

Contribución al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca



Editor

Dr. Sadoth Sandoval Torres

Editores Asociados

- Protección y Producción Vegetal: Dr. Gabino Alberto Martínez Gutiérrez
- Patrones y procesos de la Biodiversidad del Neotrópico: Dra. Demetria Martha Mondragón Chaparro
- Administración de los Recursos Naturales: Dra. Arcelia Toledo López
- Ingeniería: M. en C. Frank Manuel León Martínez
- Gestión de Proyectos para el Desarrollo Solidario: M. en C. Graciela E. González Pérez

Responsables de la Edición

Dr. Baldomero Hortencio Zárate Nicolás

Dr. Carlos Espinoza Nájera

M. en. C. 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 3, Vol. 3 Núm. 3, 15 de Agosto 2019, es una publicación anual editada por el Instituto Politécnico Nacional, a través del Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional CIIDIR – Unidad Oaxaca. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230. Teléfonos: 951 517 06 10, ext. 82769, <http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/cccto/>, Editor responsable: Dr. Sadoth Sandoval Torres. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-060817174800-203. ISSN: 2594-0171, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Informática del CIIDIR – UNIDAD OAXACA del IPN: L.I. Justo César Marcial Aguilera. Calle Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca. México, C.P. 71230, fecha de la última modificación, 29 de Agosto de 2019. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Politécnico Nacional.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	4
CORRELACIÓN ENTRE PROPIEDADES DE ONDA ULTRASÓNICA CON EL ESFUERZO DE FLUENCIA DE UN FLUIDO VISCOPLÁSTICO	6
DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGRÍCOLA EN SAN ANTONINO CASTILLO VELASCO, OAXACA.....	13
IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS HÚMEDOS Y SECOS MEDIANTE ESCALAS ESPECÍFICAS DEL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN.....	18
EFFECTO DEL FOROFITO SOBRE LA PROBABILIDAD DE REPRODUCCIÓN DE <i>Tillandsia carlos-hankii</i> Matuda (BROMELIACEAE)	22
LA PLAGA POR DESCORTEZADOR EN OAXACA, MÉXICO: ANÁLISIS CON ECUACIONES ESTRUCTURALES	27
USO DE EXTRACTOS ORGANICOS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN BIOMASA DE ALBAHACA	36
LA RUTA TURISTICA CAFÉ PLUMA: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE RESTRUCTURACIÓN	41
DISEÑO PARTICIPATIVO DE SANITARIO SECO EN ASENTAMIENTO PERIURBANO A LA CIUDAD DE OAXACA DE JUÁREZ.....	48
LA COCINA TRADICIONAL DE SOLA DE VEGA, OAXACA, COMO ELEMENTO DE IDENTIDAD CULTURAL.....	55

PRESENTACIÓN

En agosto de 2019, Contribuciones al Conocimiento Científico y Tecnológico en Oaxaca (CCCTO) tiene el gusto de compartir con sus lectores el tercer volumen de esta publicación electrónica. Nuestra revista refleja el interés común de los editores asociados, de los responsables de la edición, de los árbitros y de los autores, por publicar trabajos de investigación que atiendan problemáticas de nuestro entorno. Creemos que la difusión del conocimiento es clave para el desarrollo de nuestro entorno.

Es importante mencionar que CCCTO publica trabajos en cualquiera de las siguientes líneas de generación y/o aplicación del conocimiento: *Ingeniería, Patrones y Procesos de la Biodiversidad del Neotrópico, Protección y Producción Vegetal, y Administración de Recursos Naturales*. Por tal motivo, pensamos que CCCTO es una publicación de interés para diferentes sectores importantes de nuestra sociedad.

A continuación, presento de manera breve, los temas que abordan los autores en nuestro volumen número 3. En la línea de **Ingeniería**, se presenta un trabajo de investigación orientado a la ciencia de los materiales que analiza la correlación entre propiedades de onda ultrasónica con el esfuerzo de fluencia de geles de Carbopol 940®, para lo cual los autores utilizaron ondas ultrasónicas de 100 kHz. Los resultados más importantes revelan una relación lineal entre la velocidad de onda y el esfuerzo de fluencia, así como también entre el coeficiente de atenuación y el esfuerzo de fluencia.

La contaminación del suelo es abordado en un segundo trabajo de investigación, en el cual se estudia la contaminación de origen agrícola en San Antonino Castillo Velasco (Oaxaca). Los autores determinan algunas características del suelo, para lo cual utilizan técnicas de tomografía eléctrica y polarización inducida para detallar la litología del suelo. Los autores infieren una posible contaminación por agroquímicos en la zona no saturada de esta

zona, además de encontrar que el tipo de agua predominante en el área de estudio es bicarbonatada cálcica magnésica.

En otro documento, se publica un trabajo orientado al estudio del clima, en el cual se identifican eventos extremos húmedos y secos en el Estado de Sinaloa. En este manuscrito los autores proponen identificar este tipo de fenómenos utilizando escalas del índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración. Los autores concluyen que es posible identificar este tipo de eventos utilizando la base de datos del SPEI, con lo cual se podrían pronosticar inundaciones y sequías.

En la línea de **Patrones y Procesos de la Biodiversidad del Neotrópico**, presentamos un trabajo que analiza el efecto del forofito sobre la probabilidad de reproducción de bromelias. Los autores analizaron bromelias que crecen en pinos y encinos, encontrando que la reproducción de estas bromelias es influenciada principalmente por el género de sus forofitos.

La presencia y propagación de plagas en el Estado de Oaxaca es analizado en otro manuscrito. Los autores estudian la plaga por descortezador utilizando la metodología FPEIR y un modelo de ecuaciones estructurales. Los autores encuentran que la precipitación anual y el índice de infiltración disminuyeron considerablemente en el periodo estudiado, lo que provocó la aparición de incendios, disminución de la cubierta forestal y la proliferación del descortezador.

En el área de **Protección y Producción Vegetal**, se publica un manuscrito que analiza el uso de extractos orgánicos en el crecimiento y rendimiento en biomasa de albahaca. En ese trabajo los autores proponen utilizar los residuos de la industria del mezcal y de la copra, pues los consideran como una fuente importante de nutrientes orgánicos. Los autores encuentran que los extractos de compost de bagazo de maguey no superan en rendimiento a los de la solución inorgánica pero pueden representar una fuente de

nutrientes alternativa para la producción orgánica de albahaca.

En la línea de **Administración de recursos naturales**, publicamos un trabajo en el cual se analiza la ruta turística café pluma. En este trabajo los autores plantean una metodología basada en un marco de planeación participativa, partiendo de un diagnóstico de los municipios. Una de las contribuciones importantes de los autores es que identifican la vocación turística de cada municipio.

Asimismo, se publica un trabajo sobre el diseño de un sanitario seco que involucra la promoción de espacios de colaboración comunitaria y actitudes solidarias. Los autores concluyen que es muy importante involucrar a los usuarios de las comunidades para una correcta apropiación de tecnología.

Por último, en otro trabajo de investigación, la cocina tradicional de Sola de Vega (Oaxaca) es estudiada como un elemento de identidad cultural. En este trabajo los autores identifican las características socio-culturales y el conocimiento de la cocina tradicional local. Concluyen que a través de los saberes comunitarios de la cocina tradicional se busca fortalecer la identidad comunitaria de Sola de Vega.

Deseo que al leer el presente documento, el lector encuentre información interesante y útil, además de provocar en usted el “impulso exploratorio” del que habla P.B. Medawar en su libro *“Consejos a un joven científico”*. Asimismo y aprovechando la oportunidad, extiendo una cordial invitación para que usted considere enviarnos sus manuscritos para nuestro próximo número.

Muchas gracias por su lectura,

Dr. Sadoth Sandoval Torres
Editor en Jefe CCCTO

CORRELACIÓN ENTRE PROPIEDADES DE ONDA ULTRASÓNICA CON EL ESFUERZO DE FLUENCIA DE UN FLUIDO VISCOPLÁSTICO

Antonio Sánchez Jorge Omar*; León Martínez Frank Manuel; Cano Barrita Prisciliano Felipe de Jesús; Castellanos León Francisco
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional.

*Autor para correspondencia: jantonios1700@alumno.ipn.mx

Resumen

En el presente trabajo se utilizaron ondas ultrasónicas longitudinales de 100 kHz para la caracterización de un fluido viscoplastico (geles de Carbopol 940®). La velocidad de onda y el coeficiente de atenuación se relacionaron con el esfuerzo de fluencia. Se elaboraron geles en concentraciones de 0.02 a 0.50 % (porcentaje en masa) y se neutralizaron con trietanolamina. Los geles se caracterizaron en un reómetro de esfuerzo controlado para medir el valor de esfuerzo de fluencia mediante técnicas reométricas como el ajuste de curvas de flujo al modelo de Herschel-Bulkley, ensayo de barridos de amplitud de esfuerzo cortante y ensayo de incremento de esfuerzo cortante. Posteriormente, los geles se analizaron en experimentos de ultrasonido por transmisión directa a una temperatura de 23 °C. Para el análisis de las propiedades de onda se promediaron 30 señales por cada concentración y se obtuvo la transformada de Fourier de la señal promedio, la velocidad de onda y el coeficiente de atenuación. Durante el experimento, se expulsaron las burbujas de aire de diámetro >1 mm del interior de los geles por su efecto indeseado en las mediciones reológicas y ultrasónicas. Los resultados mostraron una relación lineal entre la velocidad de onda y el esfuerzo de fluencia ($R^2 = 0.86$), así como también entre el coeficiente de atenuación y el esfuerzo de fluencia ($R^2 = 0.95$). Finalmente, no se observó diferencia en los espectros de Fourier con respecto al nivel de concentración.

Palabras Clave: Carbopol 940®, coeficiente de atenuación, esfuerzo de fluencia, velocidad de propagación de onda.

Abstract

In the present work, longitudinal ultrasonic waves of 100 kHz were used for the characterization of a viscoplastic fluid (Carbopol 940® gel). The wave velocity and the attenuation coefficient were correlated with the yield stress. Gels were prepared in concentrations of 0.02 to 0.50 % (mass percentage) and neutralized with triethanolamine. The yield stress from the gels was measured in a stress-controlled rheometer by using several rheometric methods. Subsequently, the gels were analyzed by ultrasonic direct transmission measurements at a temperature of 23 °C. For the analysis of the wave properties, 30 signals were averaged for each concentration, and the resulting mean signal was used to obtain the Fourier spectra, the wave speed and the attenuation coefficient. Air bubbles with diameter > 1 mm were eliminated from the gels since they affect the rheological and ultrasonic measurements. Wave velocity and yield stress showed a linear relationship ($R^2 = 0.86$), as well as the attenuation coefficient and the yield stress ($R^2 = 0.95$). Finally, no differences in the Fourier spectra was observed with respect to the gel concentration level.

Key words: Carbopol 940®, wave attenuation coefficient, wave velocity, yield stress.

Introducción

El ultrasonido es una técnica no destructiva y no invasiva que se ha usado en el área médica para realizar estudios clínicos a través de imágenes, así como en el área industrial y en la investigación de materiales para determinar la calidad o algunas propiedades de los materiales, tales como densidad o resistencia mecánica (Santos De La Cruz *et al.*, 2014). También se ha utilizado para el análisis de fluidos complejos, como son polímeros, suspensiones coloidales y concreto fresco, con el objetivo de determinar parámetros reológicos como el esfuerzo de fluencia y la viscosidad (Lionetto *et al.*, 2005; Rodríguez-López *et al.*, 2013). Una de las ventajas de esta técnica es que se pueden realizar las pruebas en el sitio de trabajo y obtener resultados en tiempo real.

Por otra parte, un fluido viscoplástico es un fluido que se comporta como un material sólido por debajo de un valor de esfuerzo crítico, denominado *esfuerzo de fluencia*, pero fluye como un fluido viscoso cuando este valor se supera. Las características del fluido viscoplástico se presentan en varios materiales de uso industrial como lo son el concreto hidráulico fresco, geles poliméricos y lodos bentoníticos, así como en alimentos como las mermeladas, entre otros (Wilson, 2019). El valor de esfuerzo de fluencia se obtiene generalmente usando un reómetro de esfuerzos controlados por medio de distintas técnicas reométricas (Dinkgreve *et al.*, 2016). Sin embargo, cada técnica empleada proporciona ligeras variaciones en el valor del esfuerzo de fluencia. Se ha usado el método de ultrasonido para caracterizar polímeros (Lionetto & Maffezzoli, 2008) y para determinar el esfuerzo de fluencia en fluidos magnetoreológicos (Rodríguez-López *et al.*, 2013), por lo que puede ser aplicado este método para determinar el valor de esfuerzo de fluencia de fluidos viscoplásticos. Esta investigación tiene como objetivo caracterizar por reometría y por transmisión de onda ultrasónica geles de Carbopol-940, los cuales representan a un fluido viscoplástico ideal, y correlacionar las propiedades obtenidas a través de ultrasonido con el valor de esfuerzo

de fluencia obtenido con reometría convencional.

Materiales y Método

Preparación de los geles

Se usó carbopol 940® grado técnico con densidad de 0.20-0.23 g/cm³; agua destilada (Meyer) con peso molecular de 18.02 y un agitador mecánico RW-20 (IKA) de hélice con indicador digital para elaborar las dispersiones con concentraciones de 0.02 al 0.50 % (porcentaje en masa).

Se pesó la cantidad de agua y polvo de carbopol correspondiente para cada concentración y se siguieron las recomendaciones de Di Giuseppe *et al.*, (2015) para llevar a cabo el proceso de dispersión. El tiempo de agitación para dispersar el polvo en el agua fue de 4 a 8 horas a una velocidad de 1200 rpm. Posteriormente, las dispersiones se neutralizaron con trietanolamina comercial con un 85% de pureza (Lubrizol, 2010). El proceso de neutralización consistió en agregar una cantidad de trietanolamina a la disolución de carbopol y por medio de agitación homogeneizar la mezcla. La trietanolamina se agregó hasta alcanzar un valor de pH igual a 7. Con esto, la disolución de carbopol adquirió la consistencia de gel y además alcanzó su viscosidad máxima (Di Giuseppe *et al.*, 2015). Las burbujas de aire mayores a 1 mm de diámetro se expulsaron con el mismo proceso de agitación, debido a su efecto negativo en las mediciones de la velocidad de onda y en los valores del coeficiente de atenuación (Povey, 1997), así como en el valor de esfuerzo de fluencia.

Mediciones reométricas

Las pruebas reométricas se realizaron con un reómetro de esfuerzo controlado Physica MCR-301 modular (Anton-Paar, Graz, Austria) con una geometría de platos paralelos de 50 mm de diámetro y separación entre platos de 2 mm, a una temperatura de 23 °C. Con el objetivo de evitar el deslizamiento en pared, la superficie de los platos fue cubierta con lija de 82 micrómetros de rugosidad. Los datos obtenidos de las curvas de flujo, tanto para la rampa de ascenso como de descenso de la velocidad de corte, se ajustaron al modelo

de Herschel-Bulkley (Dinkgreve *et al.*, 2016). Se realizaron también ensayos de barridos de amplitud de la deformación en pruebas de oscilación y ensayos de recuperación del esfuerzo cortante en función del tiempo.

Mediciones ultrasónicas en transmisión directa

Se utilizó una celda de acrílico de compuertas con dimensiones interiores de 10x15x15 cm (Figura 1), diseñada para acoplar un par de transductores de contacto de onda de compresión (Olympus, PA, USA), con frecuencia nominal de 100 kHz, que fungieron como emisor y receptor. La distancia de separación entre los transductores, una vez acoplados a la celda, fue de 8.9 cm.

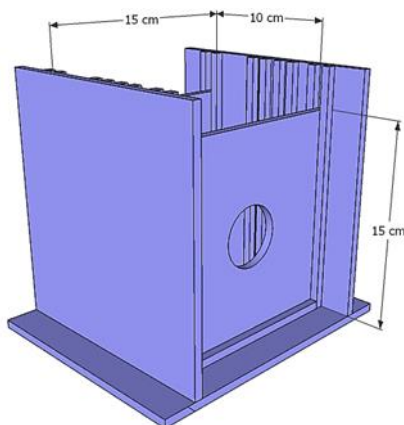


Figura 1. Representación esquemática de la celda con compuertas para acoplar los transductores, usada para realizar las pruebas ultrasónicas

Para medir y registrar las señales se utilizó un osciloscopio digital con entrada USB Handyscope HS3 con 2 canales, así como el software MultiChannel V1.06 para la visualización y toma de señales ultrasónicas. Se usó también un emisor/receptor de pulsos ultrasónicos Olympus 5058PR de alto voltaje (Olympus, PA, USA). Las pruebas con ultrasonido se realizaron a una temperatura de 23 °C.

El procesamiento de los datos se realizó con el software MatLab 2013®. Los espectros de Fourier se obtuvieron con el algoritmo de la transformada rápida de Fourier, así mismo se calculó la velocidad de propagación de onda. Para calcular los coeficientes de atenuación se

usaron tres métodos. El primero consistió en graficar los valores máximos de cada eco de la señal (en Voltios) en función de la distancia recorrida (para cada concentración). Estos valores se ajustaron a una función de decaimiento exponencial ae^{-bx} (Figura 2), donde b es el coeficiente de atenuación de la señal en Neper/cm (este valor se multiplicó por 8.686 para convertirlo a unidades de dB/cm). El segundo método se basó en analizar cada par de ecos máximos y determinar la distancia entre cada uno de ellos, como se muestra en la Figura 2. Por cada par de máximos y con la ecuación 1 se obtuvo el coeficiente de atenuación que al final fue promediado.

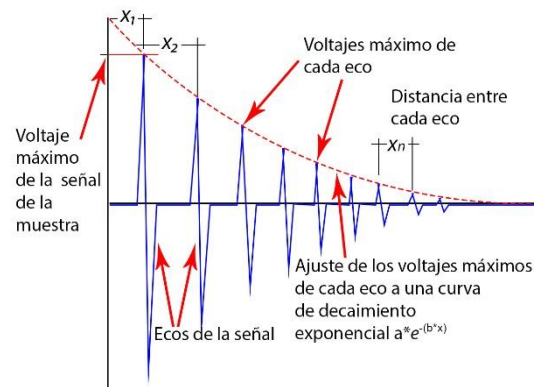


Figura 2. Representación esquemática de la señal de ultrasonido para obtener los coeficientes de atenuación

$$\alpha = \frac{20}{x_f - x_i} \log_{10} \left[\frac{V(x_i)}{V(x_f)} \right] \quad (1)$$

donde α es el coeficiente de atenuación en dB/cm; x_i y x_f es la diferencia de la distancia en donde se encuentra el par de ecos (Punurai, 2006); $V(x_i)$ y $V(x_f)$ corresponde al voltaje máximo de cada eco.

El tercer método consideró una señal previamente adquirida con agua destilada con ambos transductores en contacto cara a cara. El voltaje del pico máximo en el espectro de esta señal se tomó como base y se denominó “amplitud máxima en distancia de separación cero”. Después se obtuvo el voltaje máximo del promedio de las 30 señales de cada muestra. Los datos se sustituyeron en la ecuación 1. En este caso x_i y x_f fue el valor correspondiente a la separación entre transductores emisor y receptor colocados en

la celda; $V(x_i)$ es la “amplitud máxima en distancia de separación cero” en volts y $V(x_f)$ es el voltaje máximo de la señal de la muestra (Figura 2). Finalmente se realizó una correlación lineal entre el valor de esfuerzo de fluencia y los parámetros ultrasónicos. El sistema empleado para realizar las pruebas con ultrasonido se representa en la Figura 3.

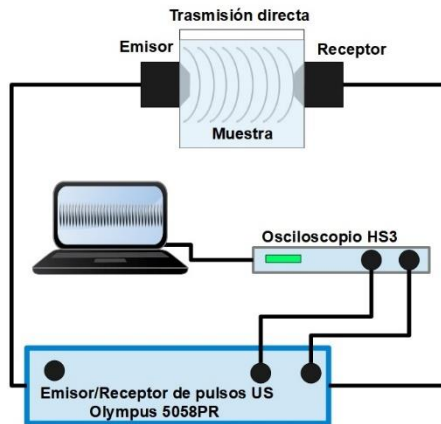


Figura 3. Sistema empleado para realizar las pruebas con ultrasonido

Resultados y Discusión

En la Figura 4 se muestran los valores de esfuerzo de fluencia obtenidos del ajuste de las curvas de flujo al modelo de Herschel-Bulkley, así como de la prueba de barridos de amplitud de la deformación en pruebas de oscilación y prueba de recuperación del esfuerzo cortante con el tiempo. En la prueba de barrido de amplitud el esfuerzo de fluencia se determinó a partir del cambio del módulo elástico (G') con respecto a la deformación, considerando una tolerancia de desviación del 10 %. Se observó que al principio $G' > G''$, lo cual es característico de geles viscoelásticos. Así mismo, se consideró el punto de cruce G' y G'' como un segundo valor de esfuerzo de fluencia, a este punto de cruce se denomina también como módulo característico (Dinkgreve *et al.*, 2016). Se considera que este valor de esfuerzo de fluencia no puede ser tomado como un valor real debido a que en ese punto se dice que el gel está ya fluyendo (Dinkgreve *et al.*, 2016) es por ese motivo que estos valores son mayores a los obtenidos con otras pruebas.

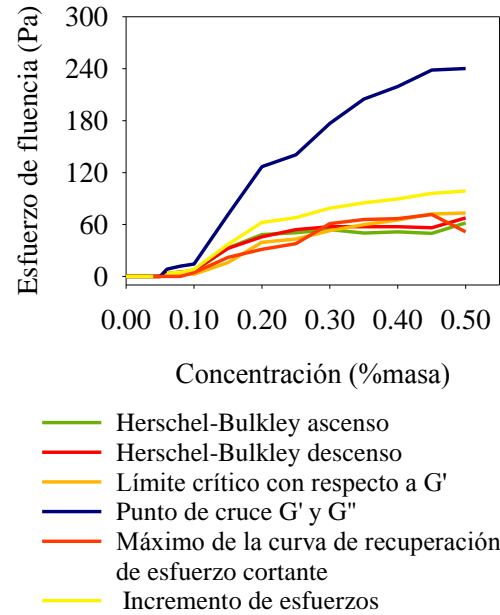


Figura 4. Dependencia del esfuerzo de fluencia de geles de Carbopol 940 en función de la concentración

En la Figura 5 se muestra la curva de esfuerzo de fluencia promedio para cada concentración de gel. En esta curva no se consideró el valor de esfuerzo cuando $G' = G''$ por los motivos mencionados en el párrafo anterior. Los geles con concentraciones menores a 0.10 % no presentan un valor significativo de esfuerzo de fluencia a diferencia de los geles con concentraciones mayores a 0.10 % donde la estructura del gel es más rígida y por lo tanto su valor de esfuerzo de fluencia incrementa significativamente (Kim *et al.*, 2003).

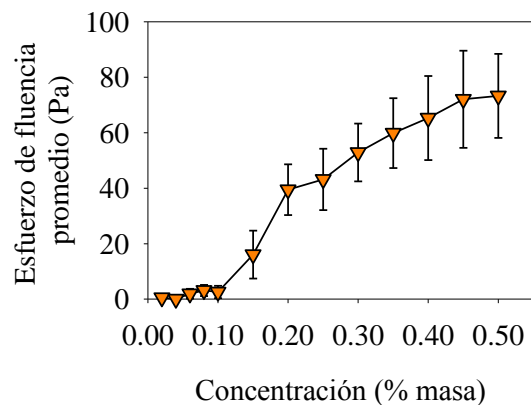


Figura 5. Curva promedio del esfuerzo de fluencia con respecto a la concentración de Carbopol 940®

Por otra parte, como se muestra en la Figura 6, la velocidad de propagación de onda se incrementó con respecto a la concentración y de acuerdo con la teoría aplicada a fluidos Newtonianos, la dependencia de la velocidad de propagación de onda con respecto a la concentración está inversamente relacionada con raíz cuadrada de la densidad del fluido y directamente relacionada con la raíz cuadrada del módulo elástico volumétrico (Lionetto y Maffezzoli, 2008).

Para concentraciones <0.10 % la velocidad de propagación no incrementa significativamente, algo similar a lo que se observa con el valor de esfuerzo de fluencia (Figura 5), sin embargo, para concentraciones >0.10 % se incrementa G' y la velocidad de propagación de los geles, mostrando una tendencia similar a la Figura 5.

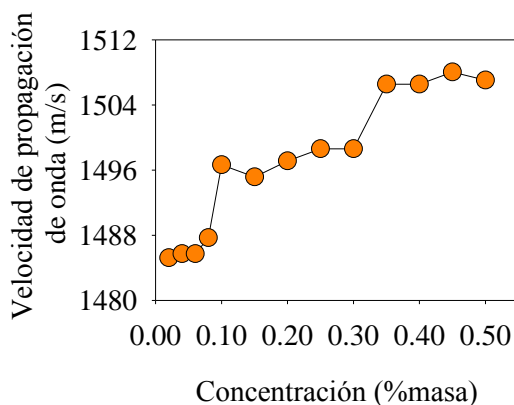


Figura 6. Variación de la velocidad de onda longitudinal en función de la concentración

Los coeficientes de atenuación obtenidos se muestran en la Figura 7. Los métodos 1 y 2 muestran un incremento en la atenuación de la onda al aumentar la concentración. Debido a que la viscosidad de los geles es mayor, la onda pierde más energía mientras viaja en un gel con concentración al 0.50 % que en geles menores a 0.10 % de concentración.

Por otro lado, ambos métodos muestran la misma tendencia porque, de acuerdo con Punurai, (2006), son dos formas diferentes de obtener el coeficiente de atenuación de un material.

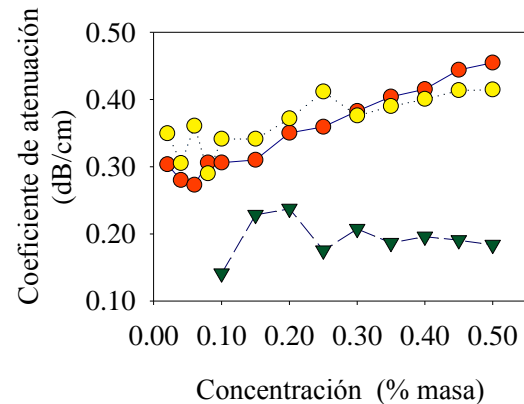


Figura 7. Variación de los coeficientes de atenuación en función de la concentración de geles de Carbopol 940® (naranja: método 1; amarillo: método 2; verde: método 3)

El método 3 no mostró una tendencia clara, incluso para concentraciones menores a 0.10 % no se obtuvieron valores de coeficiente de atenuación.

Con respecto a los espectros de Fourier, no se pudo observar una diferencia entre los espectros que permitieran identificar algún patrón con respecto a la concentración. En la Figura 8 se muestran dos espectros de geles con distinta concentración y se observan variaciones de amplitudes en el rango de 0 a 70 kHz, sin embargo, estos son atribuidos a la presencia de burbujas de aire de diámetro <1 mm, ya que este tamaño de burbuja no fue retirado, además que a medida que aumenta la concentración del gel es más difícil retirarlas.

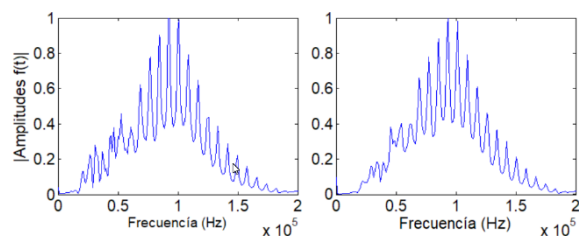


Figura 8. Espectro de amplitudes de Fourier de geles de Carbopol 940®; concentración 0.02% (izquierda) 0.20% (derecha)

En las Figuras 9 y 10 se muestran las relaciones entre esfuerzo de fluencia con respecto a la velocidad de onda y el coeficiente de atenuación, respectivamente. Se observó

que existe una relación lineal entre el esfuerzo de fluencia y la velocidad de onda, el coeficiente de determinación R^2 fue de 0.87 (Figura 9). Por otro lado, se observó también una relación lineal entre el esfuerzo de fluencia y el coeficiente de atenuación obtenido con el método 1, siendo este último el que tuvo un mayor coeficiente de determinación con $R^2=0.95$ (Figura 10).

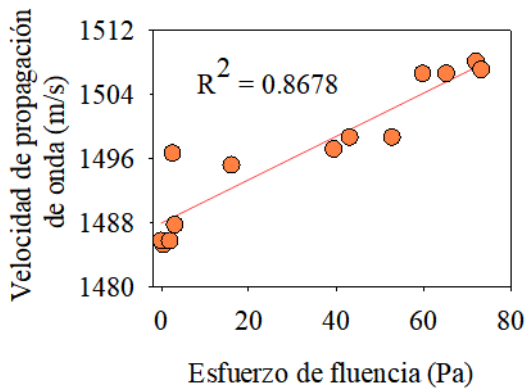


Figura 9. Correlación entre el esfuerzo de fluencia y la velocidad de propagación de onda

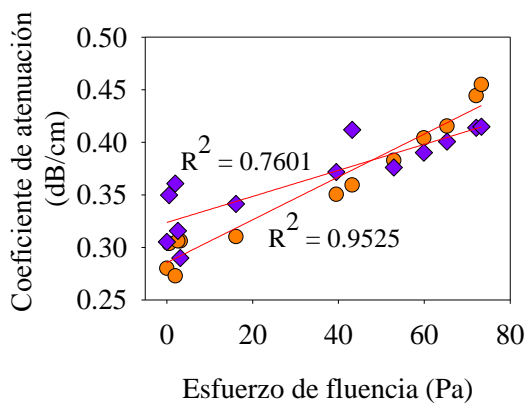


Figura 10. Correlación entre el esfuerzo de fluencia y los coeficientes de atenuación (círculos: método 1; rombos: método 2)

El cálculo del coeficiente de atenuación con el método 1 considera toda la distancia que recorre la onda en el gel, dando como resultado valores de coeficientes más exactos y que se relacionan de mejor manera con el valor del esfuerzo de fluencia (Figura 10) a diferencia de los otros dos métodos, en donde las distancias estimadas para cada par de eco eran, en ocasiones, mayores a la distancia que realmente recorría cada eco de la señal, o el

voltaje máximo de la señal no variaba en función de la concentración.

Conclusiones

La velocidad de propagación de onda está relacionada con las propiedades de los materiales, como la densidad y el módulo elástico, en este trabajo se encontró una relación directa entre velocidad de onda y esfuerzo de fluencia del fluido ya que el módulo elástico de los geles incrementa en función de la concentración, y por lo tanto el gel es más rígido, incrementando también el esfuerzo de fluencia. Esto se confirma con el coeficiente de determinación $R^2 = 0.86$ que se obtuvo de la correlación lineal. Por otro lado, el coeficiente de atenuación calculado con el método 1 y el esfuerzo de fluencia mostraron también una relación lineal, con un $R^2=0.95$. Estos valores de coeficientes de atenuación están relacionados con la pérdida de energía de la onda mientras viaja en el medio, es decir, hay una disipación de la energía de la señal debido a las propiedades mecánicas del fluido, por lo tanto, el incremento del coeficiente de atenuación está relacionado con el incremento del esfuerzo de fluencia. Por otra parte, no fue posible identificar cualitativamente algún patrón de cambio en los espectros de amplitudes de la señal con respecto a la concentración del gel. Los cambios en el rango de 0-70 kHz son atribuidos a la presencia de burbujas de aire con diámetro < 1 mm.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la SIP del IPN por el financiamiento de los proyectos SIP 20161339 y SIP 20170670. Jorge Antonio agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de maestría otorgada, así como al Instituto Politécnico Nacional por la Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI)

Referencias

Di Giuseppe, E., Corbi, F., Funiciello, F., Massmeyer, A., Santimano, T. N., Rosenau, M., & Davaille, A. (2015). Characterization of Carbopol® hydrogel rheology for experimental tectonics and geodynamics.

- Tectonophysics, 642(1), 29–45.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2014.12.005>
- Dinkgreve, M., Paredes, J., Denn, M. M., & Bonn, D. (2016). On different ways of measuring “the” yield stress. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 238, 233–241.
<https://doi.org/10.1016/j.jnnfm.2016.11.001>
- Kim, J. Y., Song, J. Y., Lee, E. J., & Park, S. K. (2003). Rheological properties and microstructures of Carbopol gel network system. *Colloid and Polymer Science*, 281(7), 614–623. <https://doi.org/10.1007/s00396-002-0808-7>
- Lionetto, F., & Maffezzoli, A. (2008). Polymer characterization by ultrasonic wave propagation. *Advances in Polymer Technology*, 27(2), 63–73.
<https://doi.org/10.1002/adv.20124>
- Lionetto, F., Montagna, F., & Maffezzoli, A. (2005). Ultrasonic dynamic mechanical analysis of polymers. *Applied Rheology*, 15(5), 326–335.
<https://doi.org/10.3933/ApplRheol-15-326>
- Lubrizol. (2010). TDS-237 Neutralizing Carbopol® and Pemulen Polymers in Aqueous and Hydroalcoholic Systems - Technical Data Sheets. c. Recuperado de <http://www.lubrizol.com/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=31936%0A>
- Povey, M. J. W. (1997). *Ultrasonic Techniques for Fluids Characterisation*. San Diego: Academic Press.
- Punurai, W. (2006). Cement-based materials’ characterization using ultrasonic attenuation. *Environmental Engineering*, (May), 170. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.113.463&rep=rep1&type=pdf>
- Rodríguez-López, J., Elvira, L., De Espinosa Freijo Montero, F., Bossis, G., & De Vicente, J. (2013). Measuring the yield stress in magnetorheological fluids using ultrasounds. *Applied Physics Letters*, 102(8).
<https://doi.org/10.1063/1.4794023>
- Santos De La Cruz, E., Cancino Vera, N., Yenque Dedios, J., Ramírez Morales, D., & Palomino Pérez, M. (2014). El Ultrasonido Y Su Aplicación. *Industrial Data*, 8(1), 025.
<https://doi.org/10.15381/idata.v8i1.6153>
- Wilson, D. I. (2019). Industrial applications of yield stress fluids. En *CISM International Centre for Mechanical Sciences, Courses and Lectures* (Vol. 583, pp. 195–259).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-89438-6_6

DETECCIÓN DE CONTAMINACIÓN DE ORIGEN AGRÍCOLA EN SAN ANTONINO CASTILLO VELASCO, OAXACA.

Hernández Sánchez, Rosa Isabel* y Belmonte Jiménez, Salvador Isidro
Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR- Unidad Oaxaca

*Autor para correspondencia: rosaisabelhdz@gmail.com

Resumen

La agricultura con siembra de riego y temporal es la principal actividad económica en San Antonino Castillo Velasco. Constituyen una importante fuente de contaminación al suelo y subsuelo debido al uso inapropiado de agroquímicos. Para conocer el efecto sobre el subsuelo y el acuífero se seleccionaron tres parcelas en el área de estudio, cada una de estas tiene diferentes procesos químicos y según la erosión del suelo se clasificó en bajo (P1), medio (P2) y alto (P3).

La medición de los parámetros de pH, Ce y H determinaron las características del suelo a una profundidad máxima de 30 cm, la tomografía eléctrica y polarización inducida (PI) mostró una litología más detallada hasta 3m. Se determinó que el material predominante en los primeros 3m es arena arcillosa, se observa la presencia de arenas saturadas a profundidades mayores de 19 m asociadas al acuífero lo cual coincide con las mediciones piezométricas promedio del área de estudio. La litología obtenida en la tomografía mostró resistividades entre 5 y 10 Ω m a una profundidad de 1 m y espesor de 2 m, el valor de estas resistividades no se asocia con cortes litológicos por lo que se infirió una posible contaminación por agroquímicos en la zona no saturada. El tipo de agua predominante en el área de estudio es bicarbonatada cálcica magnésica asociada al tipo de geología predominante en el área de estudio.

Palabras Clave: Agricultura, agroquímicos, agua subterránea, resistividad, tipo de agua .

Abstract

Agriculture with irrigation and seasonal sowing is the main economic activity in San Antonino Castillo Velasco. They constitute an important source of contamination to the soil and subsoil due to the inappropriate use of agrochemicals. To know the effect on the subsoil and the aquifer, three plots were selected in the study area, each one of them has different chemical processes and classified according to soil erosion in low (P1), medium (P2) and high (P3).

The measurement of the parameters of pH, Ce and H determined the characteristics of the soil at a maximum depth of 30 cm, the electrical tomography and induced polarization (PI) showed a more detailed lithology up to 3m. It was determined that the predominant material in the first 3m is clayey sand, we observe the presence of saturated sands at depths greater than 19 m associated with the aquifer which coincides with the average piezometric measurements of the study area.

The lithology obtained in the tomography showed resistivities between 5 and 10 Ω m at a depth of 1 m and with a thickness of 2 m. The value of these resistivities is not associated with lithological cuts, so a possible contamination by agrochemicals was inferred in the area saturated the type of water that predominates in the study area is magnesium calcium bicarbonate associated with the type of geology prevailing in the study area.

Key words: Agriculture, agrochemicals, groundwater, resistivity, type of water.

Introducción

La agricultura es considerada como la principal fuente productora de alimentación y, en la búsqueda de tener una mayor eficiencia en la producción se han utilizado grandes cantidades de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes). La mayoría de los plaguicidas son productos tóxicos que ocasionan daños al ambiente y a los seres vivos (García Hernández *et al.*, 2018). En la actualidad los científicos coinciden en el exceso de aplicación de plaguicidas (insecticidas, herbicidas, fungicidas y bactericidas) en el sector agrícola, lo que ha dado lugar al deterioro de las tierras de cultivo y a la generación de resistencia para algunas plagas (Silveira-Gramont *et al.*, 2018).

El uso continuo de plaguicidas persistentes y no biodegradables ha contaminado los ecosistemas como el agua, el aire y el suelo. Los pesticidas también han entrado en la cadena alimenticia y se han bioacumulado en el nivel trófico más alto. Recientemente, varias enfermedades humanas agudas y crónicas se han asociado con la exposición a plaguicidas (Gill & Garg, 2014). Es por ello que en los últimos años se ha incrementado el uso de técnicas no invasivas para conocer la afectación en las tierras de cultivo. Tal es el caso de los métodos geofísicos, los cuales, son utilizados en la interpretación geológica, estructural e hidrológica y con fines ambientales para inferir contaminantes en suelo denominándose geofísica ambiental, ésta utiliza técnicas que responden a las propiedades físicas del subsuelo para definir plumas contaminantes provenientes de tiraderos a cielo abierto o rellenos sanitarios. Su implementación se caracteriza por ser económica, no invasiva y por proporcionar una visión global de la zona de estudio.

El desarrollo de los plaguicidas y el uso excesivo e inadecuado de estos, ha generado el interés por conocer su efecto en la zona no saturada de tres predios ubicados en San Antonino Castillo Velasco, utilizando métodos geofísicos en suelo (tomografía eléctrica y polarización inducida) y métodos fisicoquímicos en agua en 19 pozos noria (análisis de iones mayores y menores).

Materiales y Métodos

Se identificaron tres tipos de parcelas que cumplieran con las características adecuadas para la realización de los estudios, esto es, tener una reseña histórica de los procesos químicos que se han realizado en los predios como el uso de fertilizantes o pesticidas por tiempo definido o indefinido, cada uno de estos predios tiene diferentes procesos químicos y según la erosión del suelo se clasificó en bajo (P1), medio (P2) y alto (P3). La metodología se estableció en tres etapas: la primera fue la medición de pH, conductividad y humedad en suelo a una profundidad máxima de 30 cm a lo largo de los perfiles trazados en cada parcela con una separación entre mediciones de 1m, para el pH y temperatura se utilizó un pHmetro portátil HANNA HI99121 para medir directamente en suelos, la conductividad eléctrica (CE) se midió con un instrumento que ha sido diseñado para realizar mediciones rápidas y precisas de la conductividad en suelos marca HANNA HI993310 y la humedad se midió con un humidímetro.

La segunda etapa consistió en la aplicación de métodos geofísicos como tomografía eléctrica. Se realizaron 6 tomografías, dos por perfil utilizando un equipo de la marca SYSCAL con un arreglo Dipolo-Dipolo con un espaciamiento entre electrodos de 1m. Se colocaron 24 electrodos a lo largo del perfil cuya orientación fue N-S. Para polarización inducida, se utilizó un equipo y disposición electródica similar al anterior. Se realizaron 3 perfiles de polarización inducida (PI), cuyo procedimiento consiste en enviar una corriente a través del dipolo emisor a 0.05 y 3.0 cps. Los datos obtenidos se procesaron utilizando el Software Res2DInv para la inversión de las resistividades. Para determinar la calidad del agua se tomaron muestras de agua en los 19 pozos que se encuentran ubicados a los alrededores de los predios, la toma de muestra se hizo de acuerdo a lo establecido en las técnicas de muestreo descritas en la norma oficial mexicana NOM-014-SSA1-1994. Las muestras obtenidas se llevaron al laboratorio de análisis de aguas del CIIDIR- OAXACA donde se analizaron los siguientes parámetros: dureza total, dureza al calcio, la alcalinidad

(carbonatos y bicarbonatos), cloruros, sulfatos, calcio, magnesio. Los resultados de los análisis fisicoquímicos de Na, K, Ca, Mg, Cl, SO₄, HCO₃ y NO₃ que se realizaron en el laboratorio se introdujeron en el programa DIAGRAMMERS para la clasificación del agua y obtener los diagramas de Piper.

Resultados y Discusión

Etapas 1: El porcentaje de humedad en una escala de 0 a 10, donde el 0 indica suelo seco y el 10 suelo húmedo. El perfil 2 muestra una humedad del 0.5 en los primeros 10 m, después se observa un incremento variable en un rango de 1 a 6. A lo largo del perfil 3 se muestra una variabilidad de 2 a 8. La conductividad del suelo es muy importante para el cultivo de plantas, y está relacionada con la cantidad de sales que contiene el suelo, todos los valores se encuentran por debajo de 1 mS/cm lo que indica que es una tierra apta para cultivar. Los valores de pH en el perfil 2 presenta un suelo ácido, debido principalmente a que han utilizado agroquímicos y es la parcela que se encuentra con siembra a lo largo de todo el transecto, el perfil 3 tiene un suelo neutro con tendencia ácida al final.

Etapas 2: En el perfil 1 se aprecia en las capas superficiales valores conductores o con resistividades bajas que van de 15 a 30 Ω m hasta aproximadamente 50 cm probablemente por una mayor concentración de sales y humedad en ese perfil de suelo, se observa al final de la tomografía cuerpos con resistividades de 5 a 10 Ω m con un espesor aproximado de 2 m. En el perfil 2 se observan estratos horizontales muy definidos, en los primeros 50 cm se indican resistividades mayores a 20 Ω m, seguido de resistividades entre 10 y 20 Ω m con un espesor aproximado de 50 cm y por último se observa una capa horizontal de espesor de 1.5 m con resistividades entre 6 y 10 Ω m.

En el perfil 3 al inicio de éste (Fig. 1) se observa una resistividad mayor a 35 Ω m y un espesor de 50 cm, seguido de resistividades entre 14 y 20 Ω m con un espesor de 1m y continúan resistividades entre 6 y 10 Ω m con espesores de 2 m. Las resistividades en un rango de 20-35 Ω m se asocian con material

arcilloso; de 10-20 Ω m a arenisca arcillosa saturada y de 6-10 Ω m a una alteración en el material del suelo, similar a lo que obtuvo Sanz, Duque, & Gómez (2010).

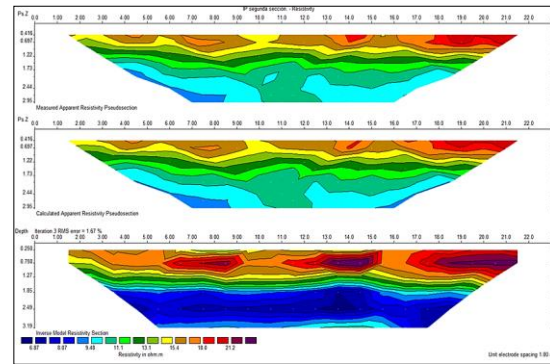


Figura 1. Cortes resistivos del perfil 2 en San Antonino Castillo Velasco.

De acuerdo a las resistividades obtenidas se infiere que el corte litológico de este perfil en los primeros 50 cm se tiene un material del tipo arena arcillosa, en los siguientes 50 cm se tiene arena arcillosa saturada, después se observa una capa horizontal con un espesor de 2 m y de resistividades entre 5 y 10 Ω m, se asocia a contaminantes por agroquímicos, este perfil pertenece a la parcela 2 y de acuerdo a la clasificación esta parcela está identificada como un terreno donde se han usado continuamente agroquímicos.

Polarización inducida (IP): La sección de resistividad obtenida al utilizar el método de polarización inducida se observan resistividades aparentes en el primer metro entre 17 y 30 Ω m asociado a material del tipo arenas arcillosas, utilizando este método se obtiene el mismo resultado que la tomografía 1 con las mismas resistividades. En los siguientes 2 m se observan resistividades entre 6 y 10 Ω m, que se asocia a material alterado por agroquímicos.

La cargabilidad del perfil IP3 muestra los valores más altos y son mayores a 6 mV/V, se puede observar 4 valores anómalos en el primer metro de profundidad.

Etapas 3: La medición de niveles piezométricos en 19 pozos noria ubicados en los alrededores de los predios indica que la dirección de flujo predominante es de este a

oeste, observándose dos gradientes principales. De acuerdo al diagrama de Piper el tipo de agua predominante en el área de estudio es bicarbonatada cálcica magnésica, se observa que el catión dominante es el calcio con un 70%, el magnesio con un 20% y un 10% de sodio y el anión predominante es el bicarbonato con un 90% (Fig. 2).

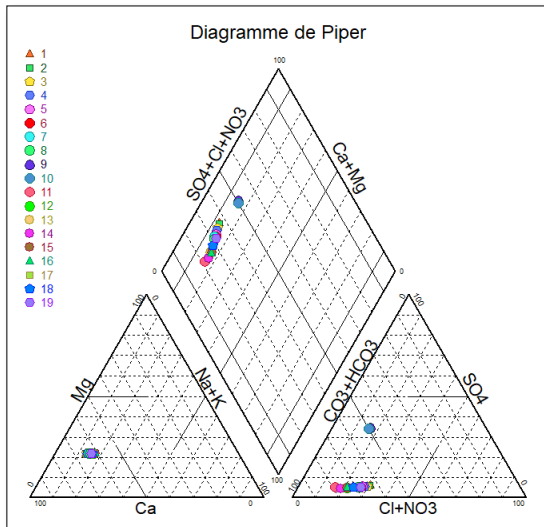


Figura 2. Diagrama de Piper indicando el tipo de agua predominante en el área de estudio.

El tipo de agua se debe principalmente al tipo de roca ígnea, anhidrita, caliza, presente en la zona que son del tipo de los silicatos claros, que al estar en contacto agua-roca se disocia el calcio. La composición química del agua depende de tres factores fundamentales: la climatología, la geología de la región y el tipo de actividades humanas que en ella se desarrollan. En los resultados en mg/l de iones mayores y menores de los 19 pozos analizados se observa que ninguno de los iones se encuentra arriba del límite permisible según la NOM-127-SSA1-1994.

Conclusiones

Los métodos geofísicos utilizados en esta investigación mostraron las características del suelo a diferentes profundidades, los primeros 30 cm presentan una conductividad eléctrica adecuada para el crecimiento de las plantas, sin embargo, el medio es ácido asociado a la

humedad del suelo que es nula en sitios donde no se estaba sembrando.

Los datos de tomografía eléctrica determinaron que en los primeros 50 cm hay arenas arcillosas, en los siguientes 50 cm arenas arcillosas saturadas, se observa una capa de 2 m con resistividades entre 5 y 10 Ω m, según estos datos se infiere la presencia de estratos alterados por agroquímicos.

De acuerdo a los datos de IP en la relación resistividad- cargabilidad se infiere que a valores mayores de cargabilidad y valores bajos de resistividad existe la presencia de contaminantes por infiltración (Busquet, Casas, Pinto, & Sabadía, 1996; Marín & Avedaño, 2017). La presencia de valores bajos de cargabilidad indica la presencia de material del tipo arenisca arcillosa.

El tipo de agua predominante es Bicarbonatada Cálcica Magnésica, el tipo de agua se debe principalmente al tipo de roca ígnea, anhidrita, caliza, que al estar en contacto el agua y la roca, se disocia el calcio.

Literatura citada:

- Busquet, E., Casas, A., Pinto, Y., & Sabadía, L. R. Y. J. B. (1996). Geofísica ambiental : técnicas no destructivas para el reconocimiento de zonas contaminadas por vertidos, *30* (1995), 73–82.
- García Hernández, J., Leyva Morales, J. B., Martínez Rodríguez, I. E., Hernández Ochoa, M. I., Aldana Madrid, M. L., Rojas García, A. E., ... Perera Rios, J. H. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, *34*(Special Issue 1), 29–60. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.es.p01.03>
- Gill, H. K., & Garg, H. (2014). World ' s largest Science , Technology & Medicine Open Access book publisher Pesticides : Environmental Impacts and Management Strategies. *Pesticides - Toxic Aspects*, 187–230. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57399>
- Marín, E., & Avedaño, F. . (2017). Prospección geofísica ambiental aplicada a

la detección de plumas contaminantes debidas a la infiltración de lixiviados en un relleno sanitario, bajo la adaptación de sondeos eléctricos verticales de resistividad y polarización inducida, para obtener tomo.

- Sanz, H., Duque, E., & Gómez, S. (2010). Soil resistivity as a Function of frequency. *Scientia et Technica*, XVI(44), 1-6 p.
- Silveira-Gramont, M. I., Aldana-Madrid, M. L., Piri-Santana, J., Valenzuela-Quintanar, A. I., Jasa-Silveira, G., & Rodríguez-Olibarria, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: Un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de sonora, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 34(1), 7–21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01>
- SSA (Secretaría de Salubridad y Asistencia). (1994). Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993, Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.
- SSA. (Secretaría de Salubridad y Asistencia). (1994). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación.

IDENTIFICACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS HÚMEDOS Y SECOS MEDIANTE ESCALAS ESPECÍFICAS DEL ÍNDICE ESTANDARIZADO DE PRECIPITACIÓN Y EVAPOTRANSPIRACIÓN

Llanes Cárdenas, Omar*, Norzagaray Campos, Mariano, González González, Gabriel Eduardo,
López Rocha, Jesús Saúl

¹Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Sinaloa.

*Autor para correspondencia: oma_llanes@hotmail.com

Resumen

Dos de los problemas ambientales con mayor recurrencia en el mundo son las sequías meteorológicas y las inundaciones, por lo que es esencial identificar estos fenómenos mediante información de fácil acceso. El objetivo de este estudio fue identificar eventos extremos húmedos y secos mediante dos escalas del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI): tres meses (SPEI-3) y 24 meses (SPEI-24), en el estado de Sinaloa. Se utilizó la base de datos mundial del SPEI y se recopiló datos para el período Junio-Septiembre. Para la identificación de eventos extremos, se aplicó la clasificación de Serrano et al. (2010). La región climática muy seca, presentó eventos extremos húmedos para julio de 1975, 1981 y 1984 y junio y agosto de 1984, con magnitudes que oscilaron de $SPEI-3 = 2.16$ a $SPEI-3 = 3.11$. La región seco y semi-seco para septiembre de 1966 fue la única que registró sequías meteorológicas extremas con un $SPEI-24 = -2.05$. Las regiones muy seco y sub-húmedo cálido, no presentaron sequías extremas, sin embargo, las mayores magnitudes negativas del SPEI-24 se presentaron en julio de 1968 ($SPEI-24 = -1.58$) y septiembre de 1966 ($SPEI-24 = -1.69$). Estos valores extremos del SPEI-3 y SPEI-24 pueden servir para identificar y pronosticar eventos de inundaciones y sequías meteorológicas, respectivamente, los cuales pueden ocasionar desde hambre y enfermedades gastrointestinales hasta pérdida de vidas humanas en este estado agrícola líder en México.

Palabras Clave: hambre, inundaciones, sequías meteorológicas, vidas humanas.

Abstract

Two of the most recurring environmental problems in the world, are the meteorological droughts and the floods, then it is important to identify these phenomena through easily accessible information. The aim of this study was to identify wet and dry extreme events using two scales of Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI): three months (SPEI-3) and 24 months (SPEI-24), respectively in Sinaloa State. The worldwide SPEI database was used, and daily data was collected for the period June to September. For the identification of extreme events, it was applied the classification of Serrano et al. (2010). Very dry climatic region showed humid extreme events for July 1975, 1981 and 1984 and June and August 1984, with magnitudes ranged from $SPEI-3 = 2.16$ to $SPEI-3 = 3.11$. Dry and semi-dry region for September 1966 was the only one that recorded extreme meteorological droughts with a $SPEI-24 = -2.05$. Very dry region and sub-humid warm region, did not show extreme droughts, however the greatest negative magnitudes of SPEI-24 were presented in July 1968 ($SPEI-24 = -1.58$) and September 1966 ($SPEI-24 = -1.69$). These extreme values of SPEI-3 and SPEI-24 can be used to identify and forecast events of floods and meteorological droughts, respectively, which can cause from hunger and gastrointestinal diseases to the loss of human lives in this leading agricultural state in Mexico.

Key words: hunger, floods, meteorological droughts, human lives.

Introducción

La ocurrencia de eventos extremos en la naturaleza son fenómenos que se presentan históricamente y son recurrentes (Ávila y Vide, 2013). Cada vez es mayor el número y sofisticación en las de herramientas para identificar y dimensionar estos eventos extremos (Serrano *et al.*, 2010).

Existen diversos índices y fórmulas matemáticas para identificar y calcular diversos fenómenos hidrometeorológicos como las heladas, sequías intensas, inundaciones, extremos calientes, extremos fríos, número de días con calor extremo, temperatura máxima maximórum, temperatura mínima minimórum, entre otros indicadores (Ruiz *et al.*, 2005). Para el caso específico de identificación de eventos extremos de sequía e inundaciones se puede hacer mención del Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés), el cual se basa para su cálculo en el único parámetro de la precipitación pluvial (Méndez y Magaña, 2009).

Actualmente existe otro Índice estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI, por sus siglas en inglés), el cual no solo utiliza la precipitación pluvial para el cálculo de sequías extremas e inundaciones sino también utiliza el parámetro de evapotranspiración ya sea potencial o de referencia, de acuerdo sea el dato disponible. El índice SPEI tiene diversas bondades, como por ejemplo puede calcular un evento extremo ya sea húmedo o seco de acuerdo a una serie de escalas mensuales. Así que en este estudio se utilizaron las escalas de 3 y 24 del SPEI (SPEI-3) y 24 meses (SPEI-24) para la identificación de eventos extremos húmedos y secos, respectivamente.

Debido a la falta de información de las estaciones meteorológicas, este análisis surge de la necesidad de que con la mínima cantidad de variables se pueda calcular e identificar eventos extremos que ayuden en la caracterización hidroclimatológica del noroeste de México, el cual es una zona con altos índices de producción agrícola (Llanes *et al.*, 2015).

Este tipo de estudios son importantes no solo para la identificación de eventos extremos secos y húmedos, sino también para predecir

inicialmente posibles eventos extremos de acuerdo a la ciclicidad y determinar sitios específicos o zonificar el peligro de ocurrencia de eventos extremos o la intensificación de estos eventos mediante la escala de variación propuesta por Serrano *et al.* (2010). El objetivo de este estudio es identificar eventos extremos húmedos y secos mediante dos escalas mensuales del índice SPEI (SPEI-3 y SPEI-24, respectivamente). Este estudio aporta a la identificación de eventos extremos húmedos y secos mediante la obtención de datos de fácil acceso.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de estudio elegida fue el estado de Sinaloa por ser un estado líder en actividades agrícolas y de las cuales depende gran parte de la población Sinaloense y Mexicana (SAGARPA, 2015).

Mediante la base de datos en el sitio web: <http://sac.csic.es/spei/>, se obtuvieron las bases de datos diarios del índice SPEI-3 y SPEI-24. Las bases de datos se ordenaron para los meses de junio a septiembre. De acuerdo a la clasificación de Serrano *et al.* (2010), para poder identificar eventos extremos húmedos y secos de tres regiones climáticas (muy seco, seco y semi-seco y sub-húmedo cálido) se recurrió a la presencia de magnitudes de SPEI-3 > 2.0 y para poder identificar eventos extremos secos de recurrió a la presencia de magnitudes de SPEI-24 < -2.0 (Tabla 1).

Tabla 1. Magnitudes para clasificar el índice SPEI para eventos extremos húmedos y secos. Fuente: Méndez y Magaña (2009).

SPEI (adimensional)	Categoría
>2.0	Extremadamente húmedo
1.5 a 1.99	Severamente húmedo
1.0 a 1.49	Moderadamente húmedo
0.5 a 0.99	Húmedo
0.0 a 0.49	Levemente húmedo
-0.49 a 0.0	Levemente seco
-0.99 a -0.50	Seco
-1.49 a -1.0	Moderadamente seco
-1.99 a -1.5	Severamente seco
<-2.0	Extremadamente seco

Resultados y Discusión

En la figura 1 se puede observar que las regiones climáticas por meses y años que registraron eventos extremos húmedos fueron: la región climática muy seca fue la única que registró eventos extremos húmedos para los meses de junio de 1984, julio en 1975, 1981 y 1984 y agosto de 1984. Estos resultados son similares a los reportados por Llanes *et al.* (2016), quienes reportan que el año 1984 fue el año con mayor humedad y con menor evapotranspiración considerando al período 1961-2000.

Los mayores valores del SPEI-3 oscilaron de 2.16 a 3.11. Estos extremos húmedos pueden generar inundaciones y hasta pérdida de vidas humanas y disminución de los rendimientos agrícolas por anegamiento de los diversos cultivos.

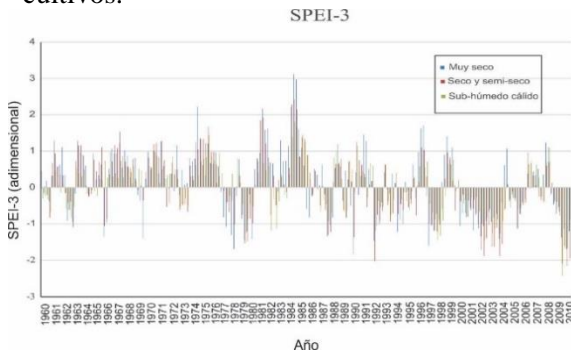


Figura 1. Variación del SPEI-3 en el estado de Sinaloa. Fuente: Autores a partir de base de datos del SPEI y la clasificación climática del INEGI.

De acuerdo a la figura 2, para la región climática seco y semi-seco el mes de septiembre para el año 1966 fue el único registro de un $\text{SPEI-24} \leq -2.0$ con un valor registrado de -2.05 . De acuerdo a este resultado se pueden proponer medidas de prevención de daños por sequías extremas en la delimitación de la región seco y semiseco de Sinaloa, por ejemplo, para aminorar los rendimientos de los cultivos agrícolas sensibles a la escasez de agua como el maíz de temporal (Teboho y Mokhele, 2017).

Las regiones climáticas muy seco y sub-húmedo cálido no registraron eventos extremos secos, sin embargo, los valores menores del SPEI-24 se registraron en julio de 1968 ($\text{SPEI-24} = -1.58$) y septiembre de 1966 ($\text{SPEI-24} = -1.69$), respectivamente.

Los mayores valores negativos corresponden a eventos extremadamente secos, los cuales pueden desencadenar desde enfermedades gastrointestinales hasta golpes de calor y extremos calientes que pueden desencadenar holas de calor y alteración en la productividad del suelo.

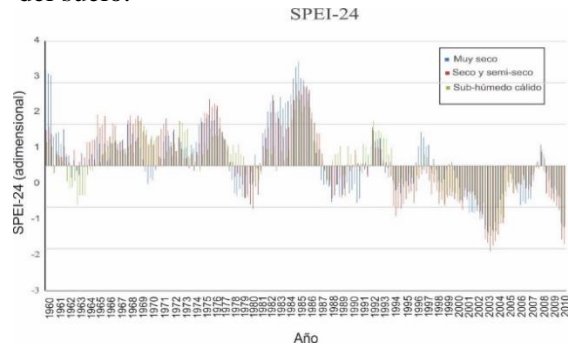


Figura 2. Variación del SPEI-24 en el estado de Sinaloa. Fuente: Autores a partir de base de datos del SPEI y la clasificación climática del INEGI.

Estos resultados pueden ayudar en la solución de problemáticas en Sinaloa como el hambre y desnutrición y pueden proporcionar acceso a mejores condiciones de vida de los pobladores mediante una identificación oportuna de eventos ambientales extremos como sequías e inundaciones.

Conclusiones

Este estudio sirve como base para conocer los meses y años con registros de eventos extremos húmedos y secos. Los eventos extremos húmedos se registraron en los años 1975, 1981 y 1984. En 1966 solo se registró un evento extremo seco. Este tipo de estudios ayudan a comprender la dinámica de los eventos extremos que pueden provocar pérdida en los rendimientos agrícolas, hambre y hasta pérdidas de vidas humanas por efecto de la ocurrencia de inundaciones.

Agradecimientos:

A la Secretaría de Investigación y Posgrado del Instituto Politécnico Nacional (SIP-IPN) por el apoyo económico brindado mediante los proyectos de Investigación con registro SIP20170218 and 20170039.

Bibliografía

- Ávila, P.K. & Vide, J.M. (2013). Análisis estadístico de los eventos extremos de precipitación en la zona centro y sur de Chile continental. *Cuadernos Geográficos*, 52, 69-83.
- Información por Entidad. Available online: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/>. (accessed on 10 March 2017).
- Llanes, C.O., Norzagaray, C.M., Muñoz, S.N.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.*, 25, 2283–2292.
- Llanes, C.O., Norzagaray, C.M., Muñoz, S.P., Ruiz, G.R., Troyo, D.E. & Álvarez, R.P. (2015). Hydroclimatic trends in areas with high agricultural productivity in northern Mexico. *Pol. J. Environ. Stud.*, 24, 1165–1180.
- Méndez, M. & Magaña, V. (2009). Regional Aspects of Prolonged Meteorological Droughts over Mexico and Central American. *J. Clim.*, 1175–1188.
- Ruiz, C.J.A., Medina, G.G., Macías, J.C., Silva, M.M.S. & Díaz, G.P. (2005). Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sinaloa (Período 1961-2003). *Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRNO*. Cd. Obregón, Sonora, México. 154 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2015). *Agenda técnica agrícola de Sinaloa, segunda edición*. ISBN978-607-7668-39-8. 242 p.
- Serrano, S.M.V., Beguería, S. & López, M.J.I. (2010). A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index–SPEI. *J. Clim.*, 23, 1696–1718.
- Teboho, E.M., Mokhele, E.M. (2017). Use of standardized precipitation evapotranspiration index to investigate drought relative to maize, in the Luvuvhu River catchment area, South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth*, 1-9.
- The Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI). Available online: <http://sac.csic.es/spei/>. (accessed on 30 March 2017).

EFECTO DEL FOROFITO SOBRE LA PROBABILIDAD DE REPRODUCCIÓN DE *Tillandsia carlos-hankii* Matuda (BROMELIACEAE)

López-López Judith Isabel, Mondragón Chaparro Demetria M.* y Ramírez-Martínez Adriana
Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral
Regional (Unidad Oaxaca).

*Autor para correspondencia: dmondragon@ipn.mx

Resumen

La vida de las epífitas está ligada a sus forofitos (hospederos). Para evaluar la variación en la probabilidad de reproducción de *Tillandsia carlos-hankii*, una bromelia epífita creciendo sobre árboles de diferentes géneros, se marcaron 10 bromelias de tamaños similares, creciendo sobre *Quercus* y 10 creciendo sobre *Pinus* en un bosque de pino-encino en la Sierra Norte de Oaxaca, México, a una altitud de 2300 m.s.n.m. De junio del 2016 a mayo 2017 se realizaron censos mensuales en donde se monitoreó la emergencia de inflorescencias y la floración. Las bromelias creciendo en pinos y encinos tuvieron tamaños similares ($t = -1.84$, $d.f. = 10$, $p > 0.05$); ninguno de las bromelias en pinos pasaron a la fase reproductiva (0%), mientras que dos bromelias en encinos formaron inflorescencias (20%), dicha variación fue estadísticamente significativa ($\chi^2 > 3.841$, $p = 0.05$). La floración de las bromelias creciendo en encinos inició en diciembre y terminó en mayo. Nuestros resultados muestran que la probabilidad de reproducción de *T. carlos-hankii* está influenciada por el género de sus forofitos.

Palabras clave: Bosque de pino-encino, epífitas vasculares, floración, Oaxaca.

Abstract

The life of epiphytes is linked to their phorophyte (hosts). To evaluate the variation in the probability of reproduction of *Tillandsia carlos-hankii*, an epiphytic bromeliad growing on trees of different genus, 10 bromeliads of similar sizes were marked, growing on *Quercus* and 10 growing on *Pinus* in a Pine-Oak forest in the Sierra Norte of Oaxaca, Mexico, at an altitude of 2300 m.a.s.l. From June 2016 to May 2017, monthly censuses were carried out, where the emergence of inflorescence and flowering was recorded. Bromeliads growing on pines and oak has similar size ($t = -1.84$, $D.F. = 10$, $p > 0.05$); None of the bromeliads growing on pines produced inflorescences (0%), while two bromeliads growing on oaks did (20%), this variation was statistically significant ($\chi^2 > 3.841$, $p = 0.05$). The bloom of the bromeliads growing in oaks began in December and ended in May. Our results show that the probability of reproduction of *T. carlos-hankii* is influenced by the genus of its phorophyte.

Key words: Pine-oak forest, vascular epiphytes, flowering, Oaxaca.

Introducción

El éxito reproductivo de epífitas vasculares está influenciado por la identidad de sus plantas hospederas (forofitos); por ejemplo, a nivel comunidad, Flores-Palacios y García-Franco (2006) encontraron una correlación positiva entre la riqueza de las epífitas y el tamaño del forofito, mientras que Einzmann *et al.* (2015) reportan una alta proporción de especies epífitas con metabolismo CAM en árboles caducifolios. A nivel población, Ticktin *et al.* (2016) encontraron que la tasa de crecimiento poblacional de *Tillandsia macdougalli* L.B.Sm. que crece en pinos difiere de aquellos que crecen en encinos. A nivel individual, Einzmann *et al.* (2015) mencionan que hay un bajo crecimiento y supervivencia de helechos xerófitos que crecen en árboles deciduos comparado con aquellos que crecen en árboles perennes.

Estos estudios previos sugieren que dichos efectos son el resultado de la variación del forofito en rasgos morfológicos (ej. textura de la corteza, arquitectura del árbol), características químicas (ej. calidad de escorrentías corticales) y/o condiciones microclimáticas (cantidad de luz y humedad) (Callaway *et al.*, 2002; Einzmann *et al.*, 2015; Zotz, 2016). Sin embargo, poco se ha explorado sobre su efecto en la probabilidad de reproducción (proporción de adultos produciendo flores) de epífitas vasculares en diferentes hospederos; Williams-Linera y Meave (2002) sugieren que factores endógenos, como la acumulación de recursos, permiten el desencadenamiento de los eventos fenológicos como la floración.

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la variación en la probabilidad de reproducción (entendida como la producción de flores) de individuos de *Tillandsia carlos-hankii* Matuda creciendo sobre pinos y encinos. Con base en estudios previos, se hipotetizó que los individuos creciendo en pinos y encinos presentarán una diferencia en la probabilidad de reproducción debido a las variaciones en las características estructurales de sus forofitos.

Materiales y Métodos

a) Sitio de estudio

El estudio se realizó en la comunidad de Capulálpam de Méndez, Oaxaca, México (96° 24' 06." longitud oeste y 17° 18' 36.9" latitud norte) a una altitud de 2300 m.s.n.m. Entre las especies arbóreas del bosque de pino-encino están *Pinus leiophylla* Schiede ex Schtdl. & Cham, *P. lawsonii* Roezl ex Gordon, *P. pseudostrobus* Lindl., *Quercus castanea* Née, *Q. peduncularis* Née y *Arbutus xalapensis* Kunth (Figueroa y Guzmán, 2005), y las especies de bromelias epífitas presentes son *Tillandsia calothyrsus* Mez, *T. gymnobotrya* Baker, *T. bourgaei* Baker, *T. oaxacana* L.B.SM., y *Catopsis* sp. (López-López, 2017).

b) Especie de estudio

Tillandsia carlos-hankii es una bromelia epífita de tipo tanque de 50-80 cm de altura, su escapo floral va de 57 a 70 cm de largo, las flores son de color verde pálido y con antesis diurna. Es una especie monocárpica, auto-compatible, hermafrodita y con un síndrome de polinización por troquilofilia (por colibríes) (Fernández-Ríos, 2012), crece en bosques de pino-encino a una elevación de 1900 a 2900 m.s.n.m. y se encuentra en la categoría de amenazada en la NOM-059-2010 (Mondragón-Chaparro *et al.*, 2006).

c) Monitoreo en campo

En marzo del 2016 se marcaron 20 individuos de *T. carlos-hankii* con una altura igual o mayor a 50 cm (altura mínima reproductiva de acuerdo a Mondragón, 2009), 10 individuos creciendo en encinos y otros 10 en pinos, eligiendo solamente bromelias que se encontraran en la Zona II del forofito (altura del tronco de 0.3 m a la primera ramificación) de acuerdo a la clasificación de Johansson (1974). Cada individuo de *T. carlos-hankii* fue medido desde la base de la roseta hasta la punta de las hojas centrales, y fueron etiquetados con un número de identificación. Durante junio 2016 a mayo 2017 se realizaron censos mensuales de la presencia o ausencia de las inflorescencias y de la apertura de las flores.

d) Análisis estadísticos

Para determinar si hubo diferencias estadísticamente significativas entre la altura de los individuos de *T. carlos-hankii* creciendo en pinos y encinos, aplicamos una prueba de t (pareada). Las probabilidades de reproducción de bromelias en pinos y encinos se compararon mediante una tabla de contingencia de 2x2.

Resultados y discusión

No hubo diferencias estadísticamente significativas entre las alturas de los individuos de *T. carlos-hankii* que se encontraban en pinos y encinos ($t = -1.84$, $d.f. = 10$, $p > 0.05$). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la probabilidad de reproducción entre individuos de ambos forofitos ($\chi^2 > 3.841$, $p = 0.05$) a pesar de que tenían tamaños similares, lo que sugiere que la variación pudiera deberse a un efecto del forofito donde ellos crecen.

El 20% de los individuos de *T. carlos-hankii* que estaban creciendo sobre encinos pasaron a la fase reproductiva y presentaron un periodo de floración estacional de diciembre a mayo, con una duración intermedia (Newstrom *et al.*, 1994), mientras que ninguno de los individuos que estaban sobre pinos produjeron la inflorescencia.

Dichas diferencias pudieron deberse, entre otros factores, a la variación en la disponibilidad de nutrientes; ya que para las epífitas vasculares las escorrentías foliares y corticales de los forofitos son la fuente principal de nutrientes (Benzing, 1990; Nadkarni y Matelson, 1991; Cardelús y Mack, 2010), y dado que se tiene reportado que las escorrentías corticales en encinos son más ricas en minerales (ej. potasio y fósforo) a comparación de los que se encuentran en pinos (Liu *et al.*, 2001; Herrmann *et al.*, 2006; Johnson-Maynard *et al.*, 2005; Pérez-Suárez *et al.*, 2009); las bromelias creciendo sobre encinos, al contar con mayor disponibilidad de nutrientes pudieron producir inflorescencias, dado que el estado nutricional de los individuos influencia tanto su fenología como su rendimiento reproductivo (Williams-Linera

y Meave, 2002; Lasso y Ackerman, 2013; Ticktin *et al.*, 2016),

Adicionalmente otro factor que pudiera haber favorecido que las bromelias creciendo en encinos tuvieran mayores probabilidades de reproducción, podría ser las diferencias microclimáticas de luz, ya que los encinos son caducifolios, mientras que los pinos son perennes; aunque no se midió la irradiación ni la temperatura, Einzmann *et al.* (2015) encontró que la disponibilidad de luz es tres a cuatro veces más alta en copas caducifolios comparado con copas de árboles perennes durante la estación seca. Esta relación entre la luz y la capacidad reproductiva en bromelias epífitas fue reportado por Cervantes *et al.* (2005), mientras que Lasso y Ackerman (2003) demostraron que el inicio de la floración en otra bromelia epífita, *Werahuia sintenisii* (Baker) J. R. Grant., respondía a la irradiación solar diaria de 2 meses antes.

Conclusión

Los resultados sugieren un efecto del forofito en la probabilidad de reproducción de *T. carlos-hankii*, en el que es mayor en encinos que en pinos. Sin embargo, se recomienda realizar este tipo de estudios explorando la variación espaciotemporal y con un tamaño de muestra mayor, ya que se sabe que el efecto de los forofitos sobre el comportamiento de las epífitas vasculares cambia con esos factores (Wagner *et al.* 2015; Ticktin *et al.* 2016).

Agradecimientos

Proyecto financiado por la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN (SIP20161559). DM fue apoyado por una subvención de COFFA de IPN. Agradecemos a la comunidad de Capulálpam de Méndez por otorgar el permiso para llevar a cabo esta investigación en su territorio.

Literatura citada

- Benzing, D. H. (1990). *Vascular Epiphytes*. Cambridge University Press. New York, NY, 147.
- Callaway, R. M., Reinhart, K. O., Moore, G. W., Moore, D. J., y Pennings, S. C. (2002). Epiphyte host preferences and host traits:

- mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia*, 132(2), 221-230.
- Cardelús, C. L., y Mack, M. C. (2010). The nutrient status of epiphytes and their host trees along an elevational gradient in Costa Rica. *Plant Ecology*, 207(1), 25-37.
- Cervantes, S. E., Graham, E. A., y Andrade, J. L. (2005). Light microhabitats, growth and photosynthesis of an epiphytic bromeliad in a tropical dry forest. *Plant Ecology*, 179(1), 107-118.
- Einzmann, H. J., Beyschlag, J., Hofhansl, F., Wanek, W., y Zotz, G. (2015). Host tree phenology affects vascular epiphytes at the physiological, demographic and community level. *AoB plants*, 7.
- Fernández-Ríos, C. 2012. Variación fenotípica de caracteres reproductivos en *Tillandsia carlos-hankii* Matuda (Bromeliaceae), en la región de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México. 70 p.
- Figuroa, S., y Guzmán, F. Y. (2005). *Listado Florístico en el Municipio Capulalpam de Méndez, Distrito de Ixtlán de Juárez, Oaxaca*. Tesis licenciatura, Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México, Los Reyes Iztacala.
- Flores-Palacios, A., y García-Franco, J. G. (2006). The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography*, 33(2), 323-330.
- Herrmann, M., Pust, J., y Pott, R. (2006). The chemical composition of throughfall beneath oak, birch and pine canopies in Northwest Germany. *Plant Ecology*, 184(2), 273-285.
- Johansson, D. (1974). Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeographica Suecica*. 59: 1-136.
- Johnson-Maynard, J. L., Graham, R. C., Shouse, P. J., y Quideau, S. A. (2005). Base cation and silicon biogeochemistry under pine and scrub oak monocultures: implications for weathering rates. *Geoderma*, 126(3-4), 353-365.
- Lasso, E., y Ackerman, J. D. (2003). Flowering phenology of *Weruuhia sintenisii*, a bromeliad from the dwarf montane forest in Puerto Rico: an indicator of climate change? *Selbyana*, 24(1), 95-104.
- Lasso, E., & Ackerman, J. D. (2013). Nutrient limitation restricts growth and reproductive output in a tropical montane cloud forest bromeliad: findings from a long-term forest fertilization experiment. *Oecologia*, 171(1), 165-174.
- Liu, C. J., Westman, C. J., y Ilvesniemi, H. (2001). Matter and nutrient dynamics of pine (*Pinus tabulaeformis*) and oak (*Quercus variabilis*) litter in North China. *Silva Fennica*, 35(1), 3-13.
- López-López, J. I. 2017. Variación interpoblacional de la fenología de floración y producción de frutos de *Tillandsia carlos-hankii* Matuda (Bromeliaceae). Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Oaxaca, Instituto Politécnico Nacional. Oaxaca, México.
- Mondragón, D. (2009). *Caracterización y conservación de las bromelias epífitas en la Sierra Juárez de Oaxaca*. Informe final Orn-bro-01. Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SNICS-SINAREFI). México.
- Mondragón-Chaparro, D., Villa-Gúzman, D. M., Escobedo-Sarti, G. J., y Franco-Méndez, A. D. (2006). La riqueza de bromelias epífitas a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 4(2), 13-16.
- Nadkarni, N. M., y Matelson, T. J. (1991). Fine litter dynamics within the tree canopy of a tropical cloud forest. *Ecology*, 72(6), 2071-2082.
- Newstrom, L. E., Frankie, G. W., y Baker, H. G. (1994). A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2), 141-159.
- Pérez-Suárez, M., Arredondo-Moreno, J. T., Huber-Sannwald, E., y Vargas-Hernández,

- J. J. (2009). Production and quality of senesced and green litterfall in a pine–oak forest in central-northwest Mexico. *Forest Ecology and Management*, 258(7), 1307-1315.
- Ticktin, T., Mondragón, D., y Gaoue, O. G. (2016). Host genus and rainfall drive the population dynamics of a vascular epiphyte. *Ecosphere*, 7 (11).
- Wagner, K., Mendieta-Leiva, G., y Zotz, G. (2015). Host specificity in vascular epiphytes: a review of methodology, empirical evidence and potential mechanisms. *AoB plants*, 7, plu092.
- Williams-Linera, G., y Meave, J. (2002). Patrones fenológicos. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Editorial Libro Universitario Regional, Cartago, Costa Rica*, 407-431.
- Zotz, G. (2016). *Plants on plants: the biology of vascular epiphytes*. Springer. Berlin.

LA PLAGA POR DESCORTEZADOR EN OAXACA, MÉXICO: ANÁLISIS CON ECUACIONES ESTRUCTURALES

Rivera Jiménez Edith, Regino Maldonado Juan, Pérez Rosas Brenda, Luis Santiago Magdiel, García Hernández José, Lázaro Juárez Evelyn, Martínez López Citlali, Ruiz Jiménez, Axel
Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: jregino@ipn.mx

Resumen

Entre los problemas forestales más importantes en México se encuentran la plaga por descortezador. De manera puntal, en los bosques de Oaxaca se ha presentado un aumento en el número de brotes de escarabajos descortezadores del género *Dendroctonus sp.*, a partir de los años 90's. Se utiliza el marco FPEIR (Fuerzas motrices indirectas, Presión, Estado, Impacto, Respuesta), y el modelo de ecuaciones estructurales de mínimos cuadrados parciales con el software smartPLS 3.0 para explicar la dinámica de la plaga y su compleja relación con cada uno de los componentes del modelo. Para integrar los cinco componentes del modelo se seleccionaron siete indicadores que aportaron datos sobre el estado del descortezador en zonas forestales de Oaxaca, atendiendo que fueran datos bien representados, provenientes de fuentes secundarias confiables y disponibles en un lapso de tiempo de 1990 a 2017. El estudio concluye que debido al cambio climático la precipitación anual (mm) e índice de infiltración (mm) disminuyeron considerablemente, factores que provocaron la aparición frecuente de incendios de bosques, disminución de la cubierta forestal y la proliferación del descortezador. Ante la plaga del escarabajo el gobierno mantuvo en observación, cuidado y saneamiento casi la misma cantidad de hectáreas afectadas y tratadas por la enfermedad arbórea durante el periodo analizado.

Palabras clave: Servicios ecosistémicos, plagas y enfermedades de bosques, ecosistemas forestales,

Abstract

Some of the most important forest problems in Mexico is pest per bark beetle. From the 90's in the forests of Oaxaca there has been an increase in the number of bark beetle shoots of the genus *Dendroctonus sp.* The DPSIR framework (Drives indirect forces, Pressure, State, Impact, Response), structural equations model with the partial least squares in the smartPLS 3.0 software are used to explain the dynamics of the pest and its complex relationship with each of the model components. To integrate the five components of the model, seven indicators were selected to provide data on the state of the bark beetle in forested areas of Oaxaca, taking into account that they were well represented data, coming from reliable secondary sources and available in a period of time from 1990 to 2017. The study concludes that due to climate change annual precipitation (mm) and infiltration index (mm) decreased considerably. These factors have caused the frequent occurrence of forest fires, reduction of forest cover and the proliferation of bark beetle. Given the plague of the beetle, the government kept almost the same number of hectares affected and treated by the tree disease during the analyzed period under observation, care and sanitation.

Keywords: Ecosystem services, forest pests and diseases, forest ecosystems,

INTRODUCCIÓN

La creciente pérdida de hectáreas de superficie forestal reportadas en Oaxaca en los últimos años, se ha debido a incendios, deforestación, enfermedades y plagas (Salinas *et al.*, 2010). Entre las plagas más recurrentes se encuentran el barrenador, defoliador, muérdago y descortezador (Sosa *et al.*, 2018; Del-Val y Sáenz, 2017; Queijeiro *et al.*, 2011).

Los insectos descortezadores del género *Dendroctonus*, son las plagas forestales primarias más importantes en los bosques de pino en el sur de México (Castellanos *et al.*, 2013). Los ecosistemas de bosque en Oaxaca son de gran importancia ecológica, económica y social para las comunidades cercanas. Durante el período 2004-2009 más de 6,300 ha de bosques de pinos del estado fueron atacadas por los insectos descortezadores *Dendroctonus adjunctus* Blandford, *Dendroctonus mexicanus* Hopkins y *Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Castellanos *et al.*, 2013). Estos son los insectos más destructivos y que en términos económicos el volumen de madera resulta ser la más afectada (Jiménez, 2005). La dinámica de estas plagas inicia con las hembras pioneras en la colonización de especies arbóreas, liberando sus feromonas, las cuales estimulan a los machos a agregarse sobre el fuste del árbol (Casimiro, 2007). El primer signo que muestra un árbol infestado son escurrimientos de resina sobre el fuste o base de las ramas. En una zona plagada, es notorio el cambio en la tonalidad verde del árbol a una amarillenta o café rojiza (Nunez y Dávila, 2012). Dependiendo del grado de infestación en las superficies arbóreas, se toman las acciones de tratamiento químico con feromonas cuando la agresión puede ser revertida; pero, si la afectación es irreversible, se realiza el derrumbe de los ejemplares. La plaga por descortezador afecta los servicios ecosistémicos (provisión, regulación, culturales y de soporte), que son las contribuciones tanto directas como indirectas que recibimos los humanos de los ecosistemas (MEA, 2005; Daily *et al.*, 1997).

El marco conceptual de FPEIR (Fuerzas motrices indirectas, Presión, Estado, Impacto, Respuesta), diseñado por la Agencia Europea

del Medio Ambiente (EEA por sus siglas en inglés) (Svarstad *et al.*, 2008; EEA, 1999), proporciona un marco integrado para el análisis de factores sociales, económicos y ambientales relacionados al problema de plaga por descortezador en los bosques de Oaxaca. Para efectos de esta revisión, las fuerzas motrices indirectas se entienden como los factores externos, por ejemplo el cambio climático, que a su vez genera presiones y compromete la integridad de los ecosistemas, afectando así el estado de los bosques en Oaxaca con la proliferación de descortezador. Por lo tanto, se generan impactos económicos, sociales, ambientales, entre otros. Para menguar los impactos se generan respuestas de solución por parte de la sociedad y principalmente del gobierno a los problemas ambientales. Por lo anterior, el estudio plantea las hipótesis siguientes:

H1: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación inversa y negativa con la precipitación e índice de infiltración.

H2: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación directa y positiva con los incendios.

H3: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación directa y positiva con la superficie afecta por descortezador.

H4: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación directa y positiva con la producción forestal maderable y captura de carbono.

H5: La precipitación anual e índice de infiltración tienen una relación inversa y negativa con los incendios.

H6: Los incendios tienen una relación directa y positiva con la superficie afectada por descortezador.

H7: La superficie afectada por descortezador tiene una relación inversa y negativa con la producción forestal maderable y captura de carbono.

En síntesis del análisis de la literatura y contexto se planteó el modelo de investigación (Figura 1).

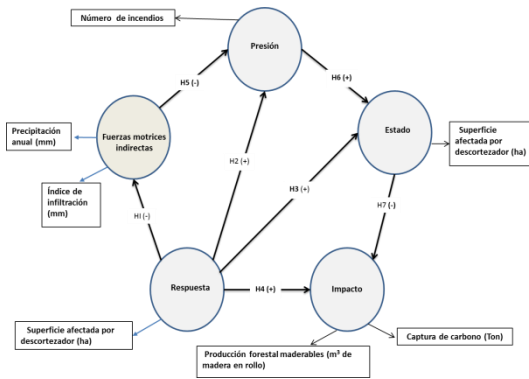


Figura 1. Modelo de investigación
Fuente: CONAFOR 2019, 2018; MEA 2005; EEA 1999

MATERIALES Y MÉTODOS

Para explicar cuál ha sido el efecto de la respuesta del gobierno al problema ambiental de plagas y enfermedades de los bosques en Oaxaca por la distribución del descortezador. Se diseña un estudio longitudinal explicativo que analiza las relaciones causales entre cinco variables latentes del marco FPEIR con el modelo de ecuaciones estructurales y mínimos cuadrados parciales (Wei *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2018; Santos-Martín *et al.*, 2013). Con base en información de fuentes secundarias (INEGI, CONAFOR, SEMARNAT) considerando un período de 28 años, a nivel

estatal se seleccionaron siete indicadores o variables manifiestas disponibles de 1990 a 2017, quienes integraron las cinco variables latentes del modelo (Lorenzo-Cruz, 2014; Sotelo *et al.*, 2011) (Tabla 1).

Primero se realiza un análisis de tendencias de cada uno de los indicadores de las cinco variables latentes. En seguida se realiza el análisis causal de las variables latentes para probar las hipótesis del estudio con el software smartPLS 3.0 (Wei *et al.*, 2019; Sun *et al.*, 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Análisis individual de tendencias de los indicadores

En Oaxaca de 1990 a 2017 la precipitación anual (mm), el índice de infiltración (mm), la producción forestal maderable (m³ de madera en rollo), y la captura de carbono (Ton) disminuyeron considerablemente. El número de incendios aumento, mientras que la superficie afectada por descortezador (ha), y la superficie tratada por efecto de descortezador (ha) no presentaron cambios considerables (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis individual de tendencias por indicador

Variable latente		Variable manifiesta		Valor de la pendiente	Tendencia	
Dependiente	Fuerzas motrices indirectas	FMI3	Precipitación anual (mm)	-0.0188	Disminuye considerablemente	↓↓
		FMI6	Índice de infiltración (mm)	-0.0943	Disminuye considerablemente	↓↓
	Presión	P1	Número de incendios	0.0513	Aumenta	↑
	Estado	E1	Superficie afecta por descortezador (ha)	0.0139	Estable	↔
	Impacto	I3	Producción forestal maderable (m ³ de madera en rollo)	-0.0671	Disminuye considerablemente	↓↓
		I5	Captura de carbono (Ton)	-0.1122	Disminuye considerablemente	↓↓
Independiente	Respuesta	R2	Superficie tratada por efecto de descortezador (ha)	0.0103	Estable	↔

Fuente: CONAFOR 2019, 2017; SEMARNAT 2018

Evaluación del modelo de medición

Los valores de la confiabilidad compuesta (CC), como los valores del Alpha de Cronbach y valores del índice de Rho_A de Dijkstra y Henseler de las cinco variables latentes fueron 0.941, 0.875 y 0.888 respectivamente, cercanos a 1. Los resultados anteriores muestran consistencia interna de los datos del

modelo de medición. La varianza promedio extraída (VPE) en las cinco variables fue mayor a 0.888, lo que indica una buena validez convergente de los datos de cada constructo. El índice de bondad de ajuste de 0.686, indica el buen ajuste del modelo completo, ya que el valor obtenido es cercano a 1 (Tabla 2).

Tabla 2. Consistencia interna y validez convergente

Variable	Alpha de Cronbach	Rho_A	CC	VPE
Estado	1.00	1.000	1.000	1.000
Fuerzas motrices indirectas	0.875	0.888	0.941	0.888
Impacto	0.951	1.552	0.972	0.946
Presión	1.000	1.000	1.000	1.000
Respuesta	1.000	1.000	1.000	1.000
Índice de bondad de ajuste	0.686			

La validez discriminante prueba la diferencia entre constructos, es decir que un constructo es único y captura fenómenos no representados por otros constructos del modelo. La validez discriminante se obtuvo con la raíz cuadrada de la VPE de cada variable, donde los valores de la diagonal deben ser mayores a los valores de las filas (Sun *et al.*, 2018; Hair *et al.*, 2014) (Tabla 3).

Tabla 3. Validez discriminante

Variable	Estado	Fuerzas motrices indirectas	Impacto	Presión	Respuesta
Estado	1.00				
Fuerzas motrices indirectas	0.187	0.942			
Impacto	0.190	0.911	0.972		
Presión	0.148	0.467	0.305	1.00	
Respuesta	0.763	0.236	0.166	0.140	1.000

Evaluación del modelo estructural

La evaluación de resultados del modelo de ecuaciones estructurales con mínimos cuadrados parciales considera dos puntos importantes: 1. Los coeficientes de determinación R², y 2. Los niveles de significancia de los coeficientes de ruta del modelo estructural (Sun *et al.*, 2018). Los valores de R² muestran el grado en que la varianza en las variables latentes puede ser explicada por sus construcciones estructurales; el rango de este valor va de 0 a 1, y entre más

cercano este de la unidad indica una mayor precisión predictiva. En este estudio el resultado del modelo de ecuaciones estructurales explica menos de un tercio del total de la varianza, debido posiblemente al limitado número y composición de variables manifiestas de las variables latentes del modelo (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficientes de determinación R²

Variables	R ²
Estado	0.584
Fuerzas motrices indirectas	0.056
Impacto	0.037
Presión	0.219

Los niveles de significancia de los coeficientes de ruta (valor t), representan las relaciones hipotizadas entre los constructos, poseen valores que van desde -1 (fuertemente negativo) a +1 (fuertemente positivo), y cuando los valores están cercanos a cero indican relaciones más débiles (Figura 2).

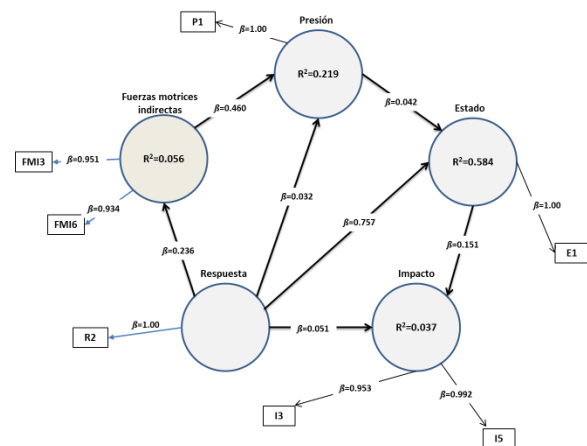


Figura 2. Relación entre variables latentes

De las siete hipótesis que planteo el estudio, sólo 3 resultaron significativas (H3, H5 e H1) (Tabla 5).

H3: La superficie tratada por efecto de descortezador (ha) tiene una relación directa y positiva con la superficie afectada por descortezador (ha) ($\beta = 0.757$) ($p = 0.000$). Cuando se incrementan las hectáreas afectadas por descortezador se incrementan las hectáreas

tratadas por la plaga. Sin embargo, las tendencias de los dos indicadores muestran que ambas superficies no se incrementaron.

H5: La precipitación anual (mm) e índice de infiltración (mm) tienen una relación inversa y negativa con los incendios ($\beta = 0.460$) ($p = 0.003$). Las lluvias y escorrentía disminuyeron considerablemente, probablemente por el cambio climático que ha favorecido a un mayor número de incendios. Los fenómenos climáticos como “El Niño” en los años 90, este produjo condiciones de sequía, incrementándose los incendios forestales en México. Además, los huracanes en 1998 provocaron fuertes vientos y lluvias que causaron inundaciones y avalanchas de barro que devastaron los bosques. En los años siguientes (1999 a 2003), una invasión de descortezadores en toda la región del país destruyó miles de hectáreas de pinares (FAO, 2017). El cambio climático altera el ciclo biológico normal de los escarabajos y por ende su ciclo vital es más corto, ocasionando la coexistencia de hasta diez generaciones superpuestas (Billings *et al.*, 2004). Estudios recientes sugieren que la proliferación por descortezador es consecuencia del cambio climático (CONAFOR, 2018; Weed *et al.*, 2013; Dukes *et al.*, 2009), estas interrupciones inducen estrés fisiológico que alteran los ciclos naturales en los ecosistemas haciéndolos más vulnerables y posteriormente menos resilientes. La situación ocasionada por el escarabajo descortezador se ve potenciada por la presencia de incendios forestales. Como resultado del ataque de esta plaga se obtienen grandes cantidades de madera muerta que de no ser extraídas para su venta o manejo adecuado se convierten en zonas con alta posibilidad de presentar incendios. Además, los incendios debilitan a los pinos cercanos y por ende producen menor cantidad de resina que les ayuda a defenderse de los ataques de plagas. Los bosques de pino de Oaxaca han tenido problemas de plaga de descortezadores desde las décadas de los 50's, 60's y 70's (CONAFOR 2012). Durante el período 1995-2004 parte de sus bosques fue afectado por descortezadores y barrenadores, con un promedio de más de 1,000 hectáreas anuales CONAFOR (2012). Además, los

monocultivos del género *Pinus* establecidos para el aprovechamiento de madera ocasionan crecimiento constante de plántulas e impide la presencia de árboles de diversas edades. Por lo tanto, las plantaciones son muy susceptibles a incendios forestales. Por ello, se ha promovido la implementación de programas y acciones gubernamentales encaminadas a la protección y restauración de la cubierta vegetal. Uno de estos es el Programa para la Prevención y Combate de Incendios Forestales que ha permitido reducir la duración promedio de los incendios forestales (CONAFOR, 2018). H1: La superficie tratada por efecto de descortezador (ha) tiene una relación inversa y negativa con la precipitación anual (mm) e índice de infiltración (mm) ($\beta = 0.236$) ($p = 0.005$). Con el cambio climático la precipitación anual e infiltración de agua presentaron disminuciones considerables, lo que pudo ayudar a la aparición de más incendios. Sin embargo, las hectáreas afectadas y tratadas por descortezador permanecieron estables. La infiltración produce el escurrimiento de nutrientes del suelo. Sin embargo, la pérdida de cobertura vegetal ocasiona que su velocidad disminuya, provocando el empobrecimiento de la fertilidad del suelo. Los datos obtenidos para Oaxaca muestran una clara tendencia a la disminución de la infiltración a partir de la década de los 90's, la cual se ve reflejada en la calidad del suelo con actividades forestales (Cantú *et al.*, 2007).

Las cuatro hipótesis restantes resultaron no significativas (H2, H4, H6 e H7) (Tabla 5).

Tabla 5. Coeficientes de ruta

Hipótesis	Relación	Coefficiente de ruta (β)	Valores (p)
H1	Respuesta->Fuerzas motrices indirectas	0.236	0.005
H2	Respuesta->Presión	0.032	0.858
H3	Respuesta->Estado	0.757	0.000
H4	Respuesta->Impacto	0.051	0.848
H5	Fuerzas motrices indirectas->Presión	0.460	0.003
H6	Presión->Estado	0.042	0.623
H7	Estado->Impacto	0.151	0.600

H2: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación directa y

positiva con los incendios ($\beta = 0.032$) ($p = 0.858$). El número de incendios se incrementó, pero no provocó incremento de la superficie tratada por descortezador. Lo que impactó en la disminución de la cobertura forestal.

H4: La superficie tratada por efecto de descortezador tiene una relación directa y positiva con la producción forestal maderable y captura de carbono ($\beta = 0.051$) ($p = 0.848$). La producción forestal maderable y captura de carbono disminuyeron pero no significativamente aunque continuó presentando el problema del descortezador y no se incrementaron las superficies tratadas por la plaga.

H6: Los incendios tienen una relación directa y positiva con la superficie afectada por descortezador ($\beta = 0.042$) ($p = 0.623$). Ciertamente se registraron más incendios, pero no significativamente. Sin embargo, no se incrementaron las hectáreas afectadas por la plaga como se tenía considerado. Por lo tanto, se puede decir que los incendios no necesariamente son la causa fundamental de la expansión de las plagas por descortezador.

Finalmente, H7: La superficie afectada por descortezador tiene una relación inversa y negativa con la producción forestal maderable y captura de carbono ($\beta = 0.151$) ($p = 0.600$). Esta última hipótesis también resultó no ser significativa. Sin embargo, las hectáreas dañadas por la plaga del descortezador provocó que la producción de madera y captura de carbono disminuyeran considerablemente (Tabla 5).

La presencia del descortezador involucra cambios en la calidad de la producción maderable, que depende en gran medida de aspectos visuales. Destacan el no presentar nudos, no contar con flamas continuas y no presentar manchas ocasionadas por hongos del género *Ophiostoma*, asociados al tracto digestivo de los descortezadores. Debido al ataque de plagas como *Dendroctonus frontalis*, *Dendroctonus adjunctus* y *Dendroctonus mexicanus*, se observan impactos como son la disminución en la cantidad y calidad de m^3 de madera en rollo.

A partir de 1990, se aprecia una tendencia a la baja en el precio del volumen de madera comercial puesta en aserradero. Dentro de los

factores que deprecian el valor del producto maderable se encuentran las manchas por hongos y las galerías generadas por los descortezadores (Castellanos *et al.*, 2013). La disminución en la superficie forestal implica pérdidas monetarias, afecta principalmente, el volumen de madera comercializada y el número de ejemplares que sirven de soporte para la supervivencia de especies no maderables (hongos, bromelias y orquídeas). En la década de los 90's, la producción no maderable alcanzó las 666 toneladas anuales, representando alrededor de \$2 566 000.00 para la economía de la región. Sin embargo, a partir de 1995, se observa una disminución considerable en la producción y un incremento en el costo de las especies no maderables (Nybakk *et al.*, 2009).

Como medida para poder contrarrestar los impactos por descortezador la CONAFOR en conjunto con las comunidades y ejidatarios de Oaxaca, han implementado el tratamiento mecánico el cual consiste en eliminar el individuo arbóreo y en el mejor de los casos partes del árbol pueden ser comercializados como madera de segunda o tercera calidad. Lo anterior, disminuye la provisión de servicios ambientales debido a que grandes extensiones de bosques mueren, se limita la captura de carbono y se reduce la calidad del aire (Boyd *et al.*, 2013; Begon *et al.*, 2006). Ante la problemática, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) inspecciona periódicamente las zonas consideradas como prioritarias para evitar la deforestación, entre las que se incluyen áreas naturales protegidas, zonas de aprovechamiento forestal autorizado y zonas de vegetación natural. Para detener y revertir el deterioro de la cubierta forestal del país, se cuenta con informes técnicos fitosanitarios, mapeos aéreos fitosanitarios, alertas tempranas mensuales y notificaciones de saneamiento. Asimismo, se han implementado campañas de reforestación y programas de restauración de suelos, y sanidad forestal (SEMARNAT, 2019; CONAFOR, 2018). Las alertas tempranas de evaluación de riesgo ante presencia de insectos descortezadores permiten evaluar la condición sanitaria del bosque y los sitios potenciales que podrían

verse afectados por esta plaga. En cumplimiento al Artículo 112 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable estas alertas se publican mensualmente (CONAFOR, 2019). El manejo efectivo de esta plaga se ve menguado por barreras como la existencia de conflictos agrarios en el estado. Estos limitan las acciones para atender el saneamiento de sus bosques, y en consecuencia las plagas se expanden más fácilmente (CONAFOR, 2018). El factor social es determinante y resultó serlo igualmente en el estudio realizado con plantas invasivas en Sudáfrica, donde se reconoció que las diferencias en la fragmentación del hábitat, el acceso a la región y las limitaciones organizativas dieron como resultado altas barreras para generar estrategias efectivas de gestión de plagas (Roura *et al.*, 2009).

De acuerdo a la CONAFOR (2012), otras presiones que ocasionan la expansión de plagas por descortezador son: 1) la tala clandestina, 2) los cambios de uso de suelo, 3) mala ejecución de labores de saneamiento forestal en áreas plagadas, 4) falta de recursos económicos para adquirir insumos, material y equipo de combate, 5) falta de coordinación interna y desinterés de los dueños y poseedores de áreas boscosas afectadas, 6) mala calidad del arbolado que no permite costear acciones de saneamiento forestal, 7) falta de seguimiento (monitoreo periódico) y supervisión técnica a las acciones de combate emprendidas, 8) avance lento en los trabajos de saneamiento por el método mecánico-físico, y 9) desatención y falta de organización para combatir y controlar los primeros brotes incipientes por plagas, y enfermedades forestales.

Conclusiones

La distribución de los escarabajos descortezadores está relacionada a factores ambientales y socioeconómicos que interactúan. El marco FPEIR (Fuerzas motrices indirectas, Presión, Estado, Impacto, Respuesta) demostró ser una herramienta eficiente para establecer explícitamente los factores que determinan la propagación de los escarabajos descortezadores, y el método de ecuaciones estructurales determinó el impacto

de las principales variables e indicadores asociados a la propagación del descortezador. El estudio concluye que debido al cambio climático la precipitación anual (mm) e índice infiltración (mm) disminuyeron considerablemente, lo que provocó la aparición frecuente de incendios en bosques, disminución de la cubierta forestal y la proliferación del descortezador. Sin embargo, pueden existir otros factores sociales, organizativos, técnicos, económicos y naturales que pueden incidir en la distribución de la plaga. Ante tal situación el gobierno ha mantenido en observación, cuidado y saneamiento la misma cantidad de hectáreas afectadas y tratadas por la enfermedad arbórea durante el periodo analizado.

Literatura citada

- Begon M., Townsend C. R. y Harper J.L. (2006). *Ecology*. 4a ed. Blackwell Publishing, 737 pp.
- Billings, R. F., Clarke, S. R., Espino-Mendoza, V., Córdón-Cabrera, P., Meléndez-Figueroa, B., Ramón-Campos, J., y Baeza, G. (2004). Gorgojo descortezador e incendios: Una combinación devastadora para los pinares de América Central. *Unasyuva*, 55(217).
- Boyd, I. L., Freer-Smith, P. H., Gilligan, C. A., y Godfray, H. C. J. (2013). The consequence of tree pests and diseases for ecosystem services. *Science*, 342(6160). <http://10.1126/science.1235773>
- Casimiro-Soriguer, D. (2007). Evaluación rápida del uso de trampas de feromonas para la captura de *IPS calligraphus* y sus enemigos naturales en San Fernando (Nueva Segovia) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA). <http://repositorio.una.edu.ni/2016/1/tnh10c339.pdf>
- Castellanos Bolaños, J., Ruiz Martínez, E., Gómez Cárdenas, M., y González Cubas, R. (2013). Fundamentos técnicos para el control de insectos descortezadores de pinos en Oaxaca. Oaxaca: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Comisión Nacional Forestal, Sanidad Forestal (2018), <https://www.gob.mx/conafor>

- Comisión Nacional Forestal, Gerencia del Manejo del Fuego (2019). <https://www.gob.mx/conafor>
- Del-Val, E., y Sáenz-Romero, C. (2017). Insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae) y cambio climático: problemática actual y perspectivas en los bosques templados. *TIP*, 20(2), 53-60. <http://doi.org/10.1016/j.recqb.2017.04.006>
- Dukes, J. S., Pontius, J., Orwig, D., Garnas, J. R., Rodgers, V. L., Brazeel, N. y Ehrenfeld, J. (2009). Responses of insect pests, pathogens, and invasive plant species to climate change in the forests of northeastern North America: what can we predict?. *Canadian journal of forest research*, 39(2), 231-248.
- Daily GC, (1997). Nature's services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island.
- European Environmental Agency (EEA) (1999). Environmental indicators: Typology and overview. Copenhagen, EEA Technical report no. 25.
- Hair Jr, J. F., Sarstedt, M., Hopkins, L., y Kuppelwieser, V. G. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) An emerging tool in business research. *European Business Review*, 26(2), 106-121.
- Jiménez Martínez, E. (2005). Insectos descortezadores de pino y sus principales depredadores naturales. (F. Alemán, Ed.) Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Lorenzo-Cruz, P. (2014). Evaluación de los servicios de ecosistemas de la montaña a escala global. Ciudad de México: UAM.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing: Synthesis*, Island Press, Washington, DC.
- Nunez Zuffo, C., y Dávila Arce, M. L. (2012). *Guía para la identificación de gorgojos descortezadores del pino e insectos asociados*, Estelí: Claudio Nunes Zuffo.
- Nybakk, E., Crespell, P., Hansen, E., y Luannan, A. (2009). Antecedents to forest owner innovativeness: An investigation of the non-timber forest products and services sector. *Forest Ecology and Management*, 257(2), 608-618.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017). *El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos*. 52p. <http://www.fao.org>
- Queijeiro-Bolaños, M. E., Cano-Santana, Z., y Castellanos-Vargas, I. (2011). Distribución diferencial de dos especies de muérdago enano sobre *Pinus hartwegii* en el área natural protegida "Zoquiapan y Anexas", Estado de México. *Acta botánica mexicana*, (96), 49-57.
- Roura-Pascual, N., Richardson, D. M., Krug, R. M., Brown, A., Chapman, R. A., Forsyth, G. G., ... y Wannenburg, A. (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.
- Santos-Martín F., Martín-López B., García-Llorente M., Aguado M., Benayas J., and Montes C. (2013). Unraveling the relationships between ecosystems and human wellbeing in Spain, *PLoS One*, 8(9), e73249
- Salinas M., Y., C. F. Vargas, G. Zúñiga, J. V. Ager y J. L. Hayes. (2010). Atlas de distribución geográfica de los descortezadores del género *Dendroctonus* (Curculionidae: Scolytinae) en México. Instituto Politécnico Nacional. Comisión Nacional Forestal. Zapopan; Jal., México. 90 p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (2018), <https://www.semarnat.gob.mx>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2019), Resumen de informe sobre vegetación. <https://www.semarnat.gob.mx>
- Sosa Díaz, L., Méndez González, J., García Aranda, M. A., Cambrón Sandoval, V. H., Villarreal Quintanilla, J. Á., Ruiz González, C. G., y Montoya Jiménez, J. C. (2018). Distribución potencial de barrenadores, defoliadores, descortezadores y muérdagos en bosques

- de coníferas de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(47), 187-208.
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.159>
- Sotelo, J., Tolón, A., y Lastra, X. (2011). Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso. *Estudios Geográficos*, Vol. LXXII, 271, pp. 611-654
<http://doi: 10.3989/estgeogr.201124>
- Sun, C., Wu, Y., Zou, W., Zhao, L., y Liu, W. (2018). A rural water poverty analysis in China using the DPSIR-PLS model. *Water resources management*, 32(6), 1933-1951.
- Svarstad, H., Petersen, L. K., Rothman, D., Siepel, H. y Waitzold, F. (2008). "Discursive biases of the environmental research framework DPSIR". *Land use Policy*, 25(1), 116-125.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2007.03.005>
- Wei, Y., Zhu, X., Li, Y., Yao, T., and Tao, Y. (2019). Influential factors of national and regional CO2 emission in China based on combined model of DPSIR and PLS-SEM. *Journal of Cleaner Production*, 212, 698-712.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.155>

USO DE EXTRACTOS ORGANICOS EN EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO EN BIOMASA DE ALBAHACA

Martínez-Gutiérrez Gabino Alberto, Nicolás-Santana Lenin, Morales-García Isidro*
 Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN) Unidad Oaxaca. Oaxaca, 71230, México.

*Autor para correspondencia: imoralesg@ipn.mx

Resumen

Los residuos de las agroindustrias del mezcal y de la copra, como posibles fuentes de nutrientes en agricultura orgánica son un tema de gran interés. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el Té de bagazo de maguey (BM), la vinaza de la agroindustria del mezcal y el agua de coco, como fuentes de nutrientes orgánicos en el crecimiento y contenido de biomasa de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.). El experimento se condujo en invernadero multitunel del CIIDIR IPN Oaxaca, de agosto a septiembre del 2012. Los tratamientos fueron: 1) BM + vinaza, 2) BM + urea, 3) BM + agua de coco y 4) Té de compost de bagazo de maguey, y 5) como testigo; la solución nutritiva de Steiner, se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones. Las variables respuesta fueron: altura de planta, diámetro de tallo, peso seco de hojas y tallos, y días a floración. Los resultados mostraron diferencias significativas en todas las variables evaluadas. Con la solución nutritiva de Steiner se obtuvieron los mayores resultados en todas las variables analizadas. De los tratamientos orgánicos, el té de compost de bagazo de maguey con vinaza promovió mayor rendimiento de materia seca de hojas y tallos, la floración fue más temprana en plantas biofertilizadas con té de compost de BM. Los resultados sugieren que los té de compost de bagazo de maguey, no superan en rendimiento a los de solución inorgánica, sin embargo, pueden representar una fuente de nutrientes alternativa para la producción orgánica de albahaca.

Palabras clave: nutrientes, agua de coco, vinazas, producción orgánica.

Abstract

Waste from mezcal and copra agroindustries, as possible sources of nutrients in organic agriculture, is a subject of great interest. The objective of the present work was to evaluate the maguey bagasse tea (MB), the vinasse of the mezcal agroindustry and the coconut water, as sources of organic nutrients in the growth and biomass content of the basil (*Ocimum basilicum* L.). The experiment was conducted in a multi-tunnel greenhouse at CIIDIR IPN Oaxaca, from August to September 2012. The treatments were: 1) MB + vinasse, 2) MB + urea, 3) MB + coconut water and 4) Compost tea of maguey bagasse, and 5) as a control; Steiner's nutritive solution, a completely random design with three repetitions was used. The response variables were: plant height, stem diameter, dry weight of leaves and stems, and days to flowering. The results showed significant differences in all the variables evaluated. With Steiner's nutritive solution, the highest results were obtained in all the variables analyzed. Of the organic treatments, the tea of maguey bagasse with vinasse promoted higher yield of dry matter of leaves and stems and flowering was earlier in biofertilized plants with MB tea. The results suggest that maguey bagasse compost teas do not outperform inorganic solution teas, however they can represent an alternative source of nutrients for organic production of basil.

Keywords: Nutrient, coconut water, vinasse, organic production.

Introducción

El cultivo de plantas se inició sin el uso de fertilizantes de síntesis, en la actualidad el cultivo y producción de hortalizas con enmiendas orgánicas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente y los resultados satisfactorios que se han encontrado; lo anterior ha revitalizado la idea del reciclaje eficiente de los desechos orgánicos de la actividad agroindustrial y pecuaria, así como el uso de los abonos orgánicos, de tal manera que se reduzca al mínimo imprescindible el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas. Recientemente, uno de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación del té de compost debido a que mejora la fertilidad y la biología de los suelos (Hargreaves et al., 2009). Ochoa-Martínez *et al.* (2009), destacan las propiedades de un té de vermicomposta evaluados contra una solución nutritiva convencional en la producción de tomate, en el cual el rendimiento y el tamaño de fruto se vieron disminuidos, sin embargo, el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) aumento. Durante el proceso de producción del mezcal se obtiene el “bagazo” de maguey (BM), que es el residuo fibroso que queda después de que las cabezas cocidas de agave son despedazadas, enjuagadas y exprimidas para extraer los jugos fermentables. Otro residuo de la industria mezcalera son los destilados de desecho comúnmente llamados “vinazas”, de esta se generan entre 8 y 15 L por cada litro de mezcal producido (Robles-González et al., 2012). A las vinazas no se les da ninguna utilidad, razón por la cual son vertidas en arroyos, ríos y predios cercanos a las fábricas ocasionando un peligro importante de contaminación ambiental (Chávez-Guerrero *et al.*, 2010). En la industria coprera, la parte aprovechable es principalmente el endospermo para extraer aceite y ralladura (copra) y el agua de coco es desechado y vertido al suelo, generando un serio problema de contaminación. Recientemente algunas empresas refresqueras están usando, cantidades mínimas de agua de coco, pero la mayoría se continúa vertiendo al suelo, principalmente por grupos marginados de la costa del estado de Oaxaca. Sin embargo,

el agua de coco contiene una composición química única de azúcares, vitaminas, minerales, aminoácidos y fitohormonas que tiene un efecto significativo en el crecimiento de las plantas, principalmente en el cultivo de tejidos (Yong *et al.*, 2009). De acuerdo a lo anterior, este trabajo tiene como objetivo: evaluar el Té de compost y las vinazas de la agroindustria del mezcal y el agua de coco proveniente de la industria coprera, como fuentes de nutrientes orgánicos en el crecimiento y contenido de biomasa de la albahaca (*Ocimum basilicum L*) cultivada en invernadero.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló en un invernadero de plástico blanco de 300 m² de agosto a septiembre del 2012, en el CIIDIR-IPN, Unidad Oaxaca, en Santa Cruz Xococotlan, Oaxaca (17° 01' 43" N; 96° 43' 14" O) a 1535 msnm. Los tratamientos consistieron en la aplicación de cuatro fuentes de fertilización orgánica en forma de tés de compost: 1) Té de compost de bagazo de maguey adicionado con Urea (BM urea), 2) Té de compost de Bagazo de maguey adicionado con Vinazas (BM vinazas), 3) Té de compost de Bagazo de maguey adicionado con agua de coco (BM coco), 4) Té de compost de bagazo de maguey (BM) como testigo de los materiales orgánicos, y 5) solución nutritiva (Steiner, 1984); como testigo negativo. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo completamente al azar con diez repeticiones. Para la preparación de los tés se utilizó bagazo de maguey (BM) mezcalero (*A. angustifolia* Haw.) con seis meses de apilado a la intemperie (semicompostado). Se construyeron cuatro camas metálicas de 3.5 x 1.5 x 0.30 m sobre las cuales se depositaron 0.2 m³ de BM, adicionalmente se incorporó a cada cama 50 L de vinazas, 50 L agua de coco, 2 kg de urea (46 % N) y se dejó una cama con bagazo de maguey sin adición de otra fuente de nutriente. Cada 5 días las pilas de BM se voltearon manualmente y se regaron con 30 L de agua de pozo, los lixiviados del compost se reincorporaron al apilado, el tiempo de compostaje duro 180 días. Los TC se obtuvieron de acuerdo al método propuesto

por Ingham (2005) modificado, para lo cual se colocaron 50 L de BM (de cada cama de composteo) en bolsas orgánicas de fibras de henequén, posteriormente se introdujeron en tinacos con 200 L de agua de pozo. El filtrado de los té se hizo por decantación y por filtrado en tamiz de 53 micrones. El material vegetal fueron plantas de albahaca cv. Nufar F1, la siembra de semillas se hizo en charolas de 200 alveolos usando como sustrato turba rubia y perlita en una relación de 2:1 respectivamente. Las plántulas se trasplantaron a los 35 después de la siembra. Se utilizó bolsas de plástico negras de 8 L con perlita. Se fertirrigó con la solución nutritiva de Stenier (Steiner, 1984). Los datos morfológicos en plantas de albahaca fueron obtenidos a los 45 ddt en la etapa de flor abierta, la hora del corte fue entre las 10-12 am (Carvalho Filho et al., 2006), tres rasgos cuantitativos se determinaron fresco: diámetro de tallo, altura de planta y días a la floración. Las hojas y tallos de albahaca se secaron a 60°C hasta peso constante en estufa de convección por gravedad (Modelo H-33, Industrias BG, México), y se determinó el peso seco. Los datos obtenidos se sometieron al procedimiento de análisis de varianza (ANOVA) usando el software estadístico SAS, y las medias fueron comparadas utilizando una prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Resultados y Discusión

En la tabla 1, se observa que la adición de residuos orgánicos (agua de coco, vinazas) y urea a las pilas de composteo de bagazo de maguey aumento el contenido de elementos en los té de compost en comparación con el tratamiento que únicamente se composteo el BM. La mayor concentración de N se encontró en el té de compost de BM adicionado con urea ($160 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), sin embargo, las cantidades de P y K no aumentaron como sucedió cuando se agregó vinazas y agua de coco a las pilas de compostaje (Tabla 1). La adición de agua de coco al compost de BM aumento las cantidades de P, K, Ca y Mg, con respecto al té de compost de BM, sin embargo, las cantidades de N no aumentaron considerablemente, al respecto Santoso *et al.*, (1996) reportan en la composición mineral del agua de *Cocos nucifera* la presencia de P, K, Ca y Mg en valores de 12.6, 255, 31.3 y $9.3 \text{ mg} \cdot 100\text{mL}^{-1}$, no así la presencia de N. El contenido de P, en los té de compost de BM con vinazas, agua de coco, y urea aumento en 51, 76 y 12 % con respecto al té de compost de BM. En el té de compost de BM con vinazas las cantidades de K fueron 69% más altas con respecto al té de compost de BM solo. El bajo contenido de N en los TC se debe a que el bagazo de *Agave spp.*, es considerado un residuo lignocelulósico y como tal tienen poco contenido de nitrógeno (Martínez-Gutiérrez *et al.*, 2013).

Tabla 1. Contenido de elementos en la solución nutritiva universal y en los té del compost de bagazo de maguey mezcalero adicionado con materiales orgánicos y convencionales para su evaluación en la nutrición de albahaca.

Elemento	SN mg L^{-1}	BM	BM Vinaza	BM Coco	BM Urea
N	168	37.9	62.2	39	160
P	31	4.97	7.51	8.78	5.60
K	273	121	205	157	128
Ca	180	186	328	249	280
Mg	48	51.4	59.1	59.6	66
S	336	341	360	290	226
Fe	3.78	0.26	0.30	0.25	0.25
Cu	0.78	0.12	0.16	0.11	0.11
B	0.26	0.26	0.64	0.71	0.46
Zn	2.66	1.59	1.39	1.52	2.33
Mn	0.80	0.08	0.38	0.26	0.13
Na	---	93	127	103	97.7

SN: Solución Nutritiva; BM: Té de compost de bagazo de maguey.

Las fertilizaciones orgánicas a base té de compost de BM mostraron diferencias significativas en las variables de crecimiento analizadas en albahaca con respecto a la solución Steiner. De los tratamientos orgánicos, los té de compost de BM con vinazas y agua de coco presentaron el mayor grosor de plantas, sin embargo, no fueron superiores a las plantas regadas con solución nutritiva inorgánica. Las plantas fertilizadas orgánicamente mostraron el menor rendimiento en biomasa seca de hojas y tallos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de las diferentes fuentes de fertilización sobre la biomasa seca de *O. basilicum* cosechada a los 45 días después del trasplante.

Tratamiento	Peso seco (g planta ⁻¹)	
	Hojas	Tallos
BM	7.14 b	2.58 b
BM Vinazas	10.80 b	3.85 b
BM Coco	8.15 b	2.93 b
BM Urea	7.50 b	2.93 b
SN	28.33 a	13.70 a

*BM: té de compost de Bagazo de maguey; SN: Solución nutritiva. Medias con letras iguales en la misma columna no presentan

diferencias estadísticas significativas (Tukey, 0.05).

El té de compost de BM con vinazas, presentó la menor diferencia en peso seco de hojas y tallos (61.8 y 71.9 %) con respecto a la solución nutritiva de Steiner (Cuadro 2). Pant *et al.* (2009) indican que el crecimiento y producción de biomasa en plantas de *Brassica rapa* fertilizadas con té de compost y vermicompost se debe principalmente a que los nutrientes se encuentran en forma iónica y por lo tanto disponible para las plantas. Sin embargo, los resultados en albahaca pudieron deberse a que las plantas obtienen los nutrientes más eficientemente cuando se emplea una solución balanceada (Steiner, 1984). Un factor importante que afecta la cantidad y calidad del rendimiento de albahaca son los niveles de fertilización con N (Sifola y Barbery, 2006).

El inicio de la floración en plantas fertilizadas con té de compost se adelantó con respecto a la solución nutritiva. Con fertilización inorgánica la floración se inició a los 34.2 ddt, el tratamiento que inicio más rápido la floración (28 ddt) fue el té de compost de BM solo.

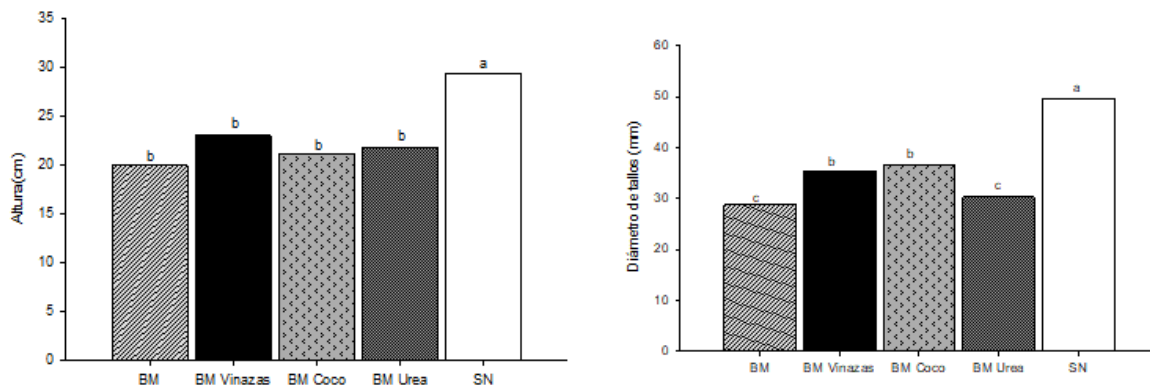


Figura 1. Altura y diámetro de tallo de plantas con diferentes fuentes de fertilización a los 45 días después del trasplante. BM: té de compost de Bagazo de maguey; SN: Solución nutritiva.

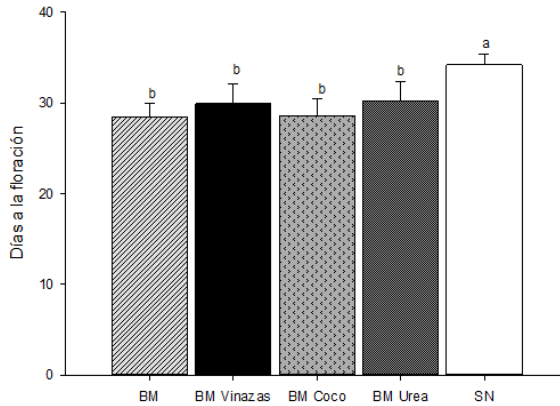


Figura 2. Días a la floración de plantas con diferentes fuentes de fertilización a los 45 días después del trasplante. BM: té de compost de Bagazo de maguey; SN: Solución nutritiva.

Conclusiones

Los té de compost de bagazo de maguey aportaron nutrientes al cultivo de albahaca, pero no en la cantidad y concentración a la que aportó la solución nutritiva de Steiner, lo que resultó en menor contenido de biomasa. La nutrición orgánica con los cuatro té de compost de bagazo de maguey evaluados mostró menores rendimientos en peso seco de hojas, tallos y altura de la planta de *O. basilicum*, así como el menor diámetro de tallos. De los tratamientos orgánicos el té de compost de bagazo de maguey con vinazas promovió mayor rendimiento de materia seca de hojas y tallos y la floración fue más temprana. Los resultados indican que los té de compost de bagazo de maguey, no superan en rendimiento a las plantas fertilizadas con la solución nutritiva de Steiner, sin embargo, pueden representar una fuente de nutrientes alternativa para la producción orgánica de albahaca.

Literatura citada

Carvalho, F. J. L. S., Blank, A. F., Alves, P. B., Ehlert, P. A., Melo, A. S., Cavalcanti, S. C., Arrigoni-Blank, M. D. F. & Silva-Mann, R. (2006). Influence of the harvesting time, temperature and drying period on basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 16, 24-30.

Chávez-Guerrero, L., Flores, J. & Kharissov, B. (2010). Recycling of ash from mezcal industry: A renewable source of lime. *Chemosphere*, 81, 633-638.

Pant, A. P., Radovich, T. J., Hue, N. V., Talcott, S. T. & Krennek, K. A. (2009). Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89, 2383-2392.

Prades, A., Dornier, M., Diop, N. & Pain, J.-P. (2012). Coconut water uses, composition and properties: a review. *Fruits*, 67, 87-107.

Robles-González, V., Galíndez-Mayer, J., Rinderknecht-Seijas, N. & Poggi-Varaldo, H. M. (2012). Treatment of mezcal vinasses: A review. *Journal of Biotechnology*, 157, 524-546.

Sifola, M. I. & Barbieri, G. (2006). Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field. *Scientia Horticulturae*, 108, 408-413.

Steiner, A. A. (1984). The Universal Nutrient Solution. *Sixth International Congress on Soilless Culture*, Wageningen, 633-650.

Yong, J. W., Ge, L., Ng, Y.F., Tan, S. N. (2009). The chemical composition and biological properties of coconut (*Cocos nucifera* L.) water. *Molecules* 14, 5144-5164.

LA RUTA TURISTICA CAFÉ PLUMA: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE RESTRUCTURACIÓN

Ramírez López, Marcos Pedro del Carmen^{1*}, Melissa Ramírez, Meléndez², Velasco Hernández, David Alberto³

¹Instituto Tecnológico de Oaxaca, Departamento de Ciencias Económico Administrativas. ²Instituto Tecnológico del Oaxaca, División de Estudios de Posgrado e investigación. ³Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

*Autor para correspondencia: mar25251@hotmail.com

Resumen

El presente artículo muestra los resultados de la evaluación del potencial turístico y la propuesta de una nueva versión de la “Ruta Turística Café Pluma”. En su origen, dicha ruta fue diseñada en el periodo de gobierno del Estado de Oaxaca 2011-2016 y se planteó sin los estudios previos que soportaran e indicaran si cada municipio que la integraba contaba realmente con potencialidad turística. El objetivo que guio la investigación fue evaluar la potencialidad turística de los municipios y determinar cuáles se podrían integrar a una nueva versión de ruta de acuerdo a su oferta, los gustos y preferencias del turista. La metodología utilizada se planteó en un marco de planeación participativa y parte de un diagnóstico en los municipios para la evaluación de sus atractivos naturales y culturales, continuando con la aplicación de encuestas y entrevistas a los prestadores de servicios turísticos, a los comités de gestión turística de los municipios, a las autoridades municipales y a la Secretaría de Turismo del estado de Oaxaca. Los resultados más relevantes son la identificación de la vocación turística de cada municipio.

Palabras Clave: Potencial turístico, planificación participativa, turismo de naturaleza

Abstract

This article shows the results on the evaluation of tourism potential and the proposal for a new version of the "Ruta Turística Café Pluma". Originally, this route was designed in the period of government of the State of Oaxaca 2011-2016 and was proposed without previous studies that would support and indicate whether each municipality that was part of it really had tourism potential. The aim was to evaluate the tourism potential of the municipalities and determine which could be integrated into a new version of this route according to their offer, in addition to the tastes and preferences of the tourist. The methodology was proposed in a framework of participatory planning and considers the diagnosis of the municipalities for the evaluation of their natural and cultural attractions, continuing with the application of surveys and interviews of tourism service providers, tourism management committees of the municipalities, municipal authorities and the Secretariat of Tourism of the State of Oaxaca. The most relevant results are the identification of the tourism vocation of each municipality.

Key words: touristic potential, participatory planification, nature tourism.

Introducción

El estado de Oaxaca dadas sus características geográficas e históricas le ha permitido desarrollar una gran diversidad de ecosistemas que se traducen en un enorme potencial de recursos naturales y por otro lado los diferentes grupos humanos que lo han poblado a lo largo de su historia le han permitido desarrollar una enorme diversidad cultural que le permiten convertirse en una entidad turística, encontrando su fundamento en la diversidad natural, geográfica, étnica y cultural. Sin embargo, no ha existido por parte de las diversas instancias gubernamentales el desarrollo de una adecuada planeación y desarrollo de un modelo metodológico que permita aprovechar eficientemente los recursos con que cuenta la entidad que se puedan transformar en opciones de desarrollo principalmente para las comunidades poseedoras del recurso. Por lo consiguiente, el objetivo de esta investigación es evaluar la potencialidad turística de cada uno de los municipios que conforman la “Ruta Turística Café Pluma” para integrar la oferta actual a los gustos y preferencias del turista. El modelo metodológico propuesto surge de la revisión de metodologías propuestas de la SECTUR (2005), el análisis de los “componentes necesarios para una planificación participativa” (CEPAL,2015:31) y bajo el sustento teórico del desarrollo local desde “un enfoque y una práctica que persigue impulsar el desarrollo endógeno, la auto-organización y el bienestar social, para lo que requiere de la participación colectiva” (Juárez, 2013:5).

Es decir, el análisis de la potencialidad de la ruta turística surge como una oportunidad para el desarrollo local, articulando el aprovechamiento de sus “potencialidades del territorio” como lo expresa Alburquerque (2007: 10) a través de la diversidad natural, geográfica y cultural bajo un proceso de crecimiento económico y cambio estructural señalado por Vázquez Barquero (2015: 8), por medio de la actividad turística conduciendo el bienestar de la población desde el nivel de acciones colectivas locales. Quedando así confirmado que el desarrollo local en la Ruta Turística Café Pluma no solo significa crecimiento económico, sino también un

crecimiento social (brindando mejores condiciones para acceder a servicios de salud y educación), cultural (resguardando la identidad territorial) y en un sentido más amplio e integrando, lo ambiental, puesto que el proceso de desarrollo no puede entenderse plenamente si solo se consideran exclusivamente variables económicas, aunado a lo que expresa Guzmán & Romero (2008:8) se debe atender además aspectos de carácter sociológico, cultural y político cuando se enfatiza el estudio de las regiones y sus desarrollo.

Materiales y Métodos

Para el análisis de ruta turística objeto de estudio, debió existir un antecedente de la región, la cual se abordó por medio de referencias bibliográficas complementadas con investigación de campo.

Se planteó un modelo metodológico para el diseño de una nueva versión ruta turística considerando sus elementos básicos de análisis (recursos naturales, culturales y servicios e infraestructura) y la conformación del producto turístico que identifica a la ruta. Todo esto bajo un modelo de planificación participativa tal como se muestra en la figura número uno cabe resaltar que dicho modelo puede ser aplicado al diseño de rutas turísticas tanto en la escala local o en una escala macrorregional.

El modelo metodológico se divide en dos etapas: Determinación del potencial turístico y Conformación del producto turístico. Cada una de las etapas se complementa a través de fases.

En la primera fase de diagnóstico descripción del sitio permitió tener una visión de los recursos naturales y culturales de los municipios, así mismo la ubicación geográfica. Dentro de la cual se trabajó en 156 fichas técnicas orientadas a la obtención de un inventario turístico. En donde se realizaron recorridos por 115 días en cada uno de los municipios que conformaban la ruta turística.

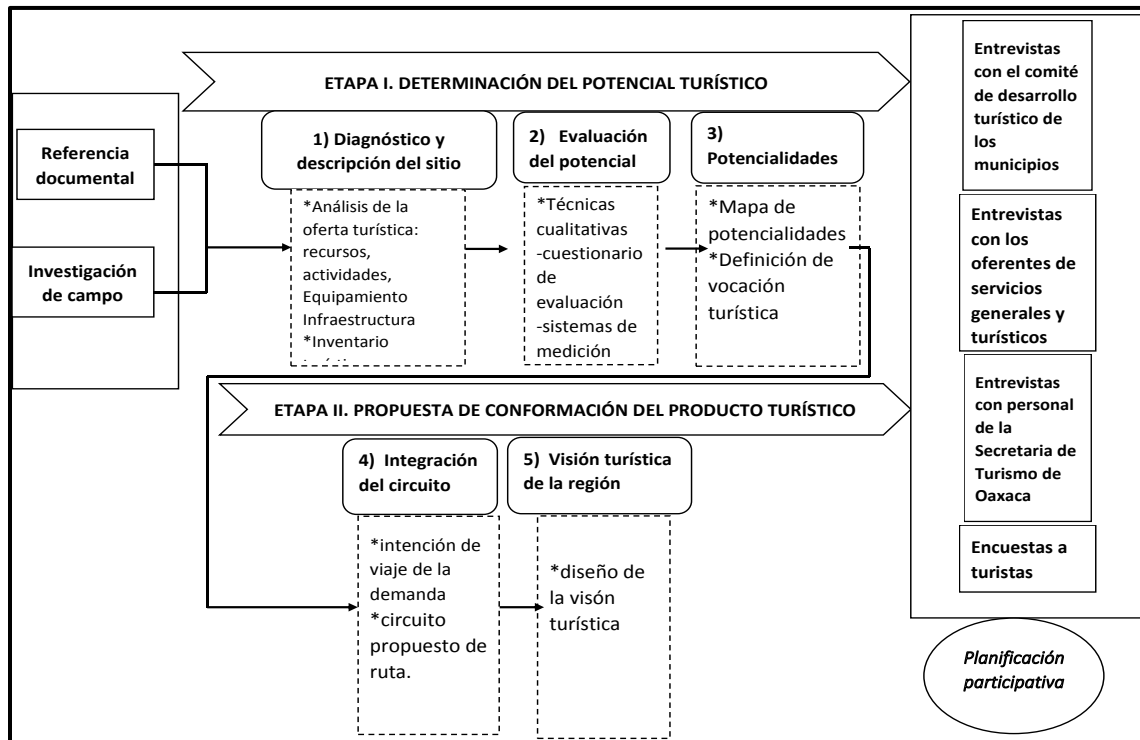


Figura 1. Modelo metodología para la creación rutas turísticas

Fuente: elaboración propia con base a SECTUR (2005), CEPAL (2015:31) y (Juárez, 2013:5).

En la sección I. se recabó información acerca del estado de conservación de los recursos naturales y culturales. En las secciones II. se evaluó el equipamiento, servicios turísticos e instalaciones turísticas. En la sección III. se evaluó la llegada de turistas al sitio, las actividades de promoción y comercialización. Para calificar los componentes de cada sección, se tomaron los siguientes criterios de evaluación del 0 a 2. 0. significa la ausencia del recurso natural, equipamiento, instalaciones, infraestructura de apoyo en la localidad o visitas de turistas. 1. implica un fuerte deterioro, descuido, pérdida o contaminación, así como una gran fragilidad y riesgo en los recursos naturales, o bien, fuertes carencias y deficiencias en los servicios del equipamiento, las instalaciones y la infraestructura, que obstaculizan el crecimiento del turismo, así mismo llegadas de turistas ocasionales o de paseo. 2. refleja que el recurso natural, el equipamiento, la instalación o bien la infraestructura de apoyo se encuentran en condiciones deben ser aprovechadas para el desarrollo de la actividad

turística, y la llegada de turistas en forma específica al sitio en evaluación. Con los criterios de evaluación anteriores se obtuvo un promedio de los reactivos que oscila entre 0 y 2; a los valores de cada sección se aplicó la ponderación, los cuales se pueden observar en la figura dos.

COMPONENTE	VALOR
Recursos turísticos (RT)	40%
Equipamiento y servicio turístico (EST)	20%
Instalaciones y servicios turísticos (IST)	20%
Infraestructura (IS)	20%

Calificación de la oferta
 $O = 0.4RT + 0.2EST + 0.2IST + 0.2IS$

COMPONENTE	VALOR
Afluencia turística (AF)	0.5
Publicidad (PC)	0.5

Calificación de la demanda
 $D = \frac{AF + PC}{2}$

Figura 2. Pesos de ponderación del potencial turístico.

Fuente: elaboración propia.

El sistema de medición nos permitió tener un marco de referencia estandarizado para evaluar la potencialidad turística de los municipios. Los resultados se ubicaron en el mapa de potencialidades como se muestra en la figura tres de Mapa de potencialidades.

En la fase de integración del circuito turístico se aplicaron 150 encuestas a turistas

nacionales y extranjeros para conocer la intención de viaje a los municipios turísticos. Posteriormente se diseñó el circuito para la nueva versión de ruta turística.

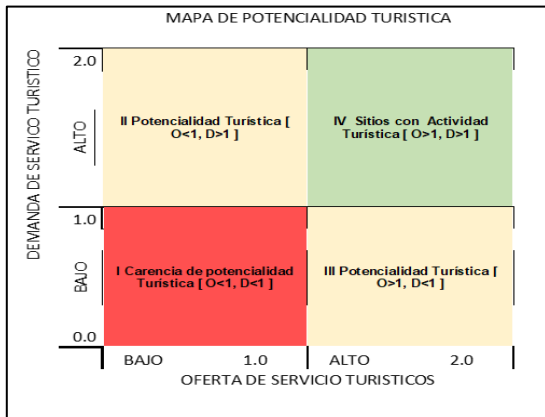


Figura 3. Mapa de potencialidades

Fuente: SECTUR 2005

En la última fase de diseño de una visión turística se tomó la información obtenida del análisis de potencialidades y la participación de los actores inmersos en la actividad turística por medio de 80 entrevistas en donde se llevó a cabo una planeación de acuerdo a las necesidades, posibilidades y recursos del espacio geográfico considerado en el análisis. Los actores inmersos en la actividad turística, fueron prestadores de servicios turísticos, autoridades municipales, el subsecretario de desarrollo y promoción turística de la Secretaría de Turismo de Oaxaca, turistas nacionales e internacionales.

Resultados y discusión

Con la finalidad de alcanzar los objetivos del modelo metodológico planteado para la creación de una nueva versión de ruta turística, se incluye la descripción del sitio, el diagnóstico de su oferta turística, los resultados de la evaluación de potencialidades de cada uno de los municipios que conforman la original de la ruta y la propuesta de circuito turístico con su visión turística.

a) Diagnóstico y descripción de sitio

En este apartado se describen las características que definen la Ruta Turística Café Pluma y las características geográficas de

cada uno de los municipios turísticos, así como los atractivos turísticos que contienen.

I. San Mateo Río Hondo y San José del Pacífico poseen senderos por los bosques de pinos y encinos, baños de temascal, taller de elaboración de jamón serrano, mermeladas con frutas típicas de la región, talleres espirituales de curación con hongos mágicos, tirolesa y gastronomía típica de la comunidad. II. En el caso de la zona cafetalera de Pluma Hidalgo, entre los productores de café se percibe el interés por conservar la tradición de su cultivo y sus implicaciones en el entorno ecológico, ya que el cuidado del ecosistema en el que se realiza el cultivo de café asegura el suministro permanente de agua a la zona costera de las Bahías, regula el clima, reduce el efecto erosivo, entre otros beneficios. A pesar de los problemas aparejados a causa de la caída de los precios del café, los productores están buscando diversas alternativas para aprovechar sus recursos naturales de manera sustentable, a través de ofertar diversas actividades propias del turismo de naturaleza como el ecoturismo, el turismo de aventura y el turismo rural.

En el municipio de Pluma Hidalgo a partir de sus recursos naturales y culturales se pueden desarrollar diversas actividades ecoturísticas tales como visitas guiadas a las cascadas y fincas cafetaleras, observación del proceso de cosecha y beneficio del café, senderismo interpretativo por la selva tropical, observación de flora y fauna, fiestas y celebraciones tradicionales, talleres de cata del café.

III. En el caso de las Bahías de Huatulco, el compromiso por el cuidado del medio ambiente es fundamental para mantener un nivel apropiado de competitividad a partir de la certificación de playas limpias y de sus bosques aledaños, principalmente los incluidos en el área del Parque Nacional Huatulco, sin descartar el alto riesgo que significa el creciente desarrollo de la infraestructura turística en sus inmediaciones. La zona de Bahías se encuentra rodeada por el Parque Nacional Huatulco, declarado reserva natural federa por la Comisión Nacional de Áreas Naturales en el año de 1998. Tiene una extensión terrestre de 6,374.98 hectáreas y una

extensión marina de 5,516, sumando un total de 11,890.98 hectáreas.

También cuenta con el Parque Eco-Arqueológico Copalita, creado en coordinación con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), donde existen vestigios arqueológicos que datan del año 900 A.C. a 1000 D.C. y está constituido por 1431 especies de fauna (INAH, 2018).

b) Potencialidades

Los hallazgos más importantes son los resultados de las potencialidades medidas de cada municipio que integra la original versión de ruta turística. Las potencialidades fueron obtenidas del sistema de medición se ubican en el siguiente mapa de resultados de potencialidades.

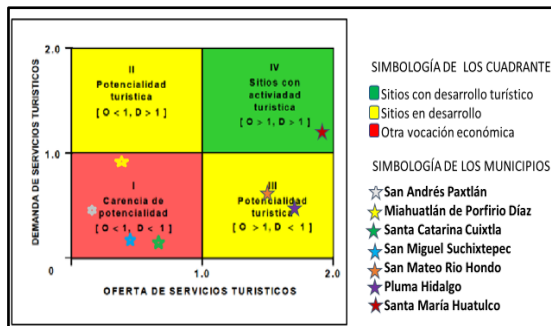


Figura 4. Mapa de resultados de potencialidades

Fuente: elaboración propia.

Los municipios no turísticos se pueden apreciar que en el cuadrante I (color rojo), se ubicaron todos aquellos cuyo valor promedio de la oferta es menor a "1" y la calificación total promedio de la demanda es menor a "1". Dentro de esta categoría se encuentra San Andrés Paxtlán con un valor de $P = (0.15, 0.45)$, Miahuatlán de Porfirio Díaz con $P = (0.40, 0.90)$ Santa Catarina Cuixtla con $P = (0.70, 0.16)$, San Miguel Suchixtepec con $P = (0.50, 0.18)$. En consecuencia, estos municipios carecen de potencialidad turística suficiente, por lo que es necesario identificar una vocación productiva alterna para ellos de acuerdo con las fortalezas y oportunidades de otras actividades económicas.

Los municipios de San Mateo Río Hondo, que incluye a la comunidad de San José del

pacífico con $P = (1.58, 0.75)$ y Pluma Hidalgo, tiene un $P = (1.59, 0.59)$ se sitúan exactamente dentro del cuadrante III de color amarillo, indicando que cuentan con la oferta turística necesaria, pero tienen poca demanda por lo que es necesario fortalecer la actividad turística con estrategias de comercialización y publicidad.

Por su parte, Santa María Huatulco, tomando en la zona ya catalogada como turística que es Bahías de Huatulco, se encuentra en el IV cuadrante, indicando que está realizando intensas actividades turísticas; sus calificaciones promedio de oferta y demanda superan la unidad. En estos casos es conveniente analizar las condiciones de oferta y demanda para fortalecer e impulsar su competitividad a través de la diversificación de la oferta turística.

c) Circuito turístico

Con los municipios turísticos de San Mateo Río Hondo, Pluma Hidalgo y Santa María Huatulco se aplicaron las encuestas para conocer el porcentaje de intención de viaje a conocer dichos lugares, tal como se muestra en la tabla número uno.

Tabla 1. Intención de viaje a la ruta turística.

MUNICIPIO	VALIDACIÓN	PORCENTAJE NACIONAL	PORCENTAJE EXTRANJERO
Huatulco,	totalmente	86.2	77.8
Bahías de Huatulco	interesado		
Pluma Hidalgo	totalmente interesado	65.5	69.8
San Mateo Río Hondo	totalmente interesado	42.5	46.0
San José del Pacífico	totalmente interesado	78.3	79.4

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas reflejan un interés por conocer los atractivos turísticos de los municipios de la nueva versión de ruta, destacando en primer lugar Huatulco con un 86.2 % para el turismo nacional y un 77.8 % para el turismo internacional; así también en orden de preferencia le sigue San José del Pacífico con 78.3 % para el turismo nacional y 79.4 % para

el turismo internacional; le sigue Pluma Hidalgo con 65.5 % para el turismo nacional y 69.8 % para el turismo internacional; finalmente para San Mateo Río Hondo le corresponde un porcentaje del 42.5 % para turismo nacional y 46.0 para turismo internacional.

Para la nueva versión de ruta turística tal como se muestra en la figura cinco se tomó en cuenta los atractivos significativos de cada municipio, tiempos, distancias y se determinó que Bahías de Huatulco sea el centro distribuidor de la ruta turística.



Figura 5. Nueva versión de ruta turística Café Pluma

Fuente: elaboración propia

Conclusiones

Dadas las inconsistencias en la planeación de rutas turísticas, es importante hacer uso de un modelo metodológico, que con ayuda del trabajo de campo fortalezca la planeación de los destinos turísticos.

Es indispensable promover un desarrollo productivo basado en la actividad económica predominante de cada municipio, sin pretender alterar su dinámica económica original, introduciendo actividades diferentes a su cosmovisión, cultura y alteración de su espacio original.

Por ello, recae la importancia de la investigación de campo en el diagnóstico, descripción y análisis de los recursos

turísticos, así como tomar en cuenta a todas las personas implicadas en la actividad turística, y por tanto, diseñar rutas turísticas desde la óptica de una planificación participativa, respetando las potencialidades económicas de cada municipio.

Con un estudio de potencialidades se puede determinar que recursos naturales y culturales pueden ser aprovechados para el desarrollo de la actividad turística. Estos complementarlos con esfuerzos de promoción y comercialización, no sin antes analizar la intención de viaje por parte de la demanda potencial. Finalmente, el diseño del circuito de una ruta turística se debe realizar al final de la investigación, con estudios previos y complementarlos con propuestas que ayuden a su adecuada comercialización.

Referencias

- Albuquerque Francisco. (2007). Desarrollo Local en América Latina: oportunidades y desafíos para el trabajo decente. *Organización Internacional del Trabajo*. Documento de Trabajo No. 63. P.10.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2015). La planificación participativa para lograr un cambio estructural con igualdad. Estrategias de participación ciudadana para los instrumentos de gestión pública multiescalar. Naciones Unidas, Santiago de Chile. P.32.
- Guzmán, J. & Romero, I. (2008). Crecimiento económico, gobernabilidad democrática y desarrollo social: un enfoque integrador. *Problemas del desarrollo*. Revistas UNAM, Vol. 39, núm. 53, Abril-Junio p.8.
- Instituto Nacional de Antropología E Historia (2018). Zona Arqueológica Bocana del Río Copalita. <<https://inah.gob.mx>> [Consultado el 20 de diciembre 2018].
- Juárez, Gloria (2013). Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial. *Revista Líder*. España. Vol. 23. 2013. pp 9-28
- Secretaría de Turismo. (2005). Fascículo I. Turismo alternativo. Una nueva forma de hacer turismo. México.
- Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico de Oaxaca. (2016). Plan

estratégico de la ruta turística económica del Café Pluma, Secretaría de Turismo y Desarrollo Económico de Oaxaca, México. Vázquez Barquero Antonio. (2015). Los desafíos del desarrollo local. Instituto Politécnico de México. 1ª edición. p.8.

DISEÑO PARTICIPATIVO DE SANITARIO SECO EN ASENTAMIENTO PERIURBANO A LA CIUDAD DE OAXACA DE JUÁREZ

Jiménez López Jesús René*, Caballero Montes José Luis, Juárez Ruiz Lidia Argelia.
Instituto Politécnico Nacional-CIIDIR Oaxaca.

*Autor para correspondencia: ing.renejimenez@hotmail.com

Resumen

El objetivo del proyecto es diseñar participativamente un sanitario seco que promueva espacios de colaboración comunitaria y actitudes solidarias, teniendo como caso de estudio un grupo perteneciente a la Agencia Vicente Guerrero en el municipio de Zaachila, Oaxaca, México. El diseño se realizó a partir de dos fases; la primera mediante diseño participativo con una metodología basada en el enfoque de Producción Social del Hábitat (PSH), la segunda consideró el diseño técnico a partir de una propuesta de sanitario seco con sistema de construcción de paneles de ferrocemento y materiales reciclados, siguiendo las recomendaciones y lineamientos de dependencias federales. Se utilizaron herramientas cuali-cuantitativas de obtención de datos para diseñar el sanitario seco a partir de la percepción del sistema, materiales y del taller. Los resultados indican que se reafirmó la visión multidimensional y compleja del diseño participativo a través del diseño arquitectónico, produciendo una respuesta única, apropiada y apropiable dentro de un acuerdo solidario y cooperativo del grupo de trabajo. La participación de este presentó un nivel interactivo, incidiendo en la transformación de actitudes pasivas a proactivas. Se encontró que el proyecto diseñado con el grupo de trabajo representa un 16% del costo de un sanitario seco "tipo" licitado por CONAGUA. Se concluye que es primordial la participación de los usuarios en el proceso de diseño para generar apropiación de la tecnología (sanitario seco), y fomentar una cultura de uso tanto como en comunidades suburbanas y rurales para mejorar las condiciones de saneamiento en sus viviendas.

Palabras Clave: Producción social del hábitat, saneamiento, talleres de diseño participativos, valores solidarios.

Abstract

The aim of this project is to design participatively a dry toilet that promotes spaces of community collaboration and solidarity attitudes, having as a case study a group belonging to the Vicente Guerrero Agency in the municipality of Zaachila, Oaxaca, Mexico. The design was made from two phases; the first one through participatory design with a methodology based on the Social Production of Habitat (PSH) approach, the second one considered the technical design based on a proposal of dry toilet with system of construction of ferrocement panels and recycled materials, following the recommendations and guidelines of federal agencies. Quali-quantitative data collection tools were used to design the dry toilet based on the perception of the system, materials and the workshop. The results indicate that the multidimensional and complex vision of participatory design was reaffirmed through architectural design, producing a unique, appropriate and appropriable response within a cooperative and solidary agreement of the working group. The participation of this presented an interactive level, focusing on the transformation of passive to proactive attitudes. It was found that the project designed with the working group represents 16% of the cost of a "type" dry toilet tendered by CONAGUA. It is concluded that the participation of users in the design process is essential to generate appropriation of the technology (dry sanitary), and promote a culture of use as well as in suburban and rural communities to improve sanitation conditions in their homes.

Keywords: Social production of habitat, sanitation, participatory design workshops, solidarity values.

Introducción

En México, el costo elevado de la construcción de un sistema de alcantarillado convencional ha generado que la cobertura en el medio rural y suburbano sea insuficiente, originando problemas de salud que se relacionan directamente con la calidad del agua y la disposición inadecuada de las excretas (Manetta et al., 2017).

En las comunidades rurales y suburbanas sin cobertura de drenaje del Estado de Oaxaca se observa el uso de letrinas y fosas sépticas, estas técnicas de saneamiento en muchas ocasiones presentan malas condiciones desde su construcción, además de que por lo general no tienen un mantenimiento adecuado, generando entre otros problemas, afectaciones en la salud por ser focos de infección (Sánchez, 2018). A nivel gubernamental se promueven programas de sanitarios, implementando proyectos “tipo” sin ninguna consulta, introducción o sensibilización para crear una cultura de uso en las comunidades, y muchas veces esto ocasiona que esta tecnología no resulte apropiada y en consecuencia sea abandonada y cambiado su uso (Ortiz et al., 2014).

Dentro de la Zona Metropolitana de Oaxaca (ZMO) el municipio con menor porcentaje de cobertura de servicios y calidad de la vivienda es la Villa de Zaachila, de igual forma, tiene la menor cobertura de agua potable y es el segundo con menor cobertura de drenaje (INEGI, 2015). En la agencia Vicente Guerrero perteneciente al municipio mencionado, sitio donde se llevó a cabo el proyecto, se tiene un 52% de cobertura de drenaje, siendo considerada una Zona de Atención Prioritaria (ZAP) de acuerdo a la SEDESOL (2015).

El objetivo del proyecto es diseñar participativamente un sanitario seco (Alipio y Fiorella, 2018) para promover su uso, además de generar espacios de participación comunitaria y actitudes solidarias, teniendo como caso de estudio un grupo de familias perteneciente a la Agencia Vicente Guerrero (AGV) en el municipio de Zaachila, Oaxaca, México.

Grupo de Trabajo

El grupo focal de trabajo es el grupo de medicina tradicional perteneciente a la parroquia Sta. Cecilia de AGV, el cual está integrado por ocho personas de diferentes edades (22 a 72 años), la mayoría mujeres dedicadas principalmente a producir tinturas, jarabes y tónicos a partir de hierbas y plantas medicinales.

Marco Teórico

Producción Social del Hábitat (PSH)

La participación de la población en el diseño, construcción y proceso dentro de un proceso nos lleva a la conceptualización de la Producción Social del Hábitat (PSH). Ortiz lo describe como todo proceso generador de espacios habitables realizados a través de la gestión de autoproductores y agentes sociales que operan sin fines de lucro (Pelli et al., 2017).

La PSH genera mayor impacto cuando se basa en procesos autogestionarios comunitarios que incluyen capacitación, participación, cooperación y solidaridad activa entre los participantes; motivada por el deseo de cambiar su propia condición de vida además de contribuir a fortalecer las prácticas comunitarias (Pelli et al., 2017). Así mismo, la producción social generada desde la colectividad surge para dar respuestas a la dificultad de garantizar una vivienda. Sin embargo, a su vez genera herramientas para incidir en dimensiones de exclusión social y aumento de la participación comunitaria (Gutiérrez et al., 2016).

Capital Social

La Producción Social del Hábitat por sí sola conlleva acciones y actitudes solidarias, productos en gran medida del capital social y la participación comunitaria. El capital social se fundamenta como un elemento dentro de la economía solidaria, ya que, en ella se encuentra una estructura social con lazos comunitarios estrechos (Fernández et al., 2018).

A su vez, el capital social comunitario tiene un potencial de impacto y desarrollo de la

vivienda y sus servicios públicos, debido a que la participación en un nivel comunitario asociativo es clave para articular una incidencia en su mejoramiento, lo que es muy importante en programas orientados a reducir la pobreza (Durston, 2016; Ángel et al., 2018).

Diseño Participativo

El diseño participativo (DP) se genera en un espacio en donde los grupos sociales se hayan apropiado de las demandas colectivas y se hacen partícipes en la toma de decisiones sobre aspectos que le afectan directa o indirectamente (Gómez, 2016).

Abiuso, et al (2016) refieren en una acepción amplia y elemental su concepto de DP, como aquellos modos de concebir la gestación y configuración del objeto arquitectónico que permiten a los usuarios tomar parte en las decisiones del proceso.

Por su parte, Martínez y Cantaloube (2015) conceptualizan el DP como la acción que conlleva definir colectivamente propuestas integrales de proyectos para el desarrollo de la vida y, a partir de ellas, los espacios físicos que permitirán su desarrollo. También es conocido como un proceso enriquecido por diversos saberes (técnicos y populares), basado en el derecho de todo individuo o comunidad a decidir sobre cómo quiere vivir, expresarse espacialmente y contar con asistencia técnica.

Materiales y Métodos

El presente proyecto fue un estudio cuali-cuantitativo, realizado a partir de dos fases; la primera mediante diseño participativo con una metodología basada en el enfoque de Producción Social del Hábitat, la segunda consideró el diseño técnico siguiendo las recomendaciones y lineamientos de dependencias federales mexicanas.

Etapa de Diseño Participativo

Para conceptualizar el sanitario seco a partir de las necesidades del grupo de trabajo (Medicina Tradicional de la Parroquia Santa Cecilia de la AVG), se llevaron a cabo tres talleres de diseño (Martínez y Cantaloube, 2015), aplicando como estrategia principal metodologías de diseño arquitectónico basadas en el diseño participativo: método

Livingston y el método de Generación de Opciones (Fidel y Romero, 2017). Con dichos métodos se obtuvieron los gustos y preferencias del grupo de trabajo para el diseño del sanitario ecológico seco, así como de los materiales y sistemas constructivos para su edificación.

1. Taller de Diseño Participativo: Zonificación

El primer taller de DP tuvo como objetivo definir el espacio físico más adecuado para construir el sanitario seco a partir de los espacios disponibles en el terreno donde brinda servicio el grupo de medicina tradicional. Se realizó a manera de croquis la zonificación y generación de propuestas para que el funcionamiento del sistema atendiera requerimientos mínimos establecidos por CONAGUA, la dependencia encargada en México (Figura 1).



Figura 1. Zonificación del predio por parte del grupo de medicina tradicional. (8 de marzo de 2018).

Fuente: J.R.J.L.

2. Taller de Diseño Participativo: Ubicación y dimensionamiento

El objetivo del segundo taller de DP fue que el grupo de trabajo dimensionara y percibiera la escala real que tendría el sanitario seco una vez construido. Para este fin, se construyó un modelo 1:1 de la parte inferior del sanitario seco (cámaras de secado) con una estructura de madera y cartón (Figura 2).



Figura 2. Ubicación participativa del baño seco dentro del espacio propuesto por el grupo de Medicina Tradicional (17 de marzo de 2018).

Fuente: J.R.J.L.

3. Taller de Diseño Participativo: Sistema constructivo y materiales

El taller de DP tuvo como propósito el diseño del sanitario seco de doble cámara, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

a) *Presentación de materiales.*

Se elaboró una presentación audiovisual (Vila, 2017) sobre los componentes del sanitario seco de doble cámara, mostrando imágenes de los diferentes materiales alternativos (bajo costo e impacto ambiental) empleados en la construcción de esta ecotecnia en distintos países del mundo.

b) *Selección de los acabados interiores, materiales y sistemas constructivos*

Para este proceso se empleó la técnica de maqueta didáctica (Núñez, 2015). A partir de lo anterior, los integrantes del grupo seleccionaron los materiales que ellos identificaron como los más apropiados a su contexto y capacidades económicas: carrizo, madera y paneles de ferrocemento con materiales de reúso (Caballero et al., 2013). Los participantes del taller experimentaron las



Figura 3. Selección participativa de materiales constructivos de caseta de baño seco (28 de marzo de 2018).

Fuente: J.R.J.L.

diferentes combinaciones posibles para seleccionar el modelo de su preferencia (Figura 3).

Etapa de Diseño Técnico

Al no haber normatividad existente para la construcción de sanitarios secos, se tomaron en cuenta los lineamientos de dependencias federales (CONAGUA, 2017; CDI, 2016), principalmente aquellos que corresponden a los materiales, orientación de las cámaras de secado y ubicación. Así mismo, se incorporaron las consideraciones de Ortiz et al. (2014) para diseño de sanitario ecológico seco.

Resultados y discusión

Etapa de Diseño Participativo

1. *Zonificación, Ubicación y Dimensionamiento.*

El espacio del grupo de medicina tradicional se encuentra constituido por una cocina en donde preparan sus tinturas y un espacio en donde brindan las terapias, teniendo un espacio divisorio que tiene la función de corredor. El grupo ubicó el sanitario seco entre la cocina y el espacio de terapia, de tal forma que se aprovecharan los muros existentes y permitiera tener acceso por medio del corredor. Así mismo, se orientaron las cámaras de secado hacia el sureste, de tal forma que tuvieran asoleamiento directo.

2. *Sistema Constructivo y Materiales.*

Sanitario Seco: Se seleccionó el sistema constructivo de ferrocemento con materiales de reúso para el diseño de las cámaras de secado, el techo y para los muros de la caseta.

Acabados interiores: Taza y mingitorio con materiales de reúso, piso de loseta, repellido de mortero y pintura blanca de mucilago de nopal.

Acabados exteriores: Ventana en forma rectangular con panel de carrizo, puerta de herrería, escalones de llantas con tierra compactada, piso de tierra cubierto de gravilla blanca, huertos verticales en los muros, ubicando el lavabo a un costado del sanitario seco.

Etapa de Diseño Técnico

Tabla 1. Viabilidad y factibilidad del sistema sanitario seco.

Técnico	
Disponibilidad de agua	El abastecimiento de agua por parte del sistema municipal en el predio es insuficiente, por lo cual se abastecen de pipas de agua potable.
Condiciones del terreno	Debido a que la pendiente promedio de 1.0% es viable la construcción.
Dureza del terreno (suelo).	Dado que el material encontrado en el predio es Tipo II, .
Espacio en el predio de aplicación.	El espacio cumple con los requerimientos para la construcción del sistema.
Profundidad de manto freático (1.5m < x).	El manto freático se encuentra aproximadamente entre 15 y 20 metros de profundidad, lo cual sobrepasa la profundidad recomendada en los manuales.
Económico	
Costo de Construcción	\$ 7,699.09 Bajo en relación con otro sistema convencional.
Operación y Mantenimiento	Debido a que no es un sistema de flujo convencional, no requiere mano de obra calificada, por lo cual, no se genera costo alguno.
Ambiental	
Consumo de Agua	El sistema de sanitario seco no requiere de consumo de agua.
Contaminación Ambiental	Al no encontrarse conectado a un sistema de flujo, no contamina las fuentes de agua potable. El grupo utilizará los residuos como fertilizante y abono en el jardín del predio.
Social	
Aceptación Social	La adopción social del sanitario seco se percibe como alta a través de un proceso de sensibilización en el grupo.
Participación Social en la Construcción	El grupo tendría un alto grado de participación (proceso de autoconstrucción) por el sistema constructivo seleccionado.

Fuente: *Elaboración propia.*

A partir de los resultados obtenidos, se reafirma la visión contextualista y compleja de la realidad planteada por Contreras-Lovich (2016) y Méndez et al. (2017) en cuanto al diseño participativo, cumpliéndose este a través de diseño arquitectónico que considera múltiples aspectos (dimensión técnica, económica, ambiental, social y participativa), que permite la generación de un diseño particular adaptado al contexto de los usuarios. Evaluando el nivel de participación del grupo (escalera de la participación) se encontró un

nivel iterativo, ya que, las personas se involucraron en la formulación, implementación y evaluación del proyecto.

Por lo anterior, uno de los aspectos de mayor peso es el económico. Se encontró que el proyecto (Figura 4) diseñado con el grupo de medicina tradicional representa un 16% del costo de un sanitario seco “tipo” licitado por CONAGUA, teniendo así un margen de ahorro de \$37,827.78.

Por otro lado, la investigación cumplió con los hallazgos encontrados por Caballero y Hernández (2015), quienes mencionan que en el diseño participativo los usuarios son quienes controlan las decisiones fundamentales, mediante la participación individual y/o colectiva.

En consecuencia, el desarrollo de los talleres de diseño participativo generó en el grupo de medicina tradicional además acciones solidarias y comunitarias (ayuda mutua, cooperación y confianza) que facilitaron el intercambio de conocimientos con el grupo técnico gestor (Ángel et al., 2018).

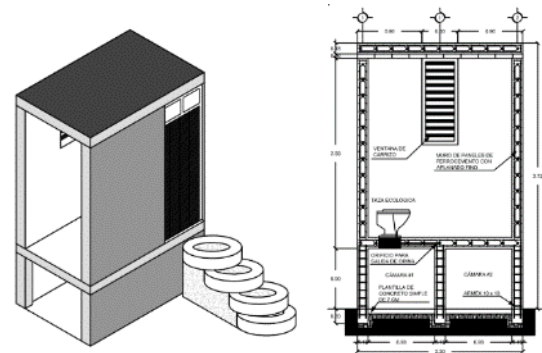


Figura 4. Vista isométrica y corte de sanitario seco de doble cámara, diseñado por el grupo de medicina tradicional.

Fuente: *Elaboración propia.*

Conclusiones

Los talleres favorecieron a la creación de un espacio de consenso comunitario, considerando no solo un enfoque técnico sino también social, con el cual el capital social se refuerza.

El diseño del sanitario ecológico seco desarrollado en el proyecto con un sistema constructivo (ferrocemento y materiales de reúso) permite la participación e

involucramiento de los usuarios, siendo una tecnología apropiada, ya que, es de menor costo, de bajo impacto ambiental y socialmente adaptada al contexto, características que no cuentan los modelos “tipo” de sanitarios secos con materiales convencionales.

Es fundamental que en los proyectos de intervención comunitaria se promueva la participación del usuario en todo el proceso (diseño, implementación y evaluación), para lograr la adopción de tecnologías como la planteada en la investigación (sanitario seco), fomentando y fortaleciendo además valores solidarios en los participantes.

Agradecimientos

Al CONACYT por la beca de estudios otorgada. A la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN por el financiamiento del proyecto; “Sistemas Sanitarios apropiados para la construcción social de la vivienda en asentamientos periurbanos a la ciudad de Oaxaca”. 20195576, del cual se derivó este trabajo. Dos de los coautores agradecen a la COFAA del IPN por la beca de exclusividad otorgada.

Literatura citada

- Abiuso, P., Benítez, M. A., y Dutra, R. (2016). *Encuentro de saberes. El abordaje del Diseño y Construcción de un salón de usos comunitarios con familias de una aldea Mbya Guaraní en Misiones (Arg)*. V Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales.
- Alipio, M., y Fiorella, J. (2018). *Estudio comparativo de las unidades básicas de saneamiento de arrastre hidráulico con biodigestor y sanitario ecológico seco en el caserío de retambo, distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco*. (Tesis de Grado) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, Trujillo, Perú.
- Ángel Pérez, A. L. D., Tapia Naranjo, C. A., Villagómez del Angel, T. E., Uzcanga Pérez, N., y Hernández Estrada, C. A. (2018). *Capital social, redes sociales y liderazgo en agricultura familiar periurbana en México*. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 9(6), 1137-1148.

Caballero, J.L., Alavéz, R., Juárez, L. (2013). *Procedimiento constructivo de panel tipo sándwich para vivienda con materiales no convencionales*.

Caballero Viramontes, A. K., Hernández Hernández, D. (2015). *Diseño Urbano Arquitectónico Participativo en Micrópolis*. (Tesis de Grado) Universidad Autónoma de México, Ciudad de México, México.

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2017). *Saneamiento Básico. Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento* (Mapas).

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, CDI. (2016). *Eco/tecnías; Guía Práctica para Comunidades Indígenas*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/173389/ecotecnias-comunidades.indigenas-2016.pdf>

Contreras-Lovich, H. N. (2016). *La representación social del espacio público para el diseño y la gestión de territorios sostenibles. Una propuesta teórica-práctica y metodológica para un urbanismo participativo*. Revista de Arquitectura, 18(1), 18-34.

Durston, J., Gaete, JM, y Pérez, M. (2016). *Comunidad, conectividad y movimiento regional en la Patagonia: la evolución del capital social en la región de Aysén, Chile*. Revista de la CEPAL.

Fernández, I. B., Foncea, M. D., Servós, C. M., y Servós, C. M. (2018). *Cooperativas, capital social y emprendimiento: Una perspectiva teórica*. REVESCO: Revista de estudios cooperativos, (128), 76-98.

Fidel, C. y Romero, G. (2017). *La vivienda, la sustentabilidad y la planeación o ¿qué pasa con la vivienda?* En Producción de vivienda y desarrollo urbano sustentable(pp17-28). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Gómez Chabla, D. A. (2016). *Diseño urbano basado en la producción social del habitat para Monte Sinai, Guayaquil, 2016* (Tesis de Grado) Universidad de Guayaquil: Facultad de Arquitectura y Urbanismo.

- Gutiérrez, M. R. H., Jiménez, R. M. D., y García, M. J. R., (2016). *Innovación social comunitaria: miradas a una experiencia de ocupación de vivienda*. Cuadernos de Trabajo Social.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2015). *Inventario Nacional de Viviendas 2016*. Recuperado de: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/default.aspx>.
- Manetta, A., Hernández, L., y Avilés, T. S. (2018). *La (in) capacidad de respuesta al ODS número 6 en los municipios de la zona Otomí-Tepehua (Hidalgo, México)*. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, (9), 159-173.
- Martínez, C. F., y Cantaloube, É. N. C. (2015). *Diseño participativo de espacios urbanos bioclimáticos*. Experiencia en Mendoza (Argentina). Cuadernos de Vivienda y Urbanismo, 8(15), 36-55.
- Méndez, A. J. R., Tuma, M. M., y Bole, V. M. B. (2017). *Diseño participativo de la vivienda. Experiencias en la enseñanza de la arquitectura*. Revista Arquitectura y Urbanismo, 38(2), 104-115.
- Núñez, R. G. (2015). *La maqueta y el modelo a escala. Recursos, metodologías y praxis* (Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, España).
- Ortiz Moreno, J., Masera Cerutti, O. y Fuentes Gutiérrez A. (2014) *La Ecotecnología en México*. Unidad de Ecotecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.
- Pelli, M. B., Barrios, M. G., Caccato, C., D'aveta, Á., Depettris, N., Roig, M. D., ... y Sánchez, L. (2017). *Procesos participativos en la construcción del hábitat: experiencias significativas en las ciudades de Resistencia y Corrientes*. ADNéa, (5), 109-120.
- Sánchez, V. (1 de noviembre de 2018). *El 70% en Oaxaca carece de agua en excusados*. NVI Noticias. Recuperado de <https://www.nvinoticias.com/nota/81588/e1-70-en-oaxaca-carece-de-agua-en-excusados>
- Secretaría de Desarrollo Social, SEDESOL. (2015). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2015*. (Edición 2015) Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/35474/Oaxaca_565.pdf.
- Vila, M. C. (2017). *Aplicación del ciclo 4mat para facilitar la Gestión del Conocimiento en equipos de trabajo* (Tesis Doctoral, Universitat de les Illes Balears, España).

LA COCINA TRADICIONAL DE SOLA DE VEGA, OAXACA, COMO ELEMENTO DE IDENTIDAD CULTURAL

Núñez-Reyes Yareth Liduvina, Pérez-Flores María Eufemia, Vásquez-López Alfonso.
Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Oaxaca.

Autor para correspondencia: yarethnury@gmail.com

Resumen

La alimentación multidimensional y es un proceso claramente bio-cultural, desde el punto de vista cultural, está sujeta a las tradiciones y al sistema de creencias; es gestora de relaciones sociales y tiene relación directa con la división del trabajo y la distribución de la riqueza; así mismo está sujeta a las transformaciones profundas influenciadas por la globalización y otros procesos contextuales. El objetivo del presente trabajo fue identificar la importancia de la cocina tradicional de Sola de Vega, Oaxaca en la identidad comunitaria. Para la obtención de la información se recurrió a métodos cualitativos y cuantitativos, el componente cuantitativo se obtuvo a través de la aplicación de una encuesta validada a mujeres amas de casa de una muestra representativa de la comunidad para identificar características socioculturales y el conocimiento de la cocina tradicional local; para el componente cualitativo se recurrió a la aplicación de entrevistas semiestructuradas a las cocineras de la localidad. Como resultado se identificaron 10 platos tradicionales, así como su aporte a la identidad cultural según las interpretaciones de las cocineras ajustadas a los indicadores de la UNESCO. Se concluye que a través de los saberes comunitarios de la cocina tradicional se busca reivindicar la identidad comunitaria de Sola de Vega, porque llevan implícitos trazos de historia, transmisión de herencias socioculturales y organización social solidaria en el núcleo familiar y comunitario.

Palabras clave: Cocineras, Comunidad, Organización social, Platillos tradicionales, Saberes.

Abstract

Feeding is a multidimensional and a clearly biocultural process, it is subject to traditions and the belief system, which one is a manager of social relations and it has a direct relationship with the division of labor and the distribution of wealth. In addition, it is subject to deep transformations influenced by globalization and other contextual processes. The aim of this work was to identify the importance of the traditional cuisine of Sola de Vega, Oaxaca in the community identity. To obtain the information quali-quantitative methods were used, the quantitative component was obtained through an application of a validated survey of housewife from a representative sample of the community to identify socio-cultural characteristics and the knowledge of local traditional cuisine; to the qualitative component was used a semi-structured interview to local cooks from the community. As a result of the intervention, 10 traditional dishes were recovered as well as their contribution to cultural identity according to the interpretation of the cooks based on UNESCO indicators. It is concluded that through the community knowledge of the traditional cuisine is expected reclaim the community identity of Sola de Vega, because it has part of the history, sociocultural heritage and solidarity social organization in the family and community nucleus.

Key words: Cooks, Community, Social Organization, Traditional Dishes, Community Knowledges.

Introducción:

La identidad es el conjunto de prácticas significantes y significativas que dan sentido a las vidas y a las trayectorias personales, familiares y grupales (Arfuch, 2002). En el camino hacia el reconocimiento de la diversidad y particularidad de cada pueblo, se encuentran inmersos elementos y manifestaciones ancestrales que construyen de manera dinámica la identidad del mismo. La cocina tradicional es parte de este conjunto de expresiones, la cual integra en sus procesos, técnicas ancestrales que relatan la historia de los pueblos a través de sus creencias, valores implícitos y subjetivos que, aunque escapan al ojo humano, funcionan como un tejido en la construcción continua de identidad (Muchavisoy, 2018).

La alimentación constituye un elemento central de la cultura e identidad, y se materializa en elementos macro y micro sociales, adecuados a un tiempo, espacio y contexto que describen los modos de consumo de una sociedad (Bertrán, 2017).

Sin embargo, observamos una nueva dinámica donde la alimentación está siendo vista como un elemento tangible que satisface una necesidad fisiológica, desechando elementos socioculturales, psicológicos, holísticos, históricos, geográficos que ayudan a conocer la esencia, los modos de vida, los comportamientos de una sociedad y valores; es decir la identidad (Kaufmann, 2016).

Por lo anterior se planteó como objetivo de este proyecto, identificar la importancia que tiene la cocina tradicional de Sola de Vega, Oaxaca en la identidad comunitaria; y así, determinar si es viable implementar acciones participativas que promuevan las prácticas ancestrales de la cocina tradicional.

Área de estudio

Villa Sola de Vega, Oaxaca, cabecera distrital de 16 municipios en la Sierra Sur, ubicada a 1,440 metros sobre el nivel del mar en la parte sur occidental del Estado de Oaxaca a 98 kilómetros de la capital. Según datos disponibles del INEGI, el municipio cuenta con una población total de 1,846 habitantes de los cuales 966 son mujeres y 880 hombres (INEGI, 2010). Existen 472 viviendas

particulares habitadas. La localidad pertenece a un municipio catalogado con un alto índice de marginación (SEDESOL, 2015). Los campesinos producen principalmente maíz, frijol, sorgo forrajero, alfalfa, avena, maguey y jitomate.

Metodología:

Se realizó un estudio transversal en el periodo de enero a junio del 2019. La investigación fue de tipo mixto (cualitativo y cuantitativo). A nivel cuantitativo, el procedimiento fue el siguiente: se aplicó una encuesta que estuvo integrada por 68 ítems, correspondientes a los ejes temáticos: aspectos sociodemográficos y culturales; así como conocimiento de la cocina tradicional local.

Se incluyeron a 38 mujeres jefas de hogar, seleccionadas por sorteo (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2014) según método de porcentajes para comunidades rurales (Escalante, 1982), quienes deberían reunir los siguientes criterios de inclusión:

- ✓ Mujeres mayores de 18 años
- ✓ Amas de casa / jefas de familia
- ✓ Originarias y/o radicadas en la comunidad
- ✓ Interesadas en contestar las preguntas



Figura 1. Indicadores de identidad cultural adaptados a la cocina tradicional

Para el componente cualitativo, se recurrió a la aplicación de la observación participativa y entrevistas semiestructuradas aplicadas a un grupo de cocineras, según método de Taylor y Bodgan (1990). Dichas entrevistas contenían 19 preguntas abiertas divididas en dos sesiones.

En la primera se obtuvo información sobre la cocinera tradicional y en la segunda sobre el origen, significado y proceso de elaboración de los platillos tradicionales.

Se evaluó la contribución de los saberes y habilidades de la cocina tradicional del municipio a la identidad cultural, de acuerdo a los indicadores de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (UNESCO, 2017) dichos indicadores se muestran en la Figura 1

Resultados

Descripción de la población estudiada y el conocimiento de la cocina tradicional

En total se aplicaron 38 encuestas a amas de casa jefas de familia, quines tenían un intervalo de edad amplio que iba de los 24 a los 92 años; con respecto al nivel educativo, más del 80% de las mujeres estudió primaria, secundaria y bachillerato; el 65.8% de las personas encuestadas manifestaron ser originarias de la comunidad, mientras que el 34.2% de las personas que no nacieron en Sola de Vega manifestaron en su mayoría (97.3%) tener sentido de pertenencia a las tradiciones del lugar.

Conocimientos de cocina tradicional de Sola de Vega.

Los encuestados reconocen la existencia de comida tradicional local (100%), pero solo el 5.2% prepara platillos tradicionales; los argumentos que dieron para no preparar la comida con mayor frecuencia, fueron: la falta de tiempo, la dificultad del modo de elaboración y los altos costos.

El 71% de las mujeres tenían la percepción de que la cocina tradicional, provee comida nutritiva porque originalmente era elaborada con ingredientes naturales, de la región y no incluía productos industrializados; además de ser casera e higiénica. En contraparte el 29% la considera no nutritiva por ser muy grasosa y condimentada.

Respecto a la importancia de la cocina tradicional en la identidad, más del 90% no dudó en decir que de una u otra manera esta los define como soltecos, es decir, les otorga identidad frente a otras comunidades.

Percepción de las cocineras

En lo que concierne a la información obtenida entre las 10 cocineras a quienes se les aplicó la entrevista semiestructurada se identificó la importancia de los platillos en relaciona la identidad cultural, Tabla 1.

Tabla 1. Recetas de la cocina tradicional y su símbolo de identidad.

Platillo	Importancia
Pastel de carne	Desde la perspectiva de las mujeres cocineras y la población del lugar, el platillo más popular de Sola de Vega; es un platillo lujoso, caro y extravagante. Por lo general solo se deleita el paladar de este en eventos especiales.
Chafaina	Se sospecha que es un alimentos producto del sincretismo entre españoles e indígenas mexicanos" según comentan las entrevistadas se cree que es una variante de la Chanfaina.
Carne fría	Se cocinaba en gastos (fiestas) grandes como bodas, bautizos, etcétera, para aprovechar la carne que sobraba y comerla al día siguiente en el recalentado.
Coloradito de pollo	Se consume un día antes de una boda. Este platillo ya era conocido en el siglo XVIII.
Estofado	Se prepara en bodas, bautizos o cumpleaños y es servido a la hora del almuerzo; en algunas ocasiones se usa como la entrada, para posteriormente servir el plato fuerte.
Guías espesadas	Representa la satisfacción de sentirse autosuficiente; ser capaces de comer y disfrutar del momento mágico que implica su proceso de producción.
Chichilo	La función del platillo ha cambiado un poco; ha pasado a ser un platillo más exclusivo de fiestas y celebraciones.
Quintoniles	Sobresale la importancia que tenía este platillo para la población con recursos limitados.
Higaditos de puerco	Este platillo se prepara en ocasiones especiales como la noche de la bendición de los novios, es decir un día antes de la boda religiosa, es servido a la hora de la cena y se acompaña con salsa y frijoles negros refritos.
Segueza	Se sabe que su origen es de la cultura zapoteca. La cual solía servirse en fandangos.

Entre las diferentes percepciones de las cocineras, se encontró coincidencia en los elementos culturales involucrados en la cocina tradicional, tales como:

Materiales: las especias utilizadas para condimentar la comida, los utensilios tradicionales, metate, molinillo, chirmolera, ollas de barro, comal, entre otras; las cuales otorgan un sazón característico de la comunidad. Se mencionó que, aunque algunos guisos también son elaborados en otras regiones, el sabor es diferente y es allí donde se distingue de los demás.

De organización solidaria: como componente esencial de la preparación de la comida tradicional se identificó al "Tequio", como la actividad más importe en la organización para la preparar de los platillos entre los integrantes de la comunidad. De acuerdo a los comentarios de las cocineras, en tiempos antiguos, el anfitrión o mayordomo era el encargado de invitar y seleccionar a sus amistades para apoyar a la cocinera encargada del menú; quien a su vez tomaba el papel de

líder en la elaboración del platillo y era encargadas de asignar cada una las tareas. Cabe destacar que las personas que acuden al llamado del mayordomo lo hacen por una convicción y tradición heredada de sus ancestros; con el único interés de convivir, aprender y fomentar el respeto hacia sus tradiciones.

De transmisión de conocimientos: la transmisión de saberes es de manera oral aunado a la observación participante de los colaboradores, quienes no necesitan una instrucción muy elaborada por parte de la cocinera líder, ni el apoyo de un cuaderno de notas por parte del aprendiz; es un proceso de poca teoría con mucha práctica. Lo cual permite conservar y transmitir esos saberes a las nuevas generaciones.

Simbólicos: la cocina tradicional representa un elemento en la construcción de vida de cada integrante del grupo focal, ya que en un 80% ha determinado la ocupación de ellas y el reconocimiento familiar y social en la comunidad como transmisoras de historia.

Emotivos: aprender a cocinar no fue una elección propia en más del 50% de las entrevistadas. Sin embargo, las cocineras no lo tomaron como una imposición, sino como una contribución voluntaria en la familia. Al paso de pocos años, para ellas se volvió una actividad que otorga sensaciones y emociones que no se pueden explicar con palabras.

Interpretación de las cocineras según indicadores UNESCO.

El primer indicador central evaluado fue la participación dentro del hogar. Mencionada con una frecuencia de 9 de 12. Las cocineras tradicionales jugaron un papel importante desde niñas en la preparación de los alimentos. Doña Elia recuerda que su mamá siempre fue muy estricta, ya que solo le daba la receta de algún guiso una vez. En los otros casos, los relatos muestran que el gusto por cocinar fue motivado por la madre, a través de la entrega dedicada a este arte y la relación con un pasaje íntimo y nostálgico de su ser.

El segundo indicador central fue la participación voluntaria fuera del hogar, aquí se identificó el apoyo en fiestas patronales, bautizos, bodas, funerales, rezos, cumpleaños

y actividades religiosas, festivales culturales. Puesto que es característico la ayuda de las mujeres en la preparación de comida. Todas las cocineras coinciden en que fue determinante colaborar como voluntarias en las festividades antes mencionadas, y consideran que tuvieron una gran oportunidad de reforzar los conocimientos aprendidos de sus madres.

El tercer indicador, participación fuera del hogar en actividades reglamentarias no presentó ninguna coincidencia, ya que las cocineras mencionaron que, hasta el momento, apoyar en la cocina no representa una obligación sino un compromiso moral y social como solteco.

En el último indicador, los determinantes de estatus, las cocineras indicaron que es de importancia social la elaboración de los platillos caros como el pastel de carne, mole, sopa caldosa, dulce de frutas y tepache, puesto que solo se realizan en celebraciones especiales como bodas y fiestas patronales. El argumento para lo antes mencionado es el costo monetario y humano que lleva la preparación; esta actividad es comparada con un ritual social que implica un esfuerzo por reunir los insumos y el apoyo de familiares y amigos y que al momento de ser servido es la ofrenda por la participación en el evento.

Resultados relevantes

Los resultados de este estudio destacan la complejidad del conocimiento de la cocina tradicional, la importancia de valorar y preservar los conocimientos tradicionales, así como el deber de transmitir los conocimientos y saberes a las generaciones futuras.

Por otro lado, se destaca la emotiva participación de las cocineras tradicionales por continuar aportando sus saberes al fortalecimiento de la identidad comunitaria, este interés se debe quizás a la necesidad de preservar el conocimiento ancestral de la cocina tradicional entre las generaciones venideras.

Así mismo, los resultados confirman que la cocina tradicional es un proceso de formación y construcción de identidad a través de elementos culturales. Al analizar los datos en cuanto a su aporte en la integración de la

organización del núcleo familiar se interpreta que los saberes culinarios a pesar de que no lleva una instrucción formal con nombres específicos, etapas o métodos en su proceso, contribuyen a la formación del ser humano desde la primera interacción con el grupo familiar.

Conclusiones

Con este estudio se concluye que a través de los saberes comunitarios de la cocina tradicional se busca reivindicar la identidad comunitaria de Sola de Vega, porque llevan implícitos trazos de historia y organización social solidaria en el núcleo familiar y comunitario, acciones voluntarias y transmisión de herencias socioculturales.

Literatura citada

- Arfuch, L. (comp.) (2002). *Identidades, sujetos y subjetividades*, Buenos Aires, Prometeo.
- Bertrán, M. (2017). Domesticar la globalización: alimentación y cultura en la urbanización de una zona rural en México. In *Anales de Antropología* Vol. 51, No. 2, pp. 123-130.
- Escalante Forton, R., & Miñano, M. (1982). *Investigación, organización y desarrollo de la comunidad*. Editorial Oasis, 30.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2010). *Censo general de población y vivienda 2010*. Estado de Oaxaca.
- Kaufmann, S. (2016). Multiculturalidad y ética del reconocimiento. *Persona y sociedad*, 25(1), 75-87.
- Muchavisoy, W. J. M. (2018). El conocimiento indígena para descolonizar el territorio. La experiencia Kamëntsâ (Colombia). *Nómadas*, (48), 239-248.
- SEDESOL (2015). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social*. Subsecretaría de Planeación, Evaluación y Desarrollo Regional.

Taylor, S. y Bodgan, R. (1990). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona, España: Paidós.

UNESCO. (2017). *Patrimonio Intangible*, en línea: http://www.unesco.org/culture/heritage/intangible/html_sp/index_sp.sht mEl, fecha de consulta: 8 de noviembre del 2018.

CIIDIR IPN UNIDAD OAXACA

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

Hornos No. 1003, Col. Noche Buena, Municipio de Santa Cruz Xoxocotlán C.P. 71230.
Oaxaca.

Teléfono: 951 517 06 10, ext. 82769

<https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/>