias promotoras del crecimiento vegetal como fitohormonas (Hernández-Rodríguez et al., 2014). La abundancia de la población diazotrófica de vida libre en el suelo puede ser alterada por una serie de factores que incluyen las condiciones fisicoquímicas del suelo, el contenido de materia orgánica, humedad y pH (Arguello-Navarro et al., 2016).

La región de la Mixteca, es una de las más degradada del país, históricamente ha sido sometida a una alta intensidad de disturbios antropogénicos, la mayor parte de sus suelos están severamente erosionados, presenta los mayores problemas de deforestación y escasez de agua, es catalogada como "área de desastre ecológico", sus suelos son pobres en nutrientes, especialmente en N, P y materia orgánica (Ramírez-López et al., 2011).

*J. flaccida* es conífera arbórea maderable considerada prestadora de servicios ambientales por su resistencia al clima y a la degradación de suelo (Martínez-Pérez et al., 2006). A pesar de la importancia de las comunidades diazotróficas de vida libre, nuestro conocimiento acerca de su abundancia y diversidad asociada a *J. flaccida* en suelos de la región Mixteca es limitada. Por ello el objetivo de este estudio fue aislar y seleccionar los aislados bacterianos diazotróficos más eficientes en fijar  $\text{N}_2$  *in vitro* mediante la cuantificación de nitrógeno amoniacal a partir de la rizósfera de *J. flaccida* como opción para el desarrollo de una alternativa sostenible orientada a mejorar la fertilidad de los suelos erosionados en la región Mixteca.

### Materiales y Métodos

#### Muestreo.

Para corroborar la identidad taxonómica de la especie muestreada. Se colectó el material biológico que incluyó 15 ejemplares de *J. flaccida* provenientes del

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

sitio de muestreo. Todos los especímenes recolectados se fumigaron y se secaron a una temperatura de 35 a 37 °C, durante 5 días posteriormente se etiquetaron y guardaron en cajas de cartón con sus respectivos datos de campo, posteriormente fueron depositados en el herbario OAX-FL0-129-0402 del CIIDIR-IPN Unidad-Oaxaca. La colecta de suelo rizosférico se realizó en julio de 2016 en un bosque fragmentado con vegetación nativa de *Pinus* sp., *Quercus* sp. y *J. flaccida* localizado en el municipio de Santiago Yolomécatl, Distrito de Teposcolula, en la región de la Mixteca Alta Oaxaqueña, México (17° 26' y 17° 32' N, 97° 31' y 97° 38' O). Se seleccionaron dos sitios con diferente altitud: 2,194 m y 2,130 m. En cada sitio se delimitó una parcela con una superficie aproximada de 0.4 ha con árboles de *J. flaccida*. En cada punto de muestreo se extrajeron cuatro submuestras a una profundidad de 0-30 cm en zonas próximas a las raíces, incluyendo fragmentos de éstas. Se colectaron un total de 40 submuestras de suelo rizosférico de *J. flaccida*, las cuales se mezclaron y se homogenizaron hasta obtener 10 muestras compuestas. Las muestras se almacenaron a una temperatura de 4°C hasta su procesamiento.

### Aislamiento

El aislamiento de bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno (BFaN) se realizó mediante la técnica de dilución en serie y siembra en agar específico para bacterias fijadoras de N (NFb) (Argüello-Navarro et al., 2016). Se identificaron visualmente las colonias bacterianas de cada aislado desarrollado en el medio específico NFb y se preseleccionaron las colonias que mostraron mejor apariencia morfológica. El recuento de BFaN en el medio se reportó en unidades formadoras de colonia por gramo de suelo (UFC g<sup>-1</sup>).

La confirmación cualitativa de las BFaN se realizó por medio de una reacción colorimétrica en un medio semisólido libre de N con azul de bromotimol después de cinco días de incubación en aerobiosis a 30 °C. Una vez confirmada la prueba se realizaron pases celulares de cada colonia por la técnica de estría cruzada en medio NFb hasta de obtener colonias bacterianas puras.

### Cuantificación del ion amonio producido por las BFaN.

La determinación *in vitro* de la capacidad fijadora de N de las bacterias preseleccionadas se realizó con la técnica colorimétrica del fenol-hipoclorito (Lara-Mantilla et al., 2011). El procedimiento consistió en inocular 1000 µl de suspensión por cada aislado de BFaN en un medio líquido de suelo al 10%, los cuales se incubaron a 28°C durante 72 h en agitación constante a 150 opm. Posteriormente, se añadieron 25 ml de KCl 2M a las muestras y se centrifugaron durante 10 min a 6000 rpm. Se extrajo el sobrenadante y se colocó en un tubo de ensayo donde se añadió la solución alcohólica de fenol al 10%, nitroprusiato de sodio al 0.5% y la solución oxidante a base de hidróxido de sodio (NaOH) y sal de sodio del ácido dicloroisocianamina (Cl<sub>2</sub>Na(NCO)<sub>3</sub>·2H<sub>2</sub>O), las muestras se colocaron en la oscuridad y dejaron en reposo durante 1 h. Una vez transcurrido este tiempo se midió la absorbancia a 690 nm en un espectrofotómetro UV-Vis. Se utilizó un control negativo sin inocular y como control positivo se utilizó una cepa de *Pseudomonas putida* (KTT2440).

### Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico R y R commander para Windows versión 3.2.5. Para verificar el supuesto de normalidad y la homogeneidad se utilizó el test de

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Levene. Las comparación de medias se hizo con la prueba de *Student-Newman-Keuls* (SNK),  $p < 0.05$ .

### Resultados y Discusión

#### Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno aisladas de la rizósfera de *Juniperus flaccida*

Se obtuvo un total de 77 aislamientos de BFaN sobre el medio de cultivo NFb. Se preseleccionaron 25 colonias de BFaN que cumplieron con algunas de las características morfológicas sugeridas por Pathania et al., (2014).

Los aislamientos de BFaN se obtuvieron después de cinco días de incubación a 30°C en agar NFb. Las 25 colonias preseleccionadas se aislaron en agar nutritivo y purificaron en el mismo medio. La evaluación de la población de BFaN aisladas de *J. flaccida* se realizó cuantificando el número de UFC g<sup>-1</sup> de suelo de acuerdo con la técnica de dilución y conteo en placa. Los aislados de BFaN presentaron poblaciones exponenciales promedio entre 10<sup>3</sup> y de 10<sup>5</sup> UFC g<sup>-1</sup> de suelo en el medio NFb, el promedio del diámetro de las colonias aisladas fluctuó de 2 a 5mm (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción promedio ( $\bar{X}$ ) de la población bacteriana (UFC g<sup>-1</sup>) aisladas por muestra y el diámetro promedio de las colonias.

Muestra Compuesta	$\bar{X}$ Colonias de BFaN aisladas por muestra	$\bar{X}$ Colonia (mm)	$\bar{X}$ UFC g <sup>-1</sup>
1	7	2	6.00E+05
2	4	3	4.00E+04
3	14	3	4.00E+04
4	2	3	3.00E+03
5	5	4	3.00E+03
6	6	5	5.00E+04
7	8	4	5.00E+03
8	7	5	6.00E+04
9	14	5	3.00E+04
10	3	2	4.00E+04

La morfología macroscópica

predominante en las colonias preseleccionadas fue de formas circulares, bordes redondeados a ondulados, de superficie convexa. El tamaño de las colonias fluctuó de 2 a 5 mm. La mayoría de las colonias presentaron coloraciones blanquecinas y translúcidas. En algunos casos se observaron colonias de color crema en los aislados BFN1i, BFN1i y amarillo en las BFN2b y BFN2K. Algunas características fenotípicas de las BFaN reportadas en este estudio coinciden con ciertas características macroscópicas relacionadas al género *Azotobacter* sp. proporcionada Aycaya (2012) quienes reportaron la presencia de colonias con aspecto viscoso, elevación plana o convexa, superficie lisa o rugosa y bordes ondulados. Flores-Gallegos et al. (2012) reportó que las colonias de color crema con capacidad fijadoras de N son características del genero *Azotobacter*, Similarmente Pathania et al. (2014) encontraron cepas fijadoras de N con morfologías coloniales irregulares, de forma bacilar corta Gram negativa, con diferentes matices, de colonias blancas, amarillas, transparentes, mucosas y de aspecto brillante. Microscópicamente se observó que la mayoría de los aislados pertenecen a bacterias Gram negativas, 56% fueron bacilos delgados y largos, 32% cocos y 12% coco-bacilos. Solo 4% de los aislados estuvo representado por bacterias Gram positivas. Existen varios géneros bacterianos Gram positivos reportados como fijadoras de N, aunque hay un predominio de bacterias Gram negativas en su mayoría bacterias de vida libre aisladas en diferentes ambientes (Pathania et al., 2014)

Todos los aislados preseleccionados resultaron positivos a la prueba de confirmación de fijación de N en el medio NFb, en la mayoría de los aislados se observó la presencia de una biopelícula blanquecina subsuperficial típica de un

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

comportamiento microaerófilo, se presentó un viraje del color en el medio de verde hacia azul y en algunos casos a amarillo debido a la alcalinización causada por la oxidación del malato (Ramírez-Bazán y Ugaz-Hoyos, 2015).

### Cuantificación del ion amonio

La cuantificación de la capacidad fijadora de N de las poblaciones aisladas se midió indirectamente a través de la cuantificación del ion  $\text{NH}_4^+$ . Se presentó un aumento y un descenso de pH en el medio NFb después de 5 días de incubación a 30 °C con las BFaN. El pH fluctuó de 6.9 a 7.7, ninguna de los aislados logró producir un cambio significativo en el pH del medio con respecto al control positivo. La cuantificación *in vitro* del ion  $\text{NH}_4^+$  se basó en la formación de un compuesto de color azul intenso que se observó en las muestras analizadas. El contenido de amonio en el medio osciló entre 0.113  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ ml}^{-1}$  a 4.47  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ ml}^{-1}$  (Figura 1), en algunos casos superando ampliamente los valores de 0.26 y 1.64  $\mu\text{g N-NH}_4^+ \text{ ml}^{-1}$  registrados por Escobar y Horna (2011) por cuatro cepas nativas de *Azotobacter* sp.

De los 25 aislados preseleccionados solo 40% de mostró diferencias significativas en la cuantificación del ión  $\text{NH}_4^+$  con respecto al control, las más eficientes fueron los aislados BFN1b, BFN1e, BFN2a, BFN2c y BFN2d.

Estos resultados confirman la capacidad diazotrófica de todas los aislados bacterianas preseleccionadas para convertir el  $\text{N}_2$  no disponible a  $\text{NH}_4^+$ , ya que el medio NFb no dispone de otra fuente de N para su crecimiento, sino solo del N del aire presente contenido durante la incubación aeróbica, según lo reportado por Lara et al. (2007). Aunque diversos trabajos reportan la evaluación de la capacidad fijadora de N de las bacterias por la actividad enzimática de la

nitrogenasa por el método de cromatografía de gases, los resultados obtenidos demuestran que el método utilizado en este estudio puede ser de gran utilidad para la cuantificación de ion  $\text{NH}_4^+$  para estimar la actividad de la nitrogenasa.

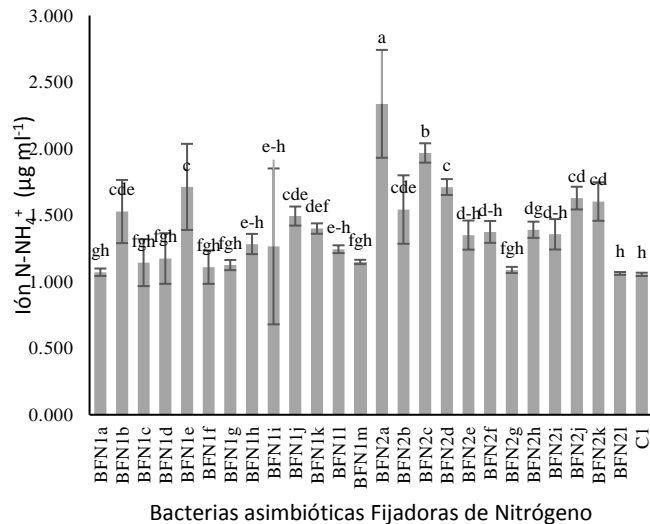


Figura 1. Cuantificación del ion  $\text{NH}_4^+$  producida por BFaN aisladas de la rizósfera de *Juniperus flaccida*, C1; control positivo (*Pseudomonas putida* KTT2440). Las letras indica una diferencia estadísticamente significativa entre las BFN y C con un valor de ( $p < 0.05$ ).

### Conclusiones

La población de BFaN varió de  $3.00\text{E}+03$  a  $6.00\text{E}+05$  UFC  $\text{g}^{-1}$  de suelo. Se obtuvo un total de 77 aislamientos de BFaN, de éstos se preseleccionaron 25 colonias de BFaN con base en sus características morfológicas definidas. Todas las bacterias preseleccionadas tuvieron la capacidad diazotrófica para convertir el  $\text{N}_2$  en  $\text{NH}_4^+$ , aunque los aislados más eficientes fueron BFaN1b, BFaN1e, BFaN2a, BFaN2c y BFaN2d. Estos resultados confirman la capacidad fijadora asimbiótica de nitrógeno de algunos aislados bacterianos asociados a la rizósfera de *J. flaccida* estimada indirectamente a través de la cuantificación del ión  $\text{NH}_4^+$ .

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### Agradecimientos

Al Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR) Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional, que a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado (proyecto SIP 20160846) brindó el apoyo financiero necesario para realizar esta investigación.

### Literatura citada

Arguello-Navarro, A.Z., N. Madiedo-Soler & L.Y. Moreno-Rozo. 2016 Cuantificación de bacterias diazóticas aisladas de suelos cacaoteros (*Theobroma cacao* L.), por la técnica de Número Más Probable (NMP). *Rev. Colomb Biote.* 18(2), 40-47.

Aycaya, G. 2012. *Influencia de la biofertilización con Azotobacter chroococcum en la producción y calidad de cebolla rosada (Allium cepa L) en el valle de Locumba.* Trabajo de pregrado. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna. Tacna, Peru.

Bano, S.A. & S.M. 2016. Iqbal Biological Nitrogen Fixation to improve Plant Growth and Productivity. *IJAIR.* (4)4, 2319-1473.

Escobar, C. & Y. Horna. 2011. *Caracterización de cepas nativas de Azotobacter spp. y su potencial como promotoras del desarrollo vegetativo de "tomate" (Lycopersicon esculentum Mill.).* Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Figueiredo, M.V.B., A.C.E.S. Mergulhão, J. Kuklinsky-Sobral, M.A. Lira Junior & A.S.F. Araujo. 2013. Biological nitrogen fixation: importance, associated diversity, and estimates. In: *Plant microbe symbiosis: fundamentals and advances.*

Arora N.K. Springer, New Delhi.

Flores-Gallegos, C., J.C. Contreras-Esquevel, M.H. Reyes-Valdés & R. Rodríguez-Herrera. 2012. Aislamiento e identificación de cepas nativas del suelo mexicano del género *Azotobacter*. *Revista científica de la Universidad Autónoma de Coahuila.* 4(6), 32-41.

Hernández-Rodríguez, A., N. Rives-Rodríguez, Y. Acebo-Guerrero, A. Díaz-de la Osa, M. Heydrich-Pérez & V.L. Divan Baldani. 2014. Potencialidades de las bacterias diazotóficas asociativas en la promoción del crecimiento vegetal y el control de *Pyricularia oryzae* (Sacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Rev. Protección Veg.* 29(1),

Jones, L., A. Provins, M. Holland, G. Mills, G., F. Hayes & B. Emmett. 2014. A review and application of the evidence for nitrogen impacts on ecosystem services. *Ecosyst Serv.* 7, 76-88.

Lara, C., M. Villalba & L. Oviedo. 2007. Bacterias fijadoras asimbióticas de nitrógeno en la zona agrícola de San Carlos. *Rev. Colomb. Biotecnol.* 9(2), 6-14.

Lara-Mantilla, C., L.E. Oviedo-Zumaqué & C.A. Betancur-Hurtado. 2011. Bacterias nativas con potencial en la producción de ácido indolacético para mejorar los pastos. *Zootecnia Tropical.* 29(2), 187-194.

Lupi, C., H. Morin, A. Deslauriers, S. & Rossi, D. Houle. 2013. Role of soil nitrogen for the conifers of the boreal forest: a critical review. *Int. J. Plant Soil Sci.* 2, 155-189.

Martínez-Pérez, G., A. Orozco-Segovia & C. Martorell. 2006. Efectividad de algunos tratamientos pre-germinativos para ocho especies de la mixteca alta oaxaqueña con



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

características relevantes para la restauración. Bol. Soc. Bot. México. 79, 9-20.

Pathania, N., S.K. Gosal, G.S. Saroa & Y. Vikal, 2014. Molecular characterization of diazotrophic bacteria isolated from rhizosphere of wheat cropping system from central plain region of Punjab. Afr. J. Microbiol. Res. 8(9), 862-871.

Peña, H.B. & I. Reyes. 2007. Aislamiento y evaluación de bacterias fijadoras de nitrógeno y disolventes de fosfatos en la promoción del crecimiento de la lechuga (*Lactuca sativa* L.). Interciencia, 32(8), 560-565.

Ramírez-Bazán, L.G. & J.F.S. Ugaz-Hoyos. 2015. *Bacterias rizosféricas fijadoras de nitrógeno en Oryza sativa L. "arroz"*. Tesis de grado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Ramírez-López, A., H. Navarro-Garza, A. Pérez Olvera & V.M. Cetina Alcalá. 2011. Experiencia organizativa para la reforestación con *Pinus oaxacana* Mirov. en suelos degradados de la Mixteca oaxaqueña. *Rev. Mex. Cien. For.* 2(7), 57-70.

## ECOTURISMO COMUNITARIO COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO RURAL SOLIDARIO: EL CASO DE ECOTUR – YAHUICHE

Martínez Ruiz Ofelia<sup>1</sup>, Gómez Hernández Laura<sup>2</sup>, González Pérez Graciela Eugenia<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Alumna del Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca. <sup>2,3</sup> Docentes del Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca  
Correo del autor para correspondencia: [mtzrofelia@gmail.com](mailto:mtzrofelia@gmail.com)

### Resumen

En el presente documento, se analiza la importancia socioeconómica y cultural del ecoturismo comunitario de Santa María Yahuiche, mediante el análisis de información documental, observación participante y entrevistas semi-estructuradas. El turismo es uno de los principales sectores económicos a nivel Nacional e internacional. La Organización Mundial de Turismo señala que a nivel mundial es la tercera actividad económica más importante, solo superada por la industria petrolera y la automotriz. El Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca y la CDI enfatizan al ecoturismo como una herramienta de desarrollo regional, que contribuye a la búsqueda de beneficios económicos, al aprovechamiento y cuidado del patrimonio natural y cultural. La Sierra Norte de Oaxaca, representa uno de los atractivos ecoturísticos más importante del Estado. La organización comunitaria de los Pueblos Mancomunados y la Red de Ecoturismo de la Sierra Juárez, son un ejemplo de articulación exitosa de comunidades rurales indígenas. El ecoturismo comunitario de Santa María Yahuiche se desarrolla en un marco de comunidad y economía solidaria. La importancia del emprendimiento radica en dar a conocer su riqueza natural y cultural. De acuerdo a la metodología aplicada, los resultados muestran que la dinámica de prestación del servicio ecoturístico se desarrolla en un marco de sentido comunitario y gobernanza local. Se proporciona un servicio en contacto con la naturaleza en un margen de respeto y tradiciones culturales locales, sin embargo, es necesario conjugar la dinámica en que han venido desarrollando el ecoturismo con la innovación de procesos de fortalecimiento organizacional.

**Palabras Clave:** Economía solidaria, Gobernanza, Innovación turística, Organización interna.

### Abstract

This document analyzes the socioeconomic and cultural importance of the ecotourism community of Santa María Yahuiche, through the analysis of documentary information, participative observation and semi-structured interviews. Tourism is one of the main economic sectors at national and international level. The World Tourism Organization points out that a global level is the third most important economic activity, only surpassed by the oil industry and the automotive industry. The State Development Plan of Oaxaca and the CDI emphasize ecotourism as a tool for regional development, which contributes to the pursuit of economic benefits, to the use and care of the natural and cultural heritage. The Northern Sierra of Oaxaca, is one of the most important ecotourism attractions of the State. The

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

community organization of the Peoples Joint and the Ecotourism Network of the Sierra Juárez, an example of successful articulation of the indigenous rural communities. The community ecotourism of Santa María Yahuiche is developed within a framework of commonality and solidarity economy. The importance of entrepreneurship lies in making known their natural and cultural wealth. According to the applied methodology, the results show that the dynamics of the ecotourism service is developed within a framework of community sense and local governance. It provides a service in contact with nature in a margin of respect and local cultural traditions, however, it is necessary to combine the dynamics in which they have been developing ecotourism with the innovation of organizational strengthening processes.

**Keywords:** Solidarity economy, Governance, Tourism innovation, Internal organization.

### Introducción

La Organización Mundial de Turismo señala que a nivel mundial el turismo es la tercera actividad económica más importante en la generación de divisas, solo superada por la industria petrolera y la automotriz. En abril de 2015, México estaba posicionado en el décimo lugar por llegadas de turistas internacionales y en el lugar veintidós por captación de divisas. En el año 2014 recibió un total de 29.1 millones de visitantes, que generaron una derrama económica estimada en 16.3 miles de millones de dólares. El turismo en México aporta hasta 8.7 por ciento del producto interno bruto (Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio, Servicios y Turismo, 2016).

Derivado del creciente interés del sector turístico por destinos que ofrezcan actividades relacionadas con el contacto con la naturaleza, la Secretaría de Turismo de México, (2006) ha definido al Turismo de Naturaleza como:

Los viajes que tienen como fin, realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y con las expresiones culturales que le envuelven con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales.

Y lo ha dividido en tres segmentos, cada uno orientado en el tipo de interés y

actividades que el turista busca: turismo de aventura, turismo rural y ecoturismo.

Oaxaca, localizado en el sureste de México, cuenta con una biodiversidad, riquezas culturales y los más distintos y bellos escenarios naturales (López, 2014). En este sentido se genera una oportunidad para el establecimiento de centros de ecoturismo que permitan desarrollar servicios de hospedaje y alimentación que satisfagan la demanda (López, 2014).

En la zona de la sierra norte de Oaxaca, se ubica la mayor concentración de centros ecoturísticos del estado, comprende cinco municipios: Ecoturixtlán, en Ixtlán de Juárez; Capulalpam de Méndez, en el municipio del mismo nombre; Amatlán, Cuajimoloyas y Llano Grande, correspondientes a San Miguel Amatlán; El Punto y Nexicho, en Santa Catarina Ixtepeji; Latuvi, Lachatao, Benito Juárez y La Nevería, en Santa Catarina Lachatao (Rosas y Correa, 2016).

Dicha zona adquiere mayor trascendencia al ser considerada como una región prioritaria para proyectos de conservación por la presencia de gran variedad de aves y bosques mesófilos mejor conservados de México (Fuente y Ramos, 2013).

### Santa María Yahuiche

En el municipio de Ixtlán de Juárez, región Sierra Norte del estado de Oaxaca, se

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

ubica la localidad de Santa María Yahuiche, aproximadamente a 52 km de la ciudad de Oaxaca. De acuerdo al Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), Santa María Yahuiche tiene 167 personas, 74 son hombres y 93 mujeres. En esta localidad, el proyecto ecoturístico comunitario denominado Ecotur Yahuiche S.P.R. de R.I., constituido en febrero de 2014, se encuentra en fase de desarrollo, ofrece al visitante recorridos por senderos y miradores naturales.

Para la consolidación de este emprendimiento es necesario conjugar la dinámica en que ha venido desarrollando sus actividades ecoturísticas con la innovación de procesos de fortalecimiento organizacional, que se refiere al desarrollo de capacidades de los integrantes del emprendimiento, para desempeñar sus actividades empresariales de manera eficiente. Sin embargo para lograr este fortalecimiento organizacional, es necesario primeramente analizar su organización actual y la importancia socioeconómica y cultural de esta actividad en Santa María Yahuiche.

Ruiz, (2002) expresa que la existencia de empresas comunitarias formales en ámbitos regionales como la Sierra Norte de Oaxaca son un ejemplo de apropiación de sus bosques, agua y sus recursos turísticos y refleja una forma de empoderamiento y de contribución al desarrollo económico y social comunitario.

Dentro de las estrategias del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018 se considera que el sector ecoturístico es una alternativa para la sustentabilidad y beneficio social, lo anterior sólo puede lograrse con el involucramiento activo de todos; con la participación de los gobiernos y de las comunidades.

También el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca (2016), considera al ecoturismo

como oferta para el desarrollo de la región de la Sierra Norte de Oaxaca.

### Ecoturismo comunitario

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (2001) señala, el ecoturismo comunitario es un tipo de actividad en el que la comunidad local participa en su desarrollo y manejo, pues tiene un control sustancial sobre las actividades turísticas y una importante proporción de los beneficios se quedan en la comunidad. En este sentido, se trata de un turismo alternativo, con posibilidades de generar beneficios económicos y sociales en el nivel local, (Vanegas, 2006).

### Economía solidaria

Barkin y Lemus, (2011) mencionan que el ecoturismo es considerado un proyecto social en el que se puede aplicar el modelo de economía solidaria.

La economía solidaria persigue el bienestar de un grupo o sociedad, y se refleja en emprendimientos socioeconómicos que se desarrollan mediante la asociación de sus participantes en busca del beneficio colectivo y se basa en principios como la autonomía, solidaridad, participación democrática y la gestión sustentable de los recursos naturales, que coloca a las personas por encima de maximizar las utilidades, pues manifiesta la solidaridad con los seres humanos, con la naturaleza y con la cultura (Collin, 2008).

### Comunalidad y gobernanza

De acuerdo a lo expresado por Maldonado (2002), la comunalidad es la forma con la que se pronuncia la vida social de una comunidad, esta ideología, actualmente la portan diversas comunidades rurales que se rigen por los bienes comunales, sistemas de cargo, asamblea y tequio. Al respecto, Martínez (2010), lo describe de la siguiente manera: *“somos comunalidad, lo opuesto a la individualidad, somos territorio comunal, no propiedad privada;*

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

*somos compartencia, no competencia; somos politeísmo, no monoteísmo. Somos intercambio, no negocio; diversidad, no igualdad, aunque a nombre de la igualdad también se nos oprima. Somos interdependientes, no libres. Tenemos autoridades, no monarcas.”*

A la manera en que estas localidades establecen acuerdos y toman decisiones se denomina gobernanza. Esta forma es caracterizada por un involucramiento de la ciudadanía en la toma de decisiones, que supone corresponsabilidad y transparencia en la rendición de cuentas, a fin de generar confianza en la resolución de las necesidades colectivas (Gasca, 2014).

### Racionalidad liberadora

La racionalidad se refiere a las creencias e ideas, que permiten vivir a cada persona en sociedad de una manera determinada. Por ejemplo, justifica el modo en que se vive, produce, come, gobierna, piensa y se relaciona con las demás personas y con la naturaleza (López y Marañón, 2013).

Entre las distintas racionalidades existentes, se encuentra la racionalidad liberadora, que busca que la vida social se haga en solidaridad, en justicia, en respeto entre las personas y la naturaleza y se fortalece cuando:

- Los ingresos monetarios, en vez de tomarlos como fines en sí, se consideran medios para elevar las condiciones de vida familiar.
- La producción o servicio se organiza mediante relaciones de reciprocidad, que deja de considerar la naturaleza como un objeto que se puede explotar de forma ilimitada.
- Se producen y reproducen valores como la amistad y la confianza (López y Marañón, 2013).

### Desarrollo rural

De acuerdo a Mayorga, (2013) el desarrollo rural implica actividades agropecuarias, pero aparte de éstas, para

que el desarrollo sea integral, debe cubrir distintos aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales; debe fomentar la participación de los diferentes grupos de personas jóvenes, mujeres, niños y de la tercera edad; debe propiciar la integración de organizaciones y debe buscar la conservación y el buen manejo de los recursos naturales.

El PND (2013-2018), enfatiza acciones que contribuyen al aspecto económico, ambiental y social como son:

- La organización empresarial- cooperativa
- La orientación hacia servicios de calidad.
- Fomento uso de tecnologías amigables con el medio ambiente.
- Promoción de proyectos ecoturísticos y servicios ambientales.
- Desarrollo organizativo y del capital social.

El objetivo principal de esta investigación es analizar la importancia socioeconómica y cultural del ecoturismo comunitario de Ecotur Yahuiche, localizado en Santa María Yahuiche, Ixtlán de Juárez, perteneciente a la sierra norte del estado de Oaxaca.

Para conseguir este objetivo, este artículo se estructura tras esta introducción, en un segundo apartado donde se describen los materiales y métodos. En un tercer apartado se describen los resultados y discusión. Posteriormente las conclusiones y por último se muestra la literatura citada.

### Materiales y Métodos

Se seleccionó Ecotur Yahuiche S.P.R. de R.I., con el fin de analizar la importancia socioeconómica y cultural del ecoturismo comunitario de la mencionada localidad. Se partió de un marco teórico analítico que combinó aspectos de racionalidad, comunidad y gobernanza, economía solidaria y desarrollo rural resaltando los siguientes aspectos: a) Origen y motivos



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

del ecoturismo en Santa María Yahuiche; b) Organización administrativa de Ecotur Yahuiche regida bajo la gobernanza comunitaria.

Los instrumentos metodológicos que se utilizaron en el diseño y la recopilación de la información fueron: a) Observación participante efectuada. b) entrevistas semi-estructuradas realizadas al comité ecoturístico. c) análisis de información documental. La información se complementó con datos socioeconómicos provenientes del sitio microrregiones de la Secretaría de Desarrollo Social.

### Resultados y Discusión

#### Importancia socioeconómica y cultural

En Santa María Yahuiche, la idea de un emprendimiento ecoturístico, surgió aproximadamente en el año 2012. Después de varias pláticas entre el comisariado de bienes comunales y un profesor investigador de la Universidad de la Sierra Juárez, reconocieron que podrían desarrollar un proyecto de ecoturismo con los recursos naturales con que contaban.

Una de las finalidades principales era generar fuentes de empleo para los habitantes de Santa María, para evitar la migración aprovechar y conservar el recurso natural y brindar al visitante vivencias únicas en los recorridos culturales, de naturaleza y de observación de aves.

Sin embargo, se animaron y recuperaron las veredas, que en gran parte del campo existían. Así también remodelaron un edificio de la comunidad para desempeñar la función de hotel tradicional comunitario, con apoyo de la CDI y de los habitantes de la comunidad con tequios y también con ayuda de algunos ciudadanos que radican en otros estados.

En febrero del año 2014 se constituyeron legalmente bajo la denominación “Ecotur Yahuiche S.P.R. de R.I.”, ya que por el tipo de actividades que desempeña se les proporciona facilidades fiscales.

Actualmente Ecotur Yahuiche pertenece a la Red de Ecoturismo de la Sierra Juárez, es una de las comunidades que sin tener gran infraestructura turística ofrece al visitante recorridos por senderos y miradores naturales, como son: el sendero la voladora y sendero del agua, durante los cuales se podrá apreciar la flora y fauna del lugar. El recorrido cultural es dentro de la comunidad, donde se conocerá su origen, cultura y tradiciones, así como la elaboración del pan tradicional en hornos de leña.

Así mismo, se ofrece servicio de alojamiento en el Hospedaje Tradicional Comunitario “Los Fresnos”.

Actualmente el objetivo de Ecotur Yahuiche se cumple, genera 2 empleos fijos de profesionistas jóvenes de la comunidad. Al mismo tiempo fomenta la participación familiar de los habitantes de la localidad a las actividades sustantivas en la prestación de servicios de alimentación, floricultura, orquicultura, fruticultura y panadería tradicional en hornos de leña. Evitando así la migración y fomentando la integración familiar y comunitaria.

La relevancia socioeconómica, además de lo anterior radica en que los beneficios económicos son recibidos y distribuidos entre los habitantes de la comunidad. No contribuyen al enriquecimiento individual, si no a una distribución colectiva de los beneficios económicos.

La importancia cultural de Ecotur Yahuiche radica en compartir mediante su recorrido cultural, la historia contada desde sus abuelos, la recuperación de lugares que identifican sus orígenes, compartir elementos como el significado de la fiesta y el templo que data del siglo XVII.

#### Organización de Ecotur Yahuiche

De acuerdo a la investigación denominada “El ecoturismo de Sierra Norte, Oaxaca desde la comunalidad y la economía solidaria” realizada por Rosas y Correa

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

(2016), muestra que los centros ecoturísticos de la Sierra Norte han interactuado desde las perspectivas de la comunalidad y la economía solidaria ya que funcionan sin excepción bajo el control de la comunidad a través de la asamblea comunitaria, que es el espacio donde se deciden entre otros asuntos los puestos de los comités de ecoturismo.

La administración de Ecotur Yahuiche está dirigida por un comité de ecoturismo, designado por la asamblea comunitaria, mediante la asignación de cargos a 5 personas: un presidente, un secretario, un tesorero y 2 vocales, quienes son los contactos para brindar información y tener el control de visitas, responsables de atender a los visitantes que llegan a la comunidad. El comité está conformado por hombres y mujeres, se respeta la equidad, dicho comité se apoya de dos guías de la comunidad para los recorridos. El cargo del comité dura por un periodo de tres años, durante ese período deben desarrollar funciones relacionadas con la gestión, vigilancia y administración de los procesos y recursos de la empresa comunitaria. Generalmente cada 2 meses rinden cuentas a la asamblea, o cuando hay algún asunto de carácter urgente convocan a asamblea extraordinaria.

Por otra parte, mediante gobernanza local los integrantes del comité ecoturístico prestan servicio gratuito.

### Conclusiones

Con base a lo expuesto anteriormente se puede decir, que el ecoturismo en Santa María Yahuiche propicia un desarrollo rural, impulsado por un desarrollo empresarial; fomenta el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente e impulsa procesos de aprendizaje entre los integrantes del comité ecoturístico.

Esta actividad contribuye al desarrollo económico local, pero sin considerar las utilidades como un fin, sino como medio que promueve la organización comunitaria

y el aprovechamiento y cuidado del patrimonio natural y cultural.

La dinámica de prestación del servicio ecoturístico está vinculada a tener opciones de empleo, a concientizarse del valor de sus recursos ambientales y culturales.

La creación de Ecotur Yahuiche como actividad ecoturística ante la asamblea y la prestación de servicios mediante cargos sin remuneración son parte de la gobernanza presente en este lugar. El tequio es ejemplo de la reciprocidad, como valor de la economía solidaria.

Se proporciona un servicio en contacto con la naturaleza en un margen de respeto y tradiciones culturales locales. La participación de la comunidad en la creación del centro de ecoturismo es ejemplo de su autogestión comunitaria, así como la participación de la mujer en cargos del comité, es ejemplo de equidad.

### Literatura citada

Barkin, D. y Lemus, B. 2011. La Economía Ecológica y Solidaria: Una propuesta frente a nuestra crisis. *Revista sustentabilidades* 5, 1- 13.

Collin- Harguindeguy, L. 2008. La economía social y solidaria. *Pasos revista de turismo y patrimonio cultural* 135 1-12.

Denman, Richard. 2001. *Directrices para el desarrollo del turismo comunitario*. Fondo mundial para la Naturaleza.

Dirección de Turismo y Comercio Exterior (2016). Turismo. Boletín de Confederación de Cámaras Nacionales de Comercio Servicios y Turismo 94,1-59.

Fuente R.M. & R.M. Fernando. 2013. El ecoturismo comunitario en la Sierra Juárez Oaxaca, México: entre el patrimonio y la

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

- mercancía, *Otra Economía. Revista Latinoamericana de Economía Social y Solidaria*, 7(12), 66-79
- Gasca Zamora, J. 2014. Gobernanza y gestión comunitaria de recursos naturales en la Sierra Norte de Oaxaca. *Región y Sociedad* 26, 89-120.
- Gobierno del Estado de Oaxaca. 2011. *Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Oaxaca 2016-2022*. Oax., México, Gobierno del Estado de Oaxaca, 201 p.
- Gobierno de la República. 2013. *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Ciudad de México, México. Gobierno de la República, 122 p.
- López C. D. & M.P. Boris 2013. *Racionalidades y prácticas socioproductivas alternativas para el Buen Vivir*. (Primera edición). Navarro Editores: México.
- López M.R.D. 2014. *Diagnóstico de la Cadena de Valor Ecoturismo en las Regiones de Oaxaca*. Coordinación General del Comité Estatal de Planeación para el Desarrollo de Oaxaca (COPLADE)
- López P. G., G.Z. José & P.V. Bertha. 2016. El turismo comunitario en la Sierra Norte de Oaxaca: perspectiva desde las instituciones y la gobernanza en territorios indígenas. *El Periplo Sustentable*, 30, 6-37.
- Martínez L. J. 2010. *Eso que llaman comunalidad*. Colección diálogos Pueblos Originarios de Oaxaca. México. 188 p.
- Mayorga, C.V. 2013. *Propuesta de proyecto ecoturístico el picacho una alternativa de turismo sustentable y desarrollo rural*. Hueyoxitla, Estado de México, 2013. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Aragón., Universidad Nacional Autónoma de México.
- Maldonado Alvarado, B. 2002. *Autonomía y comunalidad india. Enfoques y propuestas desde Oaxaca*. México: Secretaría de Asuntos Indígenas del Gobierno del Estado, Coalición de Maestros y Promotores Indígenas de Oaxaca, Centro de Encuentros y Diálogos Interculturales.
- Rosas B.M. & C. H. David A. 2016. El ecoturismo de sierra norte, Oaxaca desde la comunalidad y la economía solidaria. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 13(4), 565-584.
- Ruiz Lavalle, P. 2002. Proyecto ecoturístico de los Pueblos Mancomunados, tendencias del turismo del futuro: la integración de redes de proyectos comunitarios. In *Turismo rural, agroturismo y ecoturismo, México*; Rafael Monroy y Hortencia Colín (ed.), Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Secretaría de desarrollo social (SEDESOL). Unidad de microrregiones. 2013. Santa María Yahuique. Ixtlan de Juarez. Oaxaca. México.
- Secretaría de turismo. Dirección de Desarrollo de Turismo Alternativo. 2006. *El turismo de naturaleza: retos y oportunidades, México noviembre de 2006*. México: SECTUR.
- Vanegas, G. M. 2006. *Ecoturismo instrumento de desarrollo sostenible*. Tesis de especialidad. Facultad Ingeniería. Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Especialización en Gestión Ambiental Medellín.

**EL NIÑO OSCILACIÓN DEL SUR Y LA OSCILACIÓN DECADAL DEL PACÍFICO: MODULADORES DE EVENTOS EXTREMOS HÚMEDOS Y SECOS EN EL MONZÓN DE AMÉRICA DEL NORTE**

Llanes Cárdenas, Omar<sup>1\*</sup>, Peinado Guevara H.J.<sup>2</sup>, Norzagaray Campos M.<sup>1</sup>, Estrella Gastelum R.D.<sup>1</sup>, Armenta Cabrera J.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (IPN, CIIDIR-Sinaloa). <sup>2</sup>Universidad Autónoma de Sinaloa, Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas (UAS-ECEA).

\*Autor para correspondencia: oma\_llanes@hotmail.com

**Resumen**

La irregularidad de las precipitaciones, ha tenido diversos efectos ambientales y socioeconómicos adversos en el Núcleo del Monzón de Norte América (NMNA). Se analizó la habilidad de cuatro Modelos Climáticos Regionales (MCR's) forzados por ERA-Interim: RegCM4 (Reg1 and Reg2), HadGEM3-RA, RCA3.5 y REMO, para capturar los monzones extremos húmedos y secos en NMNA, considerando los mecanismos oceánicos del pacífico: número e intensidad de huracanes, Oscilación Decadal del Pacífico (PDO), Índice de Oscilación del Sur (SOI), Índice Multivarido del ENSO (MEI) e Índice del Niño Oceánico (ONI). De las bases de datos en la red y para el período 1990-2008, se obtuvo: 1) promedio de las observaciones (obs mean); después de haber obtenido 4 conjuntos de datos de precipitación observados: UDel, CLICOM, GPCP y CRU, 2) del Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX)-de Norte América (NA), se obtuvieron cuatro MCR's forzados por ERA-Interim: RegCM4 (Reg1 y Reg2), HadGEM3-RA, RCA3.5 y REMO, 3) número e intensidad de los huracanes y 4) anomalías de PDO, SOI, MEI y ONI. Se seleccionaron dos monzones extremos: uno húmedo (1990) y otro seco (2005). A todos los datos, se les aplicó una prueba de normalidad de Shapiro Wilk. En conjunto, se calculó una correlación de Pearson y una prueba de hipótesis, con un nivel de confianza del 95 % ( $P < 0.05$ ) y 99 % ( $P < 0.01$ ) entre los modelos, ERA-Interim, las observaciones y los índices oceánicos. HadGEM3-RA y ERA-Interim, capturaron con mayor habilidad la precipitación en monzones húmedos y para el caso de la precipitación en los monzones secos, Reg1 y ERA-Interim presentaron la mayor habilidad. El monzón de 1990, presentó casi el doble de precipitación que el 2005. Esta anomalía húmeda, podría asociarse con la ocurrencia de 16 huracanes cerca del Golfo de California para 1990, pues para 2005, solo se presentaron 7 huracanes. SOI, fue el índice de menor incidencia sobre 1990, debido a que el mes de julio, registró una fase +SOI (la Niña), la cual se atribuyó a la menor ocurrencia de huracanes. Para predecir los monzones secos en NMNA, se deben considerar los resultados de las fases: +PDO (el Niño), +MEI (el Niño), +ONI (ausencia del Niño débil) y la ausencia total de huracanes. Cuando existen  $TSM < 28.5$  °C en el pacífico ecuatorial, las precipitaciones disminuyen significativamente en NMNA. Cuando se presentan fases +PDO (el Niño), REMO no presenta habilidad para capturar las precipitaciones.

Palabras Clave: Núcleo del Monzón de Norte América; Modelos Climáticos Regionales, ENOS.

## *Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca*

### **Abstract**

Irregular precipitations has had several adverse environmental and socioeconomic effects in the North American Monsoon Nucleus (NAM). The ability of four Regional Climatic Models (RCM's) forced by ERA-Interim: RegCM4 (Reg1 and Reg2), HadGEM3-RA, RCA3.5 and REMO, were analyzed to capture the humid and dry NAM dry monsoons, considering oceanic mechanisms of the Pacific: number and intensity of hurricanes, Pacific Decadal Oscillation (PDO), Southern Oscillation Index (SOI), ENSO Multivarido Index (MEI) and Ocean Child Index (ONI). From the databases in the network and for the period 1990-2008, we obtained: 1) mean of observations (obs mean); After obtaining 4 sets of observed precipitation data: UDel, CLICOM, GPCP and CRU, 2) from the Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment (CORDEX) -of North America (NA), four RCm's were obtained forced by ERA-Interim: RegCM4 (Reg1 and Reg2), HadGEM3-RA, RCA3.5 and REMO, 3) number and intensity of hurricanes and 4) anomalies of PDO, SOI, MEI and ONI. Two extreme monsoons were selected: one humid (1990) and one dry (2005). To all the data, they were applied a test of normality of Shapiro Wilk. Overall, a Pearson correlation and a hypothesis test were calculated, with a confidence level of 95% ( $P < 0.05$ ) and 99% ( $P < 0.01$ ) between the models, ERA-Interim, observations and oceanic indices. HadGEM3-RA and ERA-Interim, captured rainfall in humid monsoons with greater ability, and for the case of precipitation in dry monsoons, Reg1 and ERA-Interim showed the greatest ability. The 1990 monsoon presented almost twice as much precipitation as in 2005. This wet anomaly could be associated with the occurrence of 16 hurricanes near the Gulf of California for 1990, since for 2005, only 7 hurricanes occurred. SOI, presented the lowest incidence rate in 1990, due to the fact that in July, it registered a + SOI (La Niña) phase, which was attributed to the lowest occurrence of hurricanes. In order to predict NAM dry monsoons, the results of the phases: + PDO (El Niño), + MEI (El Niño), + ONI (absence of the weak Child) and total absence of hurricanes should be considered. When SST  $< 28.5$  ° C exist in the equatorial Pacific, precipitation decreases significantly in NAM. When phases + PDO (el Niño) are present, REMO does not present ability to capture the precipitations.

Key words: North American Monsoon, Regional Climate Models, ENSO, MEI, PDO, SOI.



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### Introducción

En las últimas décadas, la variabilidad climática mundial ha tenido diversos efectos ambientales y socioeconómicos adversos como: huracanes intensos en el Océano del Pacífico Tropical del Este (OPTe) e irregularidad de las precipitaciones, que pueden ocasionar años extremos húmedos y secos (Hare, 2003; IPCC, 2013). En el noroeste de México, las precipitaciones monzónicas de verano (junio-septiembre), son controladas en gran medida por el Monzón de Norte América (MNA), (Gochis et al. 2006) y son responsables del 60-80 % de las precipitaciones anuales (Gochis et al., 2006). El MNA, exhibe una gran variabilidad sinóptica e intraestacional; caracterizada por ráfagas y rupturas del Monzón (Cerezo et al., 2016) asociadas a mecanismos de forzamientos locales y remotos, como: huracanes, ondas de Rossby, oscilación de Madden-Julian y El Niño Oscilación del Sur (ENOS, Brito et al., 2010). En el núcleo del MNA (NMNA), los veranos secos tienden a ocurrir después de inviernos húmedos (Castro et al., 2012); lo que denota la variabilidad intraestacional e interanual. Esta relación inversa, puede estar asociada a las fluctuaciones de gran escala de las temperaturas de la superficie del mar (TSM) en el Pacífico ecuatorial (ENOS) y norte (Oscilación Decadal del Pacífico, PDO); así como a las teleconexiones atmosféricas de los trenes de las ondas de Rossby, como los huracanes de gran intensidad (Cerezo et al., 2016).

### Materiales y Métodos

En la figura 1, se muestra: el NMNA (A) y el MNA (B). El NMNA, lo conforman los estados de Sinaloa, Sonora y Chihuahua al noroeste de México (Cavazos et al., 2008) y presenta como límites las coordenadas  $-112^{\circ}$  a  $-106^{\circ}$  en longitud y de  $24^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  en latitud. EL NMNA, se ha considerado a

nivel mundial como sector marino de conservación y manejo sustentable.

### Precipitación observada promedio (obs mean)

Se obtuvieron cuatro conjuntos de datos de precipitación mensual observados, de los cuales se obtuvo el promedio (obs mean), el cual se utilizó para evaluar la habilidad de los modelos para capturar los monzones húmedos y secos extremos.

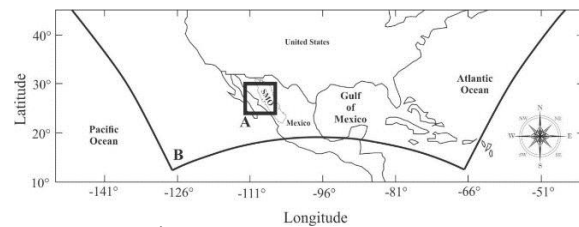


Figura 1. Área de estudio: A) región del NMN y B) región definida por el CORDEX-NA.

El primer conjunto de datos de precipitación mensual observado, fue el de la Universidad de Delaware (UDel). El período de estudio para este conjunto de datos fue 1950-2008. Este conjunto, fue proporcionado por la NOAA/OAR/ESRLPSD, Boulder, CO, USA desde el sitio web <http://www.esrl.noaa.gov/psd/>. UDel, es una compilación interpolada con un mallado regular de  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ . También se utilizaron los datos de precipitación diaria del CLImate Computing (CLICOM). El CLICOM, se interpoló con un mallado regular de  $1/8^{\circ} \times 1/8^{\circ}$  para un período de 1960 a 2008 (Llanes et al., 2016) y está disponible en el sitio web <http://clicom-mex.cicese.mx/>. El tercer conjunto de datos observados, fue la versión 2.2 del Global Precipitation Climatology Project (GPCP), el cual se obtuvo mediante la NOAA/OAR/ESRLPSD, Boulder, CO, USA, con sitio web <http://www.esrl.noaa.gov/psd/>.

Finalmente, el cuarto conjunto de datos, fue la versión 3.1 de la East Anglia

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Climatic Research Unit (CRU) con un mallado regular de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  y fue proporcionada por la British Atmospheric Data Center (BADC), desde el sitio web [http://badc.nerc.ac.uk/view/badc.Nerc.ac.uk\\_ATOM\\_dataent\\_1256223773328276](http://badc.nerc.ac.uk/view/badc.Nerc.ac.uk_ATOM_dataent_1256223773328276).

### Anomalías de PDO, SOI, MEI y ONI

La PDO, se define como las anomalías de la TSM en el Océano Pacífico Norte ( $20^\circ$ – $65^\circ$  N,  $100^\circ$ – $0^\circ$  W) donde las anomalías positivas se asocian con episodios el Niño (Mantua et al., 1997). El SOI, es el principal indicador de la variabilidad climática global y se basa en las fluctuaciones mensuales de la diferencia de presión del aire a los 1000 mb entre las islas de Tahití y Darwin; en el océano Pacífico del este y oeste. Las anomalías negativas del SOI, indican episodios el Niño y las anomalías positivas indican episodios la Niña (Tamara et al., 2017). El ONI, se obtiene mediante el promedio móvil de las anomalías de tres meses sucesivos de la TSM, en relación con el período de referencia 1971-2000: el mes estudiado, mes que le antecede y mes que le sigue. El ONI, es calculado por el programa ERSST.v4 en la región Niño 3.4 ( $5^\circ$  N a  $5^\circ$  S y  $120^\circ$  W a  $170^\circ$  W). Con el ONI, los eventos el Niño se definen como: débiles (anomalía de  $0.5$  a  $0.9$   $^\circ\text{C}$ ), moderados ( $1.0$  a  $1.4$   $^\circ\text{C}$ ) y fuertes ( $> 1.4$   $^\circ\text{C}$ ). El MEI, es un índice complejo, medido en periodos bimestrales en la región Niño 3. El MEI, emplea componentes principales con seis variables: TSM, temperatura del aire, presión atmosférica al nivel del mar, nubosidad, componente zonal y componente meridional del viento. Las fases +MEI representas episodios El Niño ( $> +0.5$   $^\circ\text{C}$ ) y las fases –MEI, representan episodios La Niña ( $< -0.5$   $^\circ\text{C}$ ). Los datos históricos de los índices PDO, SOI, MEI y

ONI para el período 1989-2008, fueron obtenidos de la base de datos de la NOAA, en el sitio web <http://www.cdc.noaa.gov>.

### Análisis estadístico

#### Análisis de normalidad y correlación, prueba de hipótesis y evaluación de la habilidad de los MCR's

Para conocer si los conjuntos de datos: MCR's, obs mean e índices oceánicos (PDO, SOI, MEI y ONI), para los años extremos 1990 y 2005, presentaban normalidad, se procedió a aplicar una prueba de normalidad de Shapiro Wilk. Debido principalmente a que esta prueba presenta buena potencia cuando el número de datos analizados es menor a 30 ( $n < 30$ ). Después de verificar la normalidad de todos los conjuntos de datos, se calculó una correlación de Pearson ( $P_r$ ) con un nivel de confianza del 95 % ( $P < 0.05$ ) y 99 % ( $P < 0.01$ ). Para evaluar la varianza de MCR's vs obs mean, se calculó: Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE) y Error Absoluto Medio Normalizado (NMAE). Para establecer que los coeficientes de  $P_r$ , eran significativamente diferentes de cero ( $H_0: P_r = 0$ ;  $H_1: P_r \neq 0$ ), se aplicó una prueba de hipótesis. Los  $P_r$  de los dos años extremos, se compararon con un índice crítico absoluto ( $P_{\text{crít}} \geq |0.90|$  para  $\alpha = 0.05$ ;  $P_{\text{crít}} \geq |0.98|$  para  $\alpha = 0.01$ ). Los análisis estadísticos y la elaboración de mapas, se realizaron con la ayuda de los softwares: Excel de Microsoft versión 2013, PAleontological STatistics (PAST) versión 3.08 (Hammer, 2015), Surfer 10.0 y CorelDRAW X7.

### Resultados y Discusión

#### Ciclo anual

En la figura 2, se observa que los cuatro conjuntos de datos observados, presentan una precipitación estacional similar, con magnitudes máximas de  $3.8$  y  $5.1$   $\text{mm día}^{-1}$ , en el período julio-septiembre.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

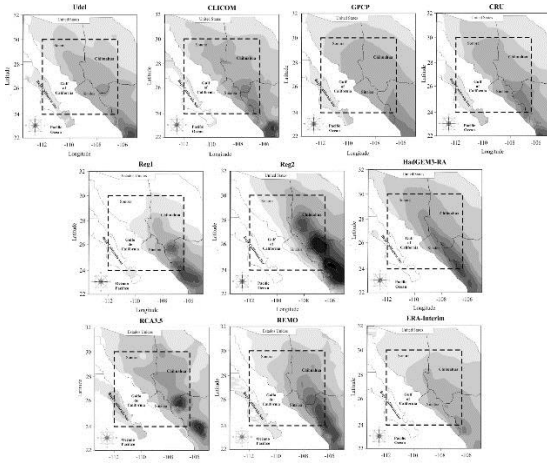


Figura 2. Precipitación estacional promedio de los MCR's y obs mean en el período 1990-2008 ( $\text{mm día}^{-1}$ ).

UDEL registró menores precipitaciones, con aproximadamente 10-15 % menos con respecto a los otros tres conjuntos de observaciones. Con respecto a los valores de obs mean, ERA-Interim, subestima la precipitación 45 % aproximadamente, lo cual coincide con los resultados encontrados por Fuentes-Franco et al. (2014) y Cerezo et al. (2016). De acuerdo con la variación espacial y bias negativos, Reg1 y ERA-Interim, presentan la mayor habilidad para capturar los veranos secos (Figuras 2 y 3). Estos resultados concuerdan con los de Fuentes Franco et al. (2014), quienes utilizando RegCM4 (Reg1 y Reg2) con una combinación de parametrización similar, pero con un dominio CORDEX-América Central modificado, también encontraron que Reg1 tiende a subestimar las precipitaciones de verano en el noroeste de México. En el NMNA, Reg2 reproduce mejor la precipitación promedio de verano que Reg1, pero Reg2 presenta mayores sesgos negativos en las zonas costeras como el puerto de Topolobampo, bahía de Kino y San Carlos, lo que coincide con Fuentes-Franco et al. (2014).

### Análisis estadístico de los monzones extremos

#### Análisis de correlación para 1990

HadGEM3-RA y ERA-Interim, capturaron con mayor habilidad la precipitación en años extremos húmedos, debido a que las mayores  $P_r$ , fueron para HadGEM3-RA vs obs mean = 0.98 y ERA-Interim vs obs mean = 0.95 (tabla 2). ONI fue el único índice oceánico que presentó correlación significativa, debido a que ONI vs REMO;  $P_r = 1,00$  y ONI vs HadGEM3-RA;  $P_r = 0,94$  (Tabla 2). Lo anterior significa que, cuando se presentan fases +ONI (el Niño), los modelos REMO y HadGEM3-RA capturan con mayor habilidad las precipitaciones en el NMNA. Lo anterior, puede atribuirse a que, de acuerdo a Cerezo et al. (2016) y Llanes et al. (2016), en el verano de 1990 las TSM del Western Hemisphere Warm Pool (WHWP) que se asocian a fases +ONI, fueron más extensas y más calientes; lo que también se puede asociar a un mayor número de huracanes con mayor intensidad que se caracterizan por mayores humedades relativas y precipitaciones extremas diarias (Llanes et al., 2016).

#### Análisis de correlación para 2005

ERA-Interim y Reg1, capturaron con mayor habilidad los monzones secos, debido a que estos presentaron las mayores correlaciones: ERA-Interim vs obs mean;  $P_r = 0.94$  y Reg1 vs obs mean;  $P_r = 0.92$  (tabla 3). El índice MEI, se correlacionó significativamente con la PDO ( $P_r = 0.95$ ), es decir, cuando existen bajas TSM ( $< 28.5$  °C) en el pacífico ecuatorial, las precipitaciones disminuyen significativamente en el NMNA (Llanes et al., 2016). El SOI, presentó una correlación significativa y negativa con Reg2, con un  $P_r = -0.90$ , lo que significa que, cuando se registran fases +SOI (La Niña), el modelo Reg2 no capturarán hábilmente los eventos secos (Ozger, 2017). REMO vs PDO presentó una correlación significativa y negativa ( $P_r = -0.90$ ), lo que significa, que cuando se

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

presentan fases +PDO (el Niño), REMO no presentará habilidad para capturar las precipitaciones en el NMNA (Llanes et al., 2016).

### Conclusiones

En este trabajo, se analizó la habilidad de cuatro modelos forzados por el reanálisis ERA-Interim para el período 1990-2008. Los modelos se correlacionaron con los índices (PDO, SOI, MEY y ONI) para conocer los mecanismos oceánicos que podrían estar asociados con la ocurrencia de años extremos húmedos y secos en el NMNA. La precipitación del verano de 1990, casi duplicó la precipitación del 2005. El casi doble aumento de los huracanes en 1990 con respecto al período 1990-2008, puede ser la causa del extremo húmedo registrado para el monzón de 1990 (Llanes et al., 2016). El SOI, fue el índice oceánico que menor efecto tuvo sobre el monzón extremo de 1990, debido principalmente a que el mes de julio, registró una fase +SOI (la Niña).

### Agradecimientos

A la Secretaría de Investigación y Posgrado, del Instituto Politécnico Nacional, por el apoyo económico brindado, mediante los Proyectos de investigación con registro 20160664 y 20160516.

### Literatura citada:

Brito, C.L., Vivoni E.R., Gochis D.J., Filonova., Tereshchenko I., Monzon C. 2010. An anomaly in the occurrence of the month of maximum precipitation distribution in northwest Mexico. *Journal of Arid Environments* 74, 531.

Castro, C.L., Chang H., Dominguez F., Carrillo C., Kyung S.J., Juang H. 2012. Can a regional climate model improve warm season forecasts in North America *J. Clim.* 25: 8212–8237.

Cavazos T., Turrent C., Lettenmier D. 2008. Extreme precipitation trends associated with tropical cyclones in the core of the North American Monsoon. *Geophys. Res. Lett.* 35: L21703, doi: 10.1029/2008GL035832.

Fuentes F.R., Coppola E., Giorgi F., Graef F., Pavía E.G. 2014. Assessment of RegCM4 and daily-scale statistics of temperature and precipitation over Mexico. *Clim. Dyn.* 42: 629–647.

Gochis, D.J., Brito C.L., Shuttleworth W.J. 2006. Hydroclimatology of the North American Monsoon region in northwest Mexico. *J. Hydrol.* 316: 53–70.

Hammer, Ø. 2015. PAleontological STatistics Version 3.08 Reference manual, 243.

Hare, W.L. 2003. Assessment of knowledge on impacts of Climate Change – Contribution to the Specification of Art. 2 of the UNFCCC: impacts of ecosystems, food production, water and socio-economic systems [http://www.wbgu.de/wbgu\_sn2003\_ex01.pdf.: Feb. 2, 2011].

IPCC. 2013. The Physical Science Basis. 33.

Isabel Tamara Pedron, Maria A. F. Silva Dias, Sandra de Paula Dias, Leila M. V. Carvalho, Edmilson D. Freitas. 2017. Trends and variability in extremes of precipitation in Curitiba – Southern Brazil. *International Journal of Climatology.* 37: 1250–1264.

Mantua, N.J., Hare S.R., Zhang Y., Wallace J.M., and Francis R.C. 1997. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with impacts on salmon, *Bull. Am. Meteorol. Soc.*, 78, 1069–1079.

## **Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca**

Llanes, C.O., Norzagaray C.M., Muñoz S.P., Ruiz G.R., González O. H.A., Herrera M.M.N. 2016. Estimating Trends and Return Periods of Daily Extreme Precipitation Associated with Tropical Cyclones in the Core North American Monsoon. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 25, No. 6, 2283-2292.

Cerezo, M.R., Cavazos T. Arritt R., Torres A.A., Sieck K., Nikulin G., Moufouma O.W., Salinas P.J.A. 2016. CORDEX-NA: factors inducing dry/wet years on the North American Monsoon region. *Int. J. Climatol.* 36: 824–836 (2016).



**CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y VALOR DE USO DE PLANTAS DE AGROECOSISTEMAS EN LA SIERRA NORTE DE OAXACA.**Pascual–Mendoza, Sunem<sup>1\*</sup>; Manzanero–Medina, Gladys Isabel<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional. Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional (CIIDIR-IPN-Oaxaca). Calle Hornos No.1003. C.P.71230. Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca.México.C.P.71230

\*Autor para correspondencia: [sunempascual@gmail.com](mailto:sunempascual@gmail.com)

**Resumen**

La agrobiodiversidad manejada por las comunidades indígenas en México tiene importancia económica, ecológica y cultural. Sin embargo en décadas recientes, transformaciones socioculturales han provocado cambios en los modos de vida y su relación directa con la naturaleza. La Etnobotánica registra el conocimiento que las comunidades locales tienen de las plantas y evalúa objetivamente la importancia de los recursos vegetales a partir de herramientas cuantitativas como el índice de Valor de Uso (VU). El objetivo de este trabajo fue documentar y analizar el conocimiento tradicional y valor de uso de plantas en los agroecosistemas milpa, cafetal y huerto familiar en la comunidad zapoteca de Las Delicias, Sierra Norte de Oaxaca. Se aplicaron entrevistas a quince expertos señalados por la comunidad durante los meses de agosto de 2016 a abril de 2017; las plantas se recolectaron y herborizaron, se estimó el VU. Los agroecosistemas albergan gran diversidad de plantas; se registraron 180 especies distribuidas en 52 familias botánicas y 92 géneros. Las familias mejor representadas fueron Asteraceae, Fabaceae, Cucurbitaceae y Solanaceae. La riqueza de especies fue mayor en cafetales con 107, 96 para huertos familiares y 14 en milpa. Las formas de vida predominante son las herbáceas y árboles. Las plantas con mayor VU se encontraron en el huerto familiar, posteriormente cafetales y milpa. El principal uso de las plantas fueron comestible, ornamental y medicinal. La valoración, permanencia y transmisión del conocimiento tradicional en la agrobiodiversidad es útil para el sustento de la cultura y la conservación de sus recursos.

Palabras clave: Agrobiodiversidad, cafetales, huerto familiar, milpa.

Traditional Knowledge and Use Value of agroecosystems plants in the Sierra Norte, Oaxaca.

**Abstract**

Agrobiodiversity managed by indigenous communities in Mexico has an economic, ecological and cultural importance. Nowadays, sociocultural transformations have led to changes in ways of life and direct relationship between people and nature. Ethnobotany records the knowledge that local communities have over the plants and objectively evaluates the importance of plant resources from quantitative tools such as the Use Value Index (VU). The aim of this work was to document and to analyze the traditional knowledge and the plant's use value index, in the agroecosystems: milpa, coffee orchards and homegardens in

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

the Zapotec community Las Delicias, in Sierra Norte of Oaxaca. Interviews were conducted with fifteen experts appointed by the community during August 2016 to April 2017. Plants were harvested and herborized, the VU was estimated. Agroecosystems shelter a great diversity of plants. There were 180 species distributed in 52 botanical families and 92 genera. The best represented families were Asteraceae, Fabaceae, Cucurbitaceae and Solanaceae. Coffee orchard shown the highest species richness with 107 species followed by homegardens and milpa with 96 and 14 species, respectively. The predominant forms of life are herbs and trees. Plants with higher VU were found in the homegardens, secondly coffee fields and milpa in third place. The main use of the plants was edible, ornamental and medicinal. The valuation, permanence and transmission of traditional knowledge in agrobiodiversity are useful for the maintenance of culture and the conservation of its resources.

Key words: Agrobiodiversity, coffee orchard, homegardens, milpa.

### Introducción

México es reconocido por su biodiversidad y diversidad cultural; esta última representada en sus grupos étnicos, quienes durante siglos han domesticado especies útiles en los espacios conocidos como agroecosistemas. Las plantas cultivadas y colectadas en los agroecosistemas constituyen la base alimentaria y satisfacen la mayoría de las necesidades directas. En nuestro país, por lo menos 118 especies de plantas económicamente importantes fueron domesticadas total o parcialmente por los agricultores prehispánicos (Sarukhán *et al.*, 2009).

Los recursos vegetales son de gran importancia en la economía de los pueblos indígenas. Las familias dependen en gran proporción de los productos vegetales que complementan su economía a través de la colección o el cultivo de especies vegetales para su autoconsumo (Camou-Guerrero, 2008; Manzanero *et al.*, 2009). Además que la comercialización de los excedentes, en redes comerciales locales o regionales a través del trueque o la venta directa; proveen de ingresos a los pobladores.

Estos sistemas tradicionales manejados por los humanos son alternativas a la agricultura extensiva y el monocultivo. En

el sureste mexicano, diversos estudios (o investigaciones) señalan la importancia de los agroecosistemas como espacio de conservación para la biodiversidad, agrobiodiversidad y el conocimiento tradicional (Mariaca 2012; Robertson *et al.*, 2014).

En las dos últimas décadas, se ha reconocido la necesidad de alternativas para contener la pérdida de los recursos naturales, y a la par, el desarrollo de sistemas de manejo sostenible de la diversidad biológica. Se han propuesto muchas formas de manejo, aunque en su mayoría están desvinculadas de las poblaciones humanas que habitan y viven tradicionalmente en los diversos ecosistemas (Toledo y Barrera-Bassols, 2009). El objetivo de la Etnobotánica como una disciplina científica es registrar el conocimiento que las comunidades locales tienen de las plantas y evaluar de manera objetiva la importancia de los recursos vegetales, a partir de herramientas cuantitativas como el índice de Valor de Uso (VU). Esta herramienta permite evaluar la importancia del uso de los recursos (especies, familias, áreas de vegetación), para los grupos humanos y facilitar la comprensión de los patrones de uso de las especies y la identificación de especies con mayor uso y el área donde se

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

localizan y si pudieran ser vulnerables a la explotación (Pallante *et al.*, 2016; Rocchi *et al.*, 2016).

En la Sierra Norte de Oaxaca, los cafetales, la milpa y los huertos familiares son los principales agroecosistemas de subsistencia, a través de los cuáles las familias zapotecas obtienen sus insumos básicos y conservan su herencia cultural. En esta región se han realizado pocos estudios de etnobotánica cuantitativa de agroecosistemas. El conocimiento que las comunidades indígenas poseen de las plantas forma parte de su cultura y sustento (Li *et al.*, 2015), sin embargo en décadas recientes las transformaciones socioculturales, la monetarización de la economía y la migración (Cunningham, 2001), han provocado cambios en los modos de vida y su relación directa con la naturaleza, ocasionando la pérdida del conocimiento tradicional y con ello el potencial para su aprovechamiento.

El objetivo de este trabajo fue documentar y analizar el conocimiento tradicional y el VU de plantas en los agroecosistemas milpa, cafetal y huerto familiar en la comunidad zapoteca de Las Delicias, en la Sierra Norte de Oaxaca.

### Materiales y Métodos.

El estudio fue realizado en la comunidad zapoteca de Las Delicias perteneciente al municipio de Juquila Vijanos, Oaxaca, ubicada entre los paralelos 17°18' y 17°23' de latitud norte; los meridianos 96°14' y 96°20' de longitud oeste (INEGI, 2008). El municipio de Juquila Vijanos está considerado en el Corredor Biológico de Sierra Norte y el área presenta un mosaico de vegetación; de áreas de cultivo (cafetal, maíz, caña y frijol), vegetación secundaria, bosque de pino-encino, con dominancia de *Pinus chiapensis* (Piñón, 2009) y bosque mesófilo de montaña.

Se solicitó el permiso a las autoridades y se obtuvo una lista de las familias habitantes en la comunidad. Se aplicaron

entrevistas (Roldán Clara *et al.*, 2017) a quince expertos señalados por la comunidad (Martínez, 2006). Las encuestas fueron diseñadas para conocer las especies útiles de los agroecosistemas, grado de manejo, forma de vida y para qué se utilizan.

Con la guía y acompañamiento de los entrevistados se realizaron caminatas por sus terrenos de cafetales, huertos y milpa. Las plantas recolectadas durante las entrevistas fueron herborizadas e identificadas para su posterior incorporación en el herbario del CIIDIR – Unidad Oaxaca.

Las respuestas proporcionadas por los informantes se organizaron en una base de datos con el programa Microsoft Excel®. Se estimó el índice de valor de uso por especie y por agroecosistema.

Índice de Valor de Uso fue calculado según la fórmula siguiente (Phillips y Gentry, 1993; Marín-Corba *et al.*, 2005):

$$VUs = \sum_i UV_i / n_s$$

Dónde: UV<sub>i</sub> = Número de usos mencionado por cada colaborador (i), para cada especie (s), n<sub>s</sub> = Número de colaboradores entrevistados.

La determinación del valor final de uso de una especie (Marín-Corba *et al.*, 2005) fue calculada por el total de usos reportados en todas las colectas realizadas de esa especie.

### Resultados y Discusión.

En los agroecosistemas cafetal, huerto familiar y milpa, se encontraron 180 especies útiles, agrupadas en 52 familias botánicas, el cafetal presentó mayor riqueza de plantas (Fig.1). Estos sistemas son vitales en la vida de los pobladores ya que proveen de alimentos durante todo el año, ingresos económicos complementarios y permiten el intercambio y conservación de germoplasma (Salazar-Barrientos *et al.*, 2013). Estos espacios muestran una estrategia de adaptación al ambiente y un

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

reflejo del manejo múltiple de los recursos domesticados y del bosque, cumpliendo una función conservacionista, resiliente y sustentable (Toledo *et al.*, 2013; Araya *et al.*, 2015).

Las familias botánicas mejor representadas en el huerto familiar y cafetales fueron Asterácea, Solanácea y Fabácea y en la milpa fue la Fabácea, Cucurbitácea y Solanácea. Destacando una gran variedad de frijoles, calabazas, chiles y plátanos.

La etnicidad es un factor determinante en la composición de especies de los agroecosistemas, debido al conocimiento agroecológico que los agricultores han adquirido y conservado en el transcurso de los años (Toledo *et al.*, 2013).

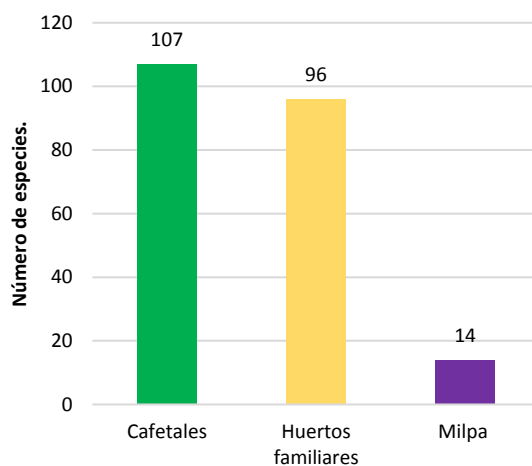


Fig.1 Riqueza de especies presentes en los tres agroecosistemas evaluados.

Existe una representatividad del 35% de árboles, aunque las herbáceas dominan en los agroecosistemas (Zurita-Vásquez, 2009).

Las plantas con mayor VU se encontraron en el huerto familiar, seguido de cafetales y milpa. Esto debido a la facilidad de cultivar las plantas en los huertos y poder acceder rápidamente a ellos, cabe resaltar que el índice tiene una naturaleza utilitaria. Las especies con mayor VU, fueron las especies reportadas con más de tres categorías de uso, generalmente son

aquellas en las que se aprovecha varias partes de la planta para distintos fines, como el caso de *Cestrum nocturnum* (Conocida como: Huele de noche) que está presente en los tres sitios, presentó cuatro categorías de uso: las hojas como comestibles, ramas con fines medicinales, planta entera como cercos vivos y ornamentales. En contraste con las especies con un menor VU, que generalmente tienen un uso específico, como el medicinal, pero no por ello son menos importantes (Toscano, 2006; Marín-Córdoba, 2009; Araya *et al.*, 2015). Las categorías de uso más importantes fueron: comestibles, ornamentales, medicinales, forraje, construcción y cercos vivos, las cuales han sido reportadas como las más importantes para el estado de Oaxaca (Caballero *et al.*, 2004). La función principal de los agroecosistemas es la producción de alimentos para la vida cotidiana.

En la figura 2, se muestra una representación esquemática del grado de manejo que tienen las especies encontradas en este estudio dentro de los sistemas agroecológicos.

La mayoría de las especies son cultivadas, éstas especies son seleccionadas por los propietarios para reproducirlas voluntariamente y contar con ellas en diferentes estaciones del año (Manzanero *et al.*, 2009). Existe también una representatividad del 17% de plantas silvestres que corresponden a orquídeas, bromelias y árboles en huertos, cafetales, y quelites en la milpa. La producción es principalmente para autoconsumo, y en menor proporción el intercambio y la venta.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

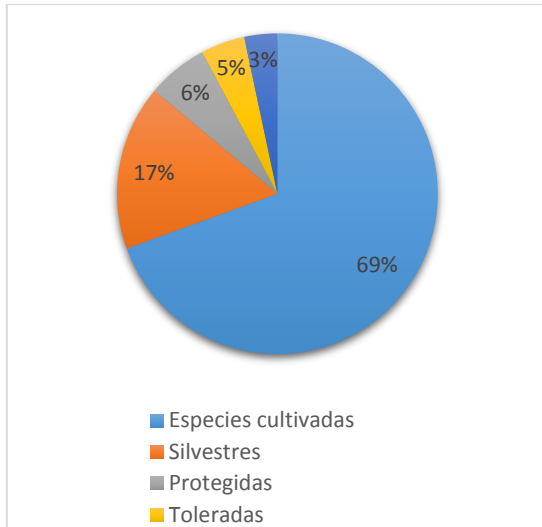


Fig.2 Grado de manejo (especies cultivadas, silvestres, protegidas y toleradas), presentes en los agroecosistemas

### Conclusiones

Los agroecosistemas en Las Delicias, Juquila Vijanos constituyen una fuente de provisión e importancia cultural. Además que proveen espacios para la diversificación de especies y constituyen un medio de amortiguamiento en diferentes épocas del año.

La documentación de los usos de plantas revela que en la localidad aún se conserva gran conocimiento de la ecología y usos de las plantas.

La permanencia del conocimiento tradicional presente en la agrobiodiversidad es útil para el sustento de la cultura y la conservación de sus recursos naturales. La importancia de la agrobiodiversidad hace necesaria la conjunción de esfuerzos de científicos y agricultores para generar una mejor comprensión del papel del conocimiento tradicional en los sistemas agrícolas, que permiten la provisión de alimentos y servicios ecosistémicos y en paralelo desarrollar estrategias de manejo que puedan ser implementadas por agricultores para garantizar los múltiples servicios que los agroecosistemas nos ofrecen.

### Agradecimientos :

Queremos agradecer al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y al CONACyT por el financiamiento parcial de esta investigación. Un agradecimiento especial a los agricultores y amas de casa de Las Delicias, Juquila Vijanos, por su valiosa información y ayuda.

### Literatura citada:

Araya, S., B. Abera & M. Giday. 2015. Study of plants traditionally used in public and animal health management in Seharti Samre District, Southern Tigray, Ethiopia. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 11(22),1-25.

Caballero, J., L. Cortes, M. A. Martínez-Alfaro & R. Lira-Sade. 2004. Uso y manejo tradicional de la diversidad vegetal. In: Biodiversidad de Oaxaca. García-Mendoza, A.J., M. J. Ordoñez & M. Briones-Salas. Instituto de Biología, UNAM.Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.

Camou-Guerrero, A. 2008. *Los recursos vegetales en una comunidad rarámuri: aspectos culturales, económicos y ecológicos*. Tesis de doctorado. Centro de Investigaciones en ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cunningham, A.B. 2001. Applied ethnobotany. People, wild plant use and conservation. Earthscan: London.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), 2008. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Juan Juquila Vijanos, Oaxaca. Available from: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexico/ocifras/datos-geograficos/20/20201.pdf>.

Li, Feifei., J. Z., Bo Liu, D. Jarvis & C. Long. 2015. Ethnobotanical study on wild



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

plant used by Lhoba people in Milin County, Tibet. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 11(23),1-11.

Manzanero, G. I., A. Flores & E. S. Hunn. 2009. Los huertos familiares zapotecos de San Miguel Talea de Castro, Sierra Norte de Oaxaca, México. *Etnobiología* 7, 9-29.

Mariaca, R. 2012. *El huerto familiar del Sureste de México*. San Cristóbal de las Casas: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco y Colegio de la Frontera Sur: México.

Marín-Corba, C., Cárdenas-López, D & S. Suárez-Suárez. 2005. Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de putumayo (Colombia). *Caldasia*. 27(1),89-101.

Martínez. 2006. *Ciencia y arte en la metodología cualitativa*. Trillas: México

Pallante, G., A.G. Drucker & S. Sthapit. 2016. Assessing the potential of niche market development to contribute to farmers' livelihoods and agrobiodiversity conservation: Insights from the finger millet case study in Nepal. *Ecological Economics*. 130, 92-105.

Phillips, O. & A. Gentry. 1993. The useful plants of Tambopata, Perú. Statistical hypotheses tests with a new quantitative technique. *Economic Botany* 47,15-32.

Piñón, P. 2009. *Potenciales de micorrización en suelos de bosque mesófilo de montaña con diferentes historias de uso*. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional, México.

Robertson, G.P., K.L. Gross, S.K. Hamilton, D.A. Landis, T.M Schmidt, S.S. Snapp & S.M. Swinton. 2014. Farming for ecosystem services: An ecological approach to production agriculture. *BioScience*. 64 (5),404-415.

Rocchi, L., L. Paolotti, C. Cortina & A. Boggia. 2016. Conservation of landrace: the key role of the value for agrobiodiversity conservation. An application on ancient tomatoes varieties. *Agriculture and Agricultural Procedia*. 8,307-316.

Roldán-Clarà, B., V. M. Toledo & I. Espejel. 2017. The use of birds as pets in Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*. 13(35),1-18.

Salazar-Barrientos, L., M.A. Magaña-Magaña & L. Latournerie-Moreno. 2013. Importancia económica y social de la agrobiodiversidad del traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* .12 (1),1-14.

Sarukhán, J., P. Koleff, J. Carabias, J. Soberón, R. Dirzo, J. Llorente Bousquets, G. Halffter, R. González, I. March, A. Mohar & J. Maza. 2009. *Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad: México.

Toledo, V & N. Barrera-Bassols. 2009. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Icaria: Barcelona.

Toledo, V.M., B. Ortiz Espejel, L. Cortés, P. Moquel & M.D.J. Ordoñez. 2013. The multiple use of Tropical Forests by Indigenous Peoples in Mexico: a case of

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

adaptive management. *Conservation Ecology* 7 (3),9.

Toscano-González, J. 2006. Uso tradicional de plantas medicinales en la vereda San Isidro, municipio de San José de Pare-Boyacá: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Acta Biológica*. 11(2),137-146.

Zurita-Vásquez, G. 2012. *Estudio etnobotánico y ecológico de los huertos familiares de San Andrés Paxtlán, Miahuatlán, Oaxaca*. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional, México.

## **EL CAMPO MAGNÉTICO Y SU ASOCIACIÓN CON MIGRACIONES JAPÓN-PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA DE LA TORTUGA AMARILLA (*Caretta caretta*)**

Norzagaray-Campos Mariano<sup>1</sup>, Patricia Muñoz Sevilla<sup>1,3</sup>, Llanes Cárdenas Omar<sup>1\*</sup>,  
Ladrón de Guevara -Torres María<sup>2</sup> y Espinoza Carreón Leticia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-Sinaloa. <sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional CIIDIR-Oaxaca. <sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional CIEMAD-México. Bulevar Juan de Dios Bátiz Paredes #250, Colonia San Joachin. Guasave, Sinaloa.

\* Autor de correspondencia. Email: [oma\\_llanes@hotmail.com](mailto:oma_llanes@hotmail.com)

### **Resumen**

La migración de animales ha causado fascinación y desconocimiento en todo tipo de personas. Desde el siglo XVI, diversos enfoques se analizaron en los más altos niveles científicos. Los estudios de campo potencial natural y observaciones respondieron respuestas a dichos viajes en algunas especies y se asociaron incluso con la extinción de algunas especies. El Golfo de California (GC) llamado "*El Acuario del Mundo*" por el científico y explorador Jacques Cousteau, es el hábitat de muchas especies hasta que comienzan su salida a otros lugares para reproducirse. El objetivo de esta investigación fue identificar la ruta migratoria en el GC de algunas especies. En este caso, se presenta la ruta migratoria de la tortuga amarilla (*Caretta caretta*). Se realizaron mediciones del campo magnético terrestre cortical en el GC, complementadas por expediciones anteriores de la Marina Mexicana. Se sabe que la especie llega de Japón, abandona el GC y las costas del Golfo de Ulloa después de muchos años para regresar a su lugar de origen. Entre los múltiples resultados las alineaciones magnéticas definieron varias rutas de viaje. *Caretta caretta* después de completar su ciclo de vida (10 a 15 años), abandona el GC por la misma ruta en la que llegó, cuando sale se dispersa en las cuencas marinas bajo los giros oceánicos y considera al campo magnético para ir en busca de su reproducción. La exactitud de su viaje se atribuyó a la presencia de biosensores magnéticos en algunos de sus organismos que detectan las intensidades del campo magnético cortical, saben dónde están e identifican la dirección de su movimiento e incluso evitan accidentes con las costas. Se sigue aceptando que el comportamiento migratorio no es único y tiene una multitud de variantes complejas difíciles de establecer utilizando una definición única de dicho comportamiento.

*Palabras clave: Campos potenciales, Golfo de California, rutas migratorias, Caretta caretta.*

### **Abstract**

Animal's migration has caused fascination and unknowns in all kinds of people. Since XVI century, various approaches were analyzed on the highest scientific levels. The studies of natural Potential field and observations in some species responded answers to such trips and

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

were associated even with the extinction of some species. The Gulf of California (GC) called " *Aquarium of World*" by scientist and explorer Jacques Cousteau, is the habitat of many species until they begin their departure to other places to reproduce. The objective of this research was to identify the migratory route on the GC of some species. In this case, the yellow tortoise migratory route (*Caretta caretta*) is presented. Measurements of the cortical terrestrial magnetic field were made on GC and were complemented by previous expeditions of the Mexican Navy. It is known that the species comes from Japan and after to many years, leaves the GC and the coast of Ulloa Gulf for return to their place of origin. Among the multiple results the magnetic alignments defined several travel routes. *Caretta caretta* after completing its life cycle (10 to 15 years), leaves the GC by the same route in which it arrived, when it leaves is dispersed in the marine basins under the oceanic turns consider the magnetic field to go in search of Its reproduction. The accuracy of their trip was attributed to the presence of magnetic biosensors in some of their organisms that detect the intensities of the cortical magnetic field, know where they are and identify the direction of their movement and even it avoid accidents with the coasts. Is continued accepted that the migration behavior is not unique and has a multitude of complex variants difficult to establish using a unique definition of such behavior.

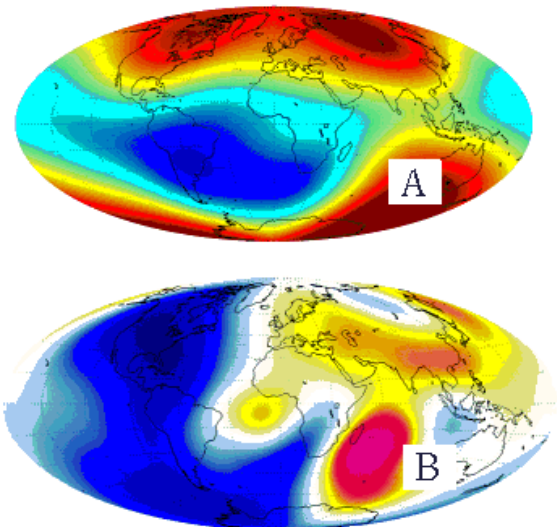
*Key words: Potential Fields, Gulf of California, Migratory Routes, Caretta caretta .*

### Introducción

En la antigüedad el fenómeno de la migración ha causado fascinación e incógnitas en todo tipo de gente (Asensio & Barbosa, 1989). Las invasiones de algunas especies anunciaban guerra, catástrofe o la llegada de alguna epidemia. Muchos planteamientos estuvieron vigentes en las más altas esferas científicas para describir los largos viajes de las especies.

Los avances actuales del estudio de los campos potenciales magnético, eléctrico, gravimétrico, entre otros; y las observaciones en algunas especies han dado respuestas al describir éstos viajes y hasta se asocian con las extinción de algunas especies (Wu & Dickman, 2012). Específicamente el campo magnético de la tierra (Figura 1), es ocasionado por el movimiento que se produce dentro de ella. La teoría sugiere que el núcleo de hierro es líquido (excepto en el mismo centro, donde la presión solidifica el núcleo) y que las corrientes de convección, que se

producen dentro del mismo, crean un gigantesco campo magnético denominado los "cinturones de Van Allen" que protegen a la Tierra (Martínez, 2003) de las radiaciones solares y permiten la vida en el Planeta (Figura 2).



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Figura 1. Campo magnético terrestre promedio basado en datos de Swarm/Enjambre. (A) muestra la intensidad media del campo magnético superficial (nanotesla) entre el 1 de enero y el 30 de junio de 2014. (B) muestra cambios del campo para ese mismo período.

### Materiales y Métodos

Durante dos años se realizaron medidas del campo magnético en el GC y se complementaron con expediciones previas de la Secretaría de Marina de México. Se obtuvieron anomalías magnéticas que cubrieron la mayor extensión del GC.

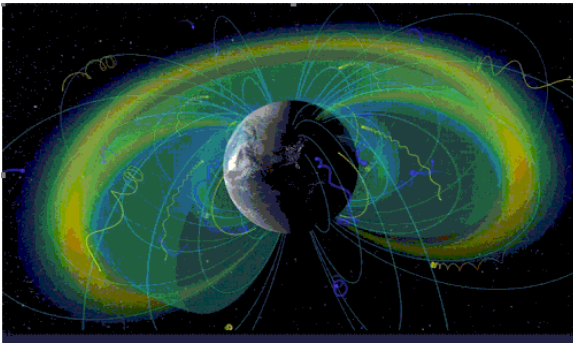


Figura 2. Cinturones de Van Allen rodeando a la Tierra. Se trata de una región de la magnetosfera terrestre que atrapa las partículas cargadas y las hace moverse en espiral, de arriba a abajo siguiendo la orientación de los polos.

Toda la base de datos fue asociada bajo las intensidades de campo magnético con las posibles rutas que podían tomar las diversas especies que habitan el GC, posteriormente dichos resultados se correlacionaron con las rutas de investigaciones previas sobre los sitios donde actualmente se encuentran algunas especies en el Golfo (Niño *et al.* 2011). Entre los múltiples resultados (proyecto multidisciplinario de varios años apoyado por Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN) por motivos de espacio en este trabajo solo se presentan los resultados de

dicha correlación para el caso particular de los cambios del “campo magnético y su asociación con migraciones japon-peninsula de baja de la tortuga amarilla *Caretta caretta* (Figura 3).

### Resultados y Discusión

Entre los múltiples resultados de este proyecto multidisciplinario apoyado por 4 años por Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN, se muestra una variación del campo magnético terrestre cortical que va 16.85 a 535.79 nT, regido por disitntos gradientes formados por altas y bajas anomalías que forman alineamientos equipotenciales (ESA, 2014) mismos que fueron asociados con las rutas que siguen algunas especies para viajar por el Golfo o para salir de éste hacia otros lugares a reproducirse.



Figura 3. Tortuga *Caretta caretta*, al llegar al agua utiliza la resaca del oleaje para avanzar cinco a diez metros de la orilla. Una vez en el mar, nadan durante unas 20 horas para alejarse de la costa. Un compuesto de hierro (magnetita) en el cerebro permite que las tortugas perciben el campo magnético de la Tierra para navegar.

Una de estas especies es la tortuga amarilla *Caretta caretta*, caracterizada por ser una especie carnívora durante todo su ciclo de vida y por permanecer en áreas de las costas del Pacífico y la zona del alto GC;

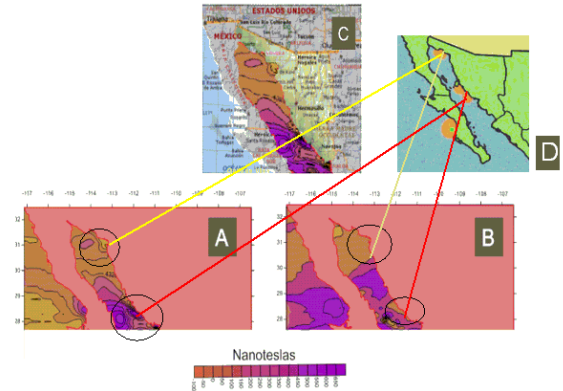


## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

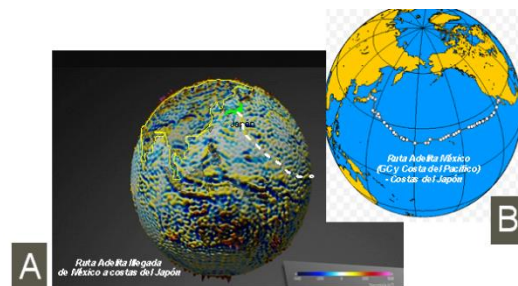
pero al nacer en las playas de Japón, es desde donde emprende una migración de aproximadamente 11,000 km hasta estas zonas de alimentación y crecimiento (en su gran mayoría dentro del Golfo de Ulloa). Esta especie; después de muchos años (10 a 15) cierra su ciclo de crecimiento y regresa hacia su lugar de nacimiento para reproducirse bajo los giros oceanicos considerando el campo magnético terrestre y cortical (Seminoff, 1994).

*Figura 4. (A) Datos magnéticos sin reducción al polo, (B) datos magnéticos con reducción al polo, (C) Referencia de lugares costeros influenciados por la presencia de campos potenciales y (D) anomalías y la presencia de las tortugas Caretta caretta en costas de la zona Oeste de Baja California y dentro del GC en las costas de Sonora y Sinaloa.*

La precisión en la ruta migratoria asociada con los alineamientos de campo magnético terrestre cortical ( $R^2 = 0.97$ ) se atribuyó a la presencia de Bio-sensores magnéticos naturales situados en alguna parte de sus órganos con los que detectan las intensidades del campo cortical, y les permiten; saber dónde están e identificar cual será la dirección de su movimiento e incluso evitar posibles varamientos. Lo anterior es logrado en parte a la detección de la sumatoria de corrientes eléctricas que generan al campo magnético cortical: (1) las existentes en el espacio que rodea a nuestro planeta y, por otra, (2) las de las rocas magnetizadas en la litosfera superior que es la porción rígida más exterior de la Tierra y (3) las formadas por la la corteza y el manto superior las cuales en su conjunto hacen que exista un campo magnético litosférico local que aunque es débil estas especies lo pueden detectar.



Los resultados de la configuración de curvas equipotenciales del campo magnético cortical identificaron con mediciones puntuales las diferencias de campo que a su vez correspondieron a las rutas que siguen la mayoría de las especies para regresar a su lugar de nacimiento a reproducirse y/o para crecer y regresar de nuevo al GC.



*Figura 5. (A y B) ruta que siguió la tortuga Caretta caretta "Adelita" desde las costas de México hasta el Japón iniciando su viaje después de 11 años en cautiverio y (B) ilustra un proceso del campo magnético litosférico local, que aunque débil, mediante el proceso numérico permite dar a conocer diversas rutas de las especies a través de los mares del mundo.*

En la figura 4 se ilustran los resultados de esta investigación para campo magnético litosférico local o cortical cartografiado para para el GC tras dos años de recolección de señales magnéticas. Hasta

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

la fecha se trata del mapa con las más alta resolución del campo magnético cortical del GC.

Es de hacer notar la figura 4 es el proceso numérico de reducción al polo aplicado a las mediciones de campo que de una forma precisa permitió conocer la presencia de los lugares preferenciales para la distribución de las tortugas *Caretta caretta* en el alto GC, mismas que al igual que las arriban al Golfo de Ulloa, siguiendo los lineamientos de altos valores de campo magnéticos salen desde este lugar para iniciar su viaje hasta las costas del Japón. La figura 5 se muestra en las partes A y B la ruta que siguió la tortuga *Caretta caretta* llamada “Adelita”, que partió de las costas de México hasta llegar a las costas del Japón (Nichols *et al.* 2000). Adelita inició su viaje después de 11 años en cautiverio. En la parte A de la misma figura se ilustra un proceso del campo magnético litosférico local para la mayor parte del Océano Pacífico, campo que aunque débil, mediante el proceso numérico permitió conocer los alineamientos de diversas rutas que siguen las especies a través de los mares del mundo.

Durante dos años se realizaron mediciones del campo magnético cortical del alto y bajo GC y en este trabajo se presenta por primera vez en forma integrada el campo magnético débil desde un enfoque oceanográfico para la migración de las especies.

En la actualidad se acepta que para describir la migración existe una multitud de variantes unidas a su complejidad, y que deben de investigarse para entender el comportamiento y la reproducción de especies tanto marinas como terrestres.

### Conclusiones

Los presentes resultados expresaron un comportamiento del registro magnético terrestre de campo débil que micropaleontológicamente puede ayudar a definir la distribución geográfica de las especies del pasado ya que éste guarda una asociación de un patrón distributivo y espacial que rige a distintos factores oceanográficos que también han cambiado con el tiempo (Aceves, 2013).

**Agradecimientos:** Como un testimonio de gratitud y reconocimiento se agradece a la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP) del IPN por el apoyo que brindó durante 4 años a este proyecto Multidisciplinario que logró caracterizar disitintoss fenomenos de la dinamica del Golfo y de su comportanmiento animal.

### Literatura citada:

- Asensio, B. & Barbosa A. 1989. El marcaje de aves. *Quercus*, 46 : 22-24.
- Aceves, B. J. 2013. Incorporar el conocimiento local a la toma de decisiones de manejo pesquero. Caso de estudio: el corredor San Cosme a Punta Coyote, B.C.S. México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California sur área interdisciplinaria de ciencias sociales departamento de economía. 200 p.
- ESA, 2014. European Space Agency warm Reveals Earth’s Changing Magnetism. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/Swarm/Swarm\\_reveals\\_Earth\\_s\\_changing\\_magnetism](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Swarm/Swarm_reveals_Earth_s_changing_magnetism)
- Martínez, C. J. 2003. *Geología estructural y dinámica global*. Departamento de Geología Universidad de Salamanca. 429 pp. <https://www.u-cursos.cl/usuario/88e17214fbd3bc896935>

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

dca577cbaec1/mi\_blog/r/Geologia\_Estructural.\_Unv\_Salamanca\_2003.pdf

Nichols, W. J.; Resendiz A.; Seminoff J.A.; & Resendiz B. 2000. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science*, 67(3): 937–947.

Niño, T. A., Carlos A., Urbán R. J. & Vidal O. 2011. *Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada*. Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México-Telcel. 192 pp.

Seminoff J. A. 1994. Conservation of the marine turtles of Mexico: A survey of nesting beach conservation projects. M.S. Thesis. University of Arizona, Tucson, 185 pp.

Wu, L. -Q. & Dickman, J. D. (2012). Neural Correlates of a Magnetic Sense. *Science*, DOI: 10.1126/science.1216567 <https://www.u-cursos.cl/usuario/88e17214fbd3bc896935>

dca577cbaec1/mi\_blog/r/Geologia\_Estructural.\_Unv\_Salamanca\_2003.pdf

Nichols, W. J.; Resendiz A.; Seminoff J.A.; & Resendiz B. 2000. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science*, 67(3): 937–947.

Niño, T. A., Carlos A., Urbán R. J. & Vidal O. 2011. *Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada*. Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México-Telcel. 192 pp.

Seminoff J. A. 1994. Conservation of the marine turtles of Mexico: A survey of nesting beach conservation projects. M.S. Thesis. University of Arizona, Tucson, 185 pp.

Wu, L. -Q. & Dickman, J. D. (2012). Neural Correlates of a Magnetic Sense. *Science*, DOI: 10.1126/science.1216567

**VARIACIONES EN LA LÁMINA FOLIAR DE ESPECIES DE AGAVES SILVESTRES (AGAVE SPP.) COMO UN INDICADOR DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA.****Porras-Ramírez, Elí Secundino<sup>1</sup>, Williams, N. John<sup>1</sup> y Cisneros Aroldo<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.Autor para correspondencia: [elisekundino@gmail.com](mailto:elisekundino@gmail.com)**Resumen**

Cambios bioquímicos, estructurales y fenotípicos en especies vegetales, creciendo en ambientes extremos, son asociados principalmente con la respuesta de adaptación ambiental de las plantas ante los cambios climáticos; no siendo esta una excepción para los agaves silvestres. El objetivo de este trabajo fue caracterizar las láminas foliares (abaxial y adaxial) de ocho especies de agaves silvestres como un indicador de la diversidad genética en una población del estado de Oaxaca, México. Se realizó la técnica “imprinting” sobre la epidermis de ambas láminas, las muestras obtenidas de las ocho especies se utilizaron para calcular la densidad estomática, índice estomático y el tamaño de los estomas. Los resultados muestran que existe diferencia significativa en el tamaño de los estomas entre especies; como fue el caso de las especies de *Agave karwinskii* (14.75  $\mu\text{m}$ ) o *Agave marmorata* (14.18  $\mu\text{m}$ ) comparadas con las especies que pertenecen al complejo “Tobala” *Agave potatorum* (8.08  $\mu\text{m}$ ), *A. seemanniana* (9.84  $\mu\text{m}$ ) y *A. nussaviorum* (7.93 $\mu\text{m}$ ). Los resultados de este trabajo ofrecen una alternativa para caracterizar la variabilidad genética y realizar la diferenciación de especies de agaves creciendo bajo condiciones silvestres.

**Palabras Clave** Densidad Estomática, Índice Estomático, Maguey, Morfología**Abstract**

Biochemical, structural and phenotypic changes in plant species growing in extreme environments are mainly associated to environmental adaptation response of plants to climatic changes; as it is the case for wild agaves. The objective of this work was to characterize leaf blades (abaxial and adaxial) of eight species of wild agaves as an indicator of genetic diversity in a population of Oaxaca State, México. The “imprinting” technique was performed on the epidermis of both laminae, samples obtained from eight species were used to calculate the stomatal density, stomatal index and stomatal size. The results show that there is a significant difference in stomatal size between species; such as *Agave karwinskii* (14.75  $\mu\text{m}$ ) or *Agave marmorata* (14.18  $\mu\text{m}$ ) compared to the species belonging to the “Tobala” complex *Agave potatorum* (8.08  $\mu\text{m}$ ), *A. seemanniana* (9.84  $\mu\text{m}$ ) and *A. nussaviorum* (7.93 $\mu\text{m}$ ). The results of this work offer an alternative to characterize the genetic variability of agaves and to identify species of agaves, growing under wild conditions.

**Key words** Maguey, Morphology, Stomatal Density, Stomatal Index

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### Introducción

Oaxaca es el principal productor de mezcal a nivel nacional, la producción *in vitro* o por reproducción asexual asistida de las plántulas se restringe a unas cuantas hectáreas y con el inconveniente de una posible producción baja en diversidad genética (Aguirre y Ruíz, 2005). La mayor producción de esta bebida se da en las localidades rurales del estado, en las cuales la única fuente de explotación de la materia prima se da en poblaciones de agaves silvestres de las cuales se tiene poca información (Aguirre y Eguiarte, 2013). Es por esto la importancia de producir conocimiento sobre especies no involucradas en la explotación industrial. La información que se tiene sobre los estomas de las láminas foliares de agaves es escasa y aplicado en su mayoría a especies comerciales bajo producción *in vitro* (Sosa del Castillo *et al.*, 2014).

Los estomas se encuentran estrechamente vinculados con la fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico, la transpiración de las plantas y la pérdida interna de agua por los tejidos, determinando este proceso la eficiencia en el uso del agua. Esta eficiencia está en función de dos propiedades: la primera, con base en las características propias de las especies o variedades, como la capacidad de asimilar carbono y evapotranspiración de agua; la segunda propiedad está relacionada a las condiciones del ambiente propicias para el crecimiento y desarrollo de las plantas, como la radiación solar, déficit de presión de vapor del aire, temperatura, velocidad del viento, concentración de CO<sub>2</sub>, disponibilidad de agua y nutrientes del suelo (Pritchard y Amthor, 2005; Gariglio *et al.*, 2007; Medrano *et al.*, 2007; Sánchez-Díaz y Aguirreola, 2008).

Los agaves por regla general son anfiestomáticos, es decir, cuentan con estas estructuras en la parte adaxial (haz) y abaxial (envés) de la epidermis en las hojas, esta es una característica distintiva de las plantas que habitan en ambientes áridos con climas secos (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Además, por medio de esta evapotranspiración se produce el continuo agua -> suelo -> planta -> atmosfera generando así el movimiento de nutrientes y agua, esenciales para la sobrevivencia de la planta involucrada (López, 2000; Salisbury y Ross, 2000; Weeb y Baker, 2002; Fan *et al.*, 2004). Se sabe de manera general que las plantas retienen solo un 5% de agua absorbida a lo largo de su ciclo de vida, el resto es desechado por la transpiración (Sánchez-Díaz y Aguirreola, 2008). Con base en lo antes mencionado, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar los estomas de las láminas foliares (abaxial y adaxial) de ocho especies de agaves silvestres en una población del estado de Oaxaca, México.

### Materiales y Métodos

El área de estudio y las características de las especies analizadas se encuentran descritas en Porrás-Ramírez *et al.* (2016). La técnica de “imprinting” se llevó a cabo con un material de precisión de vinilpolisiloxano para toma de impresiones (Provil® novo, Heraeus), en el centro de las hojas por la parte adaxial y abaxial en una superficie aproximada de 3 cm<sup>2</sup>.

Las características de los estomas se evaluaron utilizando un microscopio Carl Zeiss Microscopy (Modelo Axio Scope, 20011) equipado con una cámara Axioncam y el software AxioVision, para la toma de las imágenes, medición y conteo de los estomas.



## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

### Análisis de datos

Se calculó la media como medida de tendencia central. Se realizó un ANOVA para ver si existían diferencias significativas entre las dos partes de las hojas y entre especies para cada variable. En los casos donde se presentaron diferencias se aplicó la prueba de Tukey para verificar entre que variables y taxones existían las diferencias, los cálculos se desarrollaron en el Software XLSTAT (versión 2015.6.01.23865).

El índice estomático se calculó con la fórmula de Salisbury propuesta por Wilkinson (1979):

$$\text{Índice estomático} = \left( \frac{NE}{NCE+NE} \right) \times 100$$

Donde:

NE: Número de estomas por campo de observación

NCE: Número de células epidérmicas

La densidad estomática se calculó con la siguiente fórmula:

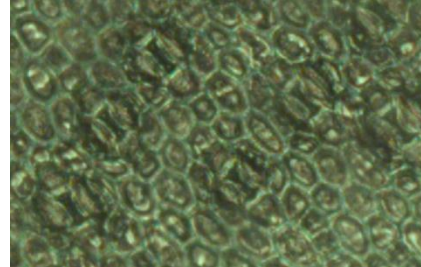
$$\text{Densidad de estomática} = \frac{\text{Número de estomas por campo}}{\text{Área del campo}} \times \text{FC (Factor de corrección para alcanzar } 1 \text{ mm}^2\text{)}.$$

### Resultados y Discusión

Los estomas mostraron la característica de forma tetracística (Figura 1) que los identifica dentro del género *Agave*, con un par de células polares y otro par laterales acompañando a las células oclusivas, conformando el llamado aparato estomático.

El análisis de varianza no mostro diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas entre la parte adaxial y abaxial para cada especie o variedad. Se encontraron diferencias significativas entre especies para los tres caracteres analizados. En la Cuadro 1 se

observan los valores medios de la densidad estomática, índice y tamaño de los estomas. En el Cuadro 2 se muestran los valores calculados de la prueba Tukey para la densidad estomática para un  $\alpha=0.05$ .



**Figura 1.** Morfología de estomas en *Agave potatorum*

*Agave marmorata* fue la especie con menor valor de densidad estomática (2731.46 estomas/mm<sup>2</sup>). Presento diferencias con casi todas las especies a excepción de *A. karwinskii* forma Miahuatlán y la especie no identificada (*Agave* sp.). *A. karwinskii* forma Miahuatlán es diferente a dos variedades de *A. angustifolia* (Barril y Cuishe) y a la forma Amatengo que pertenece a su misma especie.

El índice estomático solo mostró diferencias entre *Agave marmorata* (6.86) y *A. americana* var. *americana* (12.88), esto fue influenciado principalmente por el bajo valor de densidad estomática de *A. marmorata*. La especie no identificada (*Agave* sp.=14.53) tuvo valor de diferenciación con *A. marmorata* (6.86), *A. potatorum* (8.45) y *Agave karwinskii* forma Miahuatlán (8.43).

**Cuadro 1.** Valores medios de la densidad, índice y tamaño de estomas

Especie	Densidad de estomas	Índice de estomas	Tamaño de estomas (µm)
<i>Agave americana</i>	7619.00	12.88	9.16
<i>Agave angustifolia</i> (Barrilito)	11762.18	12.07	9.08

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

<i>Agave angustifolia</i> (Cuishe)	11413.53	11.32	13.20
<i>Agave angustifolia</i> (Mexicano)	8915.22	12.34	8.66
<i>Agave angustifolia</i> (Pasmo)	8498.12	9.65	10.23
<i>Agave karwinskii</i> forma Amatengo	10093.79	12.57	11.18
<i>Agave karwinskii</i> forma Miahuatlán	5880.02	8.43	14.75
<i>Agave marmorata</i>	2731.46	6.86	14.18
<i>Agave nussaviorum</i>	8767.63	10.40	7.93
<i>Agave potatorum</i>	8153.74	8.45	8.09
<i>Agave seemanniana</i>	8478.87	9.17	9.84
<i>Agave</i> sp.	5501.42	14.53	10.34

Las especies *Agave karwinskii* forma Miahuatlán y *Agave marmorata* presentaron los valores medios más altos en el tamaño de los estomas de las 8 especies evaluadas. *A. karwinskii* forma Miahuatlán (14.75  $\mu\text{m}$ ) se diferenció con *A. americana* var. *americana* (9.16  $\mu\text{m}$ ), dos variedades de *A. angustifolia* (Barrilito= 9.08  $\mu\text{m}$  y Mexicano= 8.66  $\mu\text{m}$ , respectivamente) y con las tres especies del complejo *Agave potatorum* (*A. potatorum*=8.09  $\mu\text{m}$ , *A. nussaviorum*= 7.93  $\mu\text{m}$  y *A. seemanniana*=9.84  $\mu\text{m}$ ). *A. marmorata* (14.18) mostró valores de

*nussaviorum*, pertenecientes al complejo, mostraron diferencia con *A. angustifolia* variedad Cuishe (13.20  $\mu\text{m}$ ).

Schoch et al. (1980) mencionan que el índice estomático está en función de la radiación solar recibida durante los días precedentes a la diferenciación de los estomas en las hojas. En este trabajo se encontró que la especie no identificada (*Agave* sp.=14.53) y *A. americana* var. *americana* (12.88) obtuvieron los valores medios más altos para esta variable. De estas dos especies en condiciones de campo *A. americana* fue la que recibía mayor cantidad de radiación solar, mientras que *Agave* sp. gran parte del día contaba con sombra. *A. angustifolia* (Mexicano) también contaba con varias horas del día bajo sombra, este cuenta con un valor medio de 12.34 en el índice estomático, uno de los más altos. Por otra parte, Nobel (1988) menciona que la densidad estomática es mayor en la superficie adaxial en comparación con la abaxial. Esto se cumplió únicamente para *A. americana*, *A. angustifolia* (Pasmo), *A. marmorata* y *A. nussaviorum*, en el resto de las especies, variedades y formas ocurrió lo contrario

**Cuadro 2.** Valores de la prueba de Tukey de la densidad de estomas

	Aame	AangusB	AangusC	AangusM	AangusP	AkarwA	AkarwM	Amarmo	Anussa	Apota	Aseem	A.sp
<b>Aame</b>		<b>-4143.2</b>	<b>-3794.5</b>	-1296.2	-879.1	-2474.8	1738.9	<b>4887.5</b>	-1149	-534.7	-859.8	2117.6
<b>AangusB</b>			348.6	2846.9	3264.1	1668.4	<b>5882.1</b>	<b>9030.7</b>	2994.5	<b>3608.4</b>	3283.3	<b>6260.7</b>
<b>AangusC</b>				2498.3	2915.4	1319.7	<b>5533.5</b>	<b>8682.1</b>	2645.9	3259.8	2934.6	<b>5912.1</b>
<b>AangusM</b>					417.1	-1178.6	3035.2	<b>6183.7</b>	147.6	761.4	436.3	3413.8
<b>AangusP</b>						-1595.7	2618.1	<b>5766.6</b>	-269.5	344.3	19.2	2996.7
<b>AkarwA</b>							<b>4213.7</b>	<b>7362.3</b>	1326.1	1940	1614.9	<b>4592.3</b>
<b>AkarwM</b>								3148.5	-2888	-2273.7	-2599	378.6
<b>Amarmo</b>									<b>-6036</b>	<b>-5422.3</b>	<b>-5747</b>	-2770
<b>Anussa</b>										613.9	288.7	3266.2
<b>Apota</b>											-325.1	2652.3
<b>Aseem</b>												2977.4
<b>A.sp</b>		DHS	3423.84									

diferenciación similares a los de *A. karwinskii* forma Miahuatlán a excepción solo de *A. seemanniana*, *A. potatorum* y *A.*

*Agave americana* var. *americana* (Aame); *A. angustifolia* formas Barril, Cuishe, Mexicano y Pasmo (AangusB, AangusC, AangusM y AangusP,

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

respectivamente) *A. karwinskii* forma Amatengo y Miahuatlán (AkarwA y AkarwM); *A. marmorata* (Amarmo); *A. nussaviorum* (Anussa); *A. potatorum* (Apota); *A. seemanniana* (Aseem); *Agave* sp. (A. sp); Valor de la Diferencia Honestamente Significativa (DHS). Los valores en negro representan las especies significativamente diferentes.

### Conclusiones

Los resultados de este trabajo ofrecen una alternativa para caracterizar la variabilidad genética y realizar la diferenciación de especies de agaves creciendo bajo condiciones silvestres, lo cual puede contribuir al establecimiento de plantaciones comerciales de estas y otras especies, mejoramiento tradicional y otros estudios a nivel de laboratorio. Así mismo, constituye un paso de avance importante dentro del programa de mejoramiento genético del agave que se lleva a cabo dentro del Instituto Politécnico Nacional y en especial en el CIIDIR Unidad Oaxaca, y una contribución significativa para el uso y conocimiento de estas variedades y especies dentro de la comunidad de productores y científica.

### Agradecimientos :

Al Laboratorio Estatal de Salud Pública de Oaxaca (LESPO) por facilitar materiales y equipo para el desarrollo de esta investigación.

### Literatura citada:

Aguirre, D. & Eguiarte, L. 2013. Genetic diversity, conservation and sustainable use of *Agave cupreata* and *Agave potatorum* extracted for mezcal production in México. *Journal of Arid Environment*. 90: 36-44

Aguirre, X. & Ruíz, R. 2005. *Reproducción de los magueyes*. Tríptico

basado en el mapa: Conabio (2005): *Mezcales y diversidad*.

Azcón-Bieto, J. & M. Talón. 2008. *Fundamentos de fisiología vegetal* (2<sup>ed</sup>). Mc Graw-Hill. España.

Fan, M., Z. Zhao, & M. Assmann. 2004. Células guarda: un modelo dinámico de señalización. *Biol.* 7, 537-546.

Gariglio N. F., R. A. Pilatti, & M. A. Fonfría. 2007. Requerimientos ecofisiológicos de los árboles frutales. In: *Árboles frutales. ecofisiología, cultivo y aprovechamiento*. Sozzi, G. O. (1<sup>ra</sup> Ed.) Universidad de Buenos Aires (Argentina). p. 41-82

López, Y. 2000. *Relaciones hídricas en el continuo agua-suelo-planta-atmosfera*. Universidad Nacional de Colombia (Palmira), p. 88

Medrano, H., J. Bota, J. Cifre, J. Flexas, M. Ribas-Carbó & J. Gulias. 2007. Eficacia en el uso del agua por las plantas. *Invest. Geogr.* 43, 63-84

Nobel, P. S. 1988. *Environmental biology of agaves and cacti*. Cambridge University Press. 270 pp.

Pritchard, S. G. & J. S. Amthor. 2005. *Crop and environmental change*. Food Product Press. (New York, NY). 421 p.

Porrás-Ramírez, E. S., Y. Sosa-Marcos, F. Palma-Cruz, & A. Cisneros. 2016. Phenotyping the genetic diversity of wild *Agave* species that coexist in the same spatial region. *Not Bot Horti Agrobo*. 44(2), 640-648

Salisbury, F. & C. Ross. 2000. *Fisiología de las plantas*. Vol. 1 Paraninfo-Thomson Learning (Madrid), p. 305.

## Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca

Sánchez-Díaz, M. & J. Aguirreola. 2008. Transpiración y control estomático. In: Azcón-Bieto J. & M. Talón. *Fundamentos de fisiología vegetal* (1<sup>ra</sup> Ed). McGraw-Hill. España. p. 41-56

Schoch, P. C. & M. Zinsou. 1980. Dependence of the stomatal index on environmental factors during stomatal differentiation in leaves of *Vigna sinensis* L. *Jour Exp. Bot.* 31 (124), 1211-1216.

Sosa del Castillo, M., G. S. Alemán, H. Y. Pérez, C. E. Abreu, D. Sosa del Castillo & O. G. González. 2014. Caracterización de la lámina foliar de *Agave fourcroydes* Lem. obtenidas por propagación asexual. *Biotecnología Vegetal.* 14 (1), 37-44

XLSTAT. 2015. XLSTAT Software. Version 2017.15.442, Copyright Addinsoft 1995-2015. Recuperado 26 de abril de 2017 de: <https://www.xlstat.com/es/>

Weeb A. R. & A. Baker. 2002. Biología estomática: nuevas técnicas, nuevos descubrimientos. *New Phytol.* 513: 365-370

Wilkinson, H. 1979. The plant surface (mainly leaf). In: *Anatomy of the dicotyledons*. Metcalfe, C., L. Chalk (2<sup>da</sup> Ed) Vol. 1 Clarendon Press, Oxford. pp. 97-165.

Carl Zeiss Microscopy. Modelo Axio Scope, 2011.

<https://www.zeiss.com/microscopy/int/products/light-microscopes/axio-scope-a1-for-biology.html>