

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

NAS JOMÉ

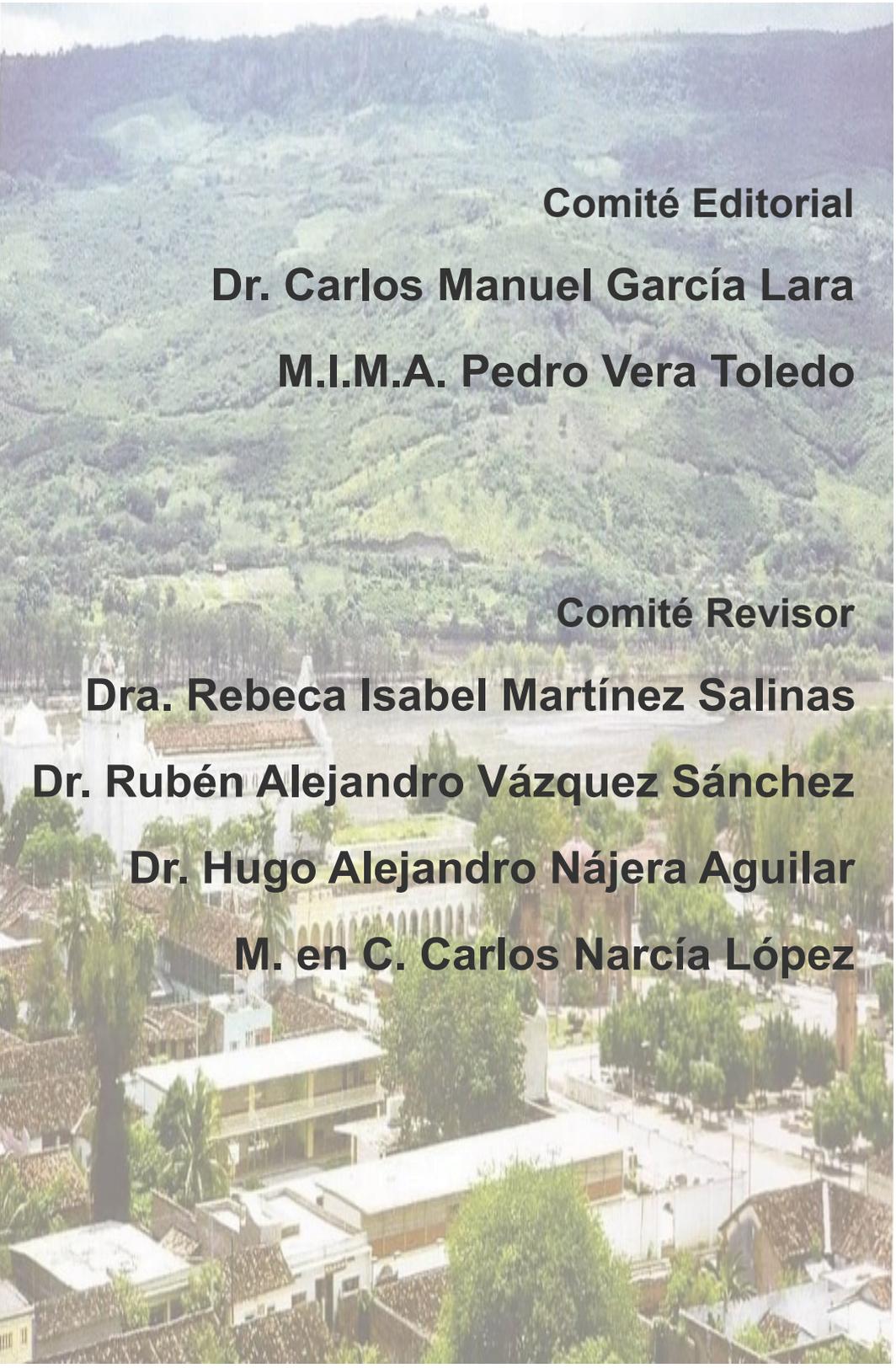
Ingeniería Ambiental

Cambio de uso de suelo

Ruido sísmico

Índice de germinación de semillas

Sistemas acuapónicos

An aerial photograph of a town nestled in a valley. In the foreground, there are several buildings with tiled roofs and a large white building with a dome. A river flows through the middle ground. The background is dominated by rolling hills covered in dense green forest.

Comité Editorial

Dr. Carlos Manuel García Lara

M.I.M.A. Pedro Vera Toledo

Comité Revisor

Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

M. en C. Carlos Narcía López

Carta de los Editores

En esta edición de la Gaceta Nas Jomé XXV, se dan a conocer trabajos realizados por estudiantes y docentes que con gran entusiasmo participan con trabajos desarrollados durante las actividades académicas y de investigación que desarrollan, con el apoyo del Cuerpo Académico Estudios Ambientales adscrito a la facultad de ingeniería y cuyos miembros forman parte del programa de estudios de ingeniería ambiental.

Esta edición cuenta con aportaciones en temáticas como: cambio de uso de suelo y vegetación, análisis de procesos de remoción de masa, índice de germinación de semillas, entre otros.

El comité Editorial agradece la constante y tenaz participación de la comunidad y extiende su invitación permanente para contribuir y enriquecer con trabajos esta publicación.

Sumario

Tasa de Transformación de Cambio Uso de Suelo y Vegetación durante el periodo 2009 al 2019 en Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas,	1
Amaranta Ruíz Mondragón	
Análisis de producción de semilla “pinus tecunumanii” en la unidad productora de germoplasma forestal (UPGF) Coapilla, Chiapas,	9
Oswaldo Misael Jiménez Villanueva y Francisco Duván Aguilar Villanueva	
Análisis de la amenaza de procesos de remoción de masa mediante ruido sísmico en la meseta de Copoya, Chiapas,	21
Felipe Fabricio Santiago Gordillo	
Evaluación del índice de germinación de semillas utilizando agua tratada,	27
Hannia Nashelly Hernández Aguilar	

Patrones de circulación sinóptica y su influencia en la disponibilidad del viento para el funcionamiento adecuado de aerogeneradores, en Santo Domingo Ingenio, Oaxaca, Katia Samantha González Escobar	35
Sistemas acuapónicos con la técnica de solución nutritiva recirculante, Lisbeth Guadalupe Cruz Cruz	48
Normas Editoriales	54

Tasa de Transformación de Cambio Uso de Suelo y Vegetación durante el periodo 2009 al 2019 en Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas

Amaranta Ruíz Mondragón

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Escuela de Ingeniería Ambiental

Resumen

El humano ocupa y transforma de diferentes maneras el espacio geográfico a lo largo del tiempo, y sus distintas actividades ocasionan cambios permanentes en los territorios que habita. El cambio de uso de suelo es la sumatoria de transiciones físicas del suelo derivado de las actividades antropogénicas, que resultan de las actividades socioeconómicas desarrolladas sobre la cobertura del terreno. Este trabajo explicará la dinámica de cambio uso del suelo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Cañón del Sumidero, durante el periodo 2009 – 2019.

Introducción

La demanda mundial del cambio uso de suelo aumenta a un ritmo sin precedentes y se refleja por el incremento de las áreas urbanas. El humano ocupa y transforma de diferentes maneras el espacio geográfico a lo largo del tiempo, y sus distintas actividades ocasionan cambios permanentes en los

territorios que habita. De allí surge la preocupación por estudiar la dinámica y los impactos que sus modos de expansión y crecimiento producen en el medio. Existen diferentes nociones acerca del concepto de “cambio de uso del suelo”, en términos generales, se define como la expresión dinámica de las actividades humanas sobre un espacio (Platt, 2004). Estas actividades se relacionan con la apropiación de recursos naturales para la generación de bienes y servicios. Para poder analizar el cambio uso de suelo se requiere de herramientas precisas y consistentes, como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para cuantificar los cambios ocurridos en un territorio (Pineda, 2011). Estos son el referente para conocer las trayectorias de los distintos procesos de cambio que existen en determinado territorio (Mas y Flamenco, 2011).

Las actividades económicas que practican las distintas sociedades del mundo juegan un papel im-

portante en la dinámica de uso de suelo y en el deterioro ambiental.

En México, el impulso de estudios de cambio de uso del suelo y vegetación se determina a partir del uso de insumos cartográficos asociados con las distintas cubiertas y usos del suelo del territorio nacional. El dominio, análisis e interpretación de las tasas de cambio, pérdidas, ganancias, cambio neto, cambio total, intercambios e índices de persistencia, procedentes de dichos materiales, ha provocado incertidumbre en la comunidad científica, debido a la calidad de los insumos cartográficos, la metodología utilizada para su elaboración y la falta de aplicación de métodos que permitan validar su confiabilidad (Mas, 2011).

A partir de los mapas de uso de suelo y vegetación se puede identificar, representar, describir, cuantificar, localizar, analizar, evaluar, explicar y modelarlos procesos de cambio y la dinámica que ocurre en las diversas coberturas vegetales y usos del suelo de un espacio geográfico y en un tiempo específico (Camacho-Sanabria et al., 2015).

Antecedentes

En términos de riqueza biológica,

México está posicionado en el cuarto lugar del mundo; la combinación de su relieve y su clima lo convierte en un reto de realizar mapas temáticos de distintos tipos de vegetación y usos del suelo.

Las decisiones que se tomen en la actualidad sobre el uso de los recursos naturales tendrán, sin duda, un impacto en el desarrollo de las generaciones actuales y futuras

El uso de una base de datos geográfica integrada a un SIG y la incorporación e integración de la matriz de transición de Pontius et ál. 2004 (citado por López Vázquez y Plata Rocha 2009) permiten identificar y analizar, en forma espacio-temporal, las modificaciones y cambios ocurridos dentro de un periodo. Del análisis de los usos del suelo, se tienen características singulares, se originan como respuesta a las demandas de viviendas y satisfacción de las necesidades de alojamiento económico (Silva y Rubio, 2013).

La Secretaría de Medio Ambiente (SEMARNAT), reporta la pérdida de 222 mil km² de selva, 129 mil de bosque, 51 mil de matorrales y 60 mil de pastizales, tan solo de

1970 a 1993, 14 millones de ha de bosques, selvas, matorrales y pastizales fueron alterados y remplazados por comunidades secundarias a un ritmo de 823 mil ha al año, afectando principalmente a bosques y selvas. Dicha pérdida implica problemáticas en azolvamiento de cuerpos superficiales y disminución de la recarga de los acuíferos por las características que tiene la vegetación respecto al escurrimiento superficial (López, 1998; tomado de Viramontes et al., 2004). Para establecer una relación directa entre las zonas urbanas que se han desarrollado y las áreas sin vegetación, se propone la realización de estudios de dinámica de cambio de uso para conocer que usos de suelo son mayormente propensos hacia el cambio a uso urbano o qué tipo de suelo es propenso o sensible a degradarse y no servir de soporte para la vegetación (Trucíos et al., 2013).

Debido a la cercanía del Área Natural Protegida Parque Nacional Cañón del Sumidero, que existe con la zona urbana, la hace susceptible a sufrir incendios forestales provocados por actividades antropogénicas, tales como quemas agrícolas y de basura, entre otras. En el periodo del 2004 – 2011 se registraron 149 incen-

dios, que afectaron principalmente a arbustos y matorrales (65.13%), el 33.30% a pastos y hierbas y en menor grado con 1,2% al arbolado adulto y 0.38% a la vegetación de renuevo, en total afectaron 918.72 hectáreas que corresponden al 4.216% de la superficie del parque. Los asentamientos irregulares desde 1984 provocaron el cambio de uso de suelo y transformaron la vegetación de la siguiente manera: 163-57-58 ha fueron ocupadas para casa habitación de las colonias urbanas, de las cuales 33- 84-08 corresponden a la zona de amortiguamiento. Se incrementó la agricultura y pastizales. A su vez, hubo pérdida de bosques de encino, pino-encino y selva alta, mediana y baja. Los problemas más graves de deforestación se presentaron en 1993 (López, 2015).

Como se menciona en el párrafo anterior, fue a partir de 1980 que se comenzó a registrar la formalidad de las primeras colonias dentro del área natural protegida. Se obtuvo un total de 91 colonias en 23 años, por ello, el Parque Nacional del Cañón del Sumidero pidió modificar su polígono desde ese entonces. Lo anterior con el objetivo de desincorporar dos mil 944 hectáreas invadidas de

la zona natural, para proteger la vida silvestre de la zona, más no para regularizar dichos predios invadidos en su momento. Hasta el mencionado recuento, el Parque Nacional había perdido un aproximado de dos mil 500 hectáreas en tan solo 23 años, dejándola en alrededor de 18 mil 500 hectáreas, un equivalente del 15% de áreas verdes perdidas desde su decreto. Ante esta situación, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en Chiapas, logró conseguir que se le devolvieran cuatro mil 615 hectáreas de las casi dos mil 500 desincorporadas, zonas terrestres que colindan con el municipio de Ocozocoautla (Xicotencalt,).

Se propone que los programas de manejo, conservación y aprovechamiento regionales consideren especies mexicanas multipropósito ya que su uso permitirá satisfacer algunas demandas locales, así como mantener la cubierta arbórea y con ello la conservación de la diversidad local, garantizando al mismo tiempo el mantenimiento de los servicios ambientales de la selva (Zepeda et al., 2017).

Problema en el PNCS

Unos de los grandes desafíos para México es la conservación de

sus extensos bosques, selvas, humedales en las Áreas Naturales Protegidas, debido a los factores tanto naturales como antrópicos, como son el cambio uso de suelo, tala ilegal, incendios, sismos, extracción de materiales pétreo, y la expansión de las zonas urbanas.

El desarrollo de las condiciones sociales, económicas y ambientales de las personas que habitan en las zonas de amortiguamiento, depende de la recuperación de los ecosistemas forestales y acuáticos que son de suma importancia para determinar la dinámica de cambio de uso de territorio.

El cambio de uso de suelo y la pérdida de cobertura vegetal, son la principal causa del cambio climático global y se relaciona con la seguridad en la producción de alimentos, la salud humana, la urbanización, la biodiversidad, los refugios ambientales, la calidad del agua y del suelo (López, 2006). Se han señalado diferentes procesos como responsables del cambio de uso de suelo. El crecimiento poblacional es el responsable del incremento de la superficie cultivada o destinada al ganado, puesto que es necesario alimentar a cada vez más población, así como la pérdida de cobertura forestal (Pineda, 2011) .

Las cifras más recientes del 2011 arrojan que México había transformado alrededor de 55.9 millones de hectáreas de vegetación natural a otros usos del suelo. El 64% de la superficie del país se encuentra afectado por algún tipo de degradación sobre cambio uso de suelo (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2014).

Las prácticas de extracción ilimitada realizadas durante décadas derivaron en la degradación de enormes extensiones, la mayor parte de los bosques y selvas son de propiedad social y en ellos habitan personas con altos grados de marginación. En contrapeso, existe también una creciente necesidad por contar con los servicios ambientales brindados por los bosques, entre otros, la protección contra la erosión, la conservación de los servicios hidrológicos y de la biodiversidad. Así, las actividades de restauración, protección y conservación de los bosques se convierten en ejes fundamentales de la actividad forestal del país (Vanegas, 2013).

Chiapas es probablemente el estado con mayor diversidad de especies arbóreas nativas de México (Martín et al., 2005), destacando regiones altas de presen-

cia de especies arbóreas endémicas, entre ellas el Parque Nacional Cañón del Sumidero (PNCS) donde está ubicado el estudio de este trabajo, que se caracteriza por presentar una distribución de selva baja caducifolia y perennifolia, bosque de encino, vegetación arbustiva, matorrales, vegetación hidrófila y áreas perturbadas (CONANP, 2012).

El cambio de uso de suelo en la zona de amortiguamiento del PCNS se ha intensificado por los establecimientos de asentamientos humanos (invasiones humanas), de los terrenos que fueron expropiados y que se comenzaron a indemnizar, como son los ejidos, que rodean el lado sureste del Parque (El Palmar, San Antonio Zaragoza y Ampliación El Palmar) (Vargas, 1997).

Igualmente, se encuentran adicionalmente industrias operando desde hace tiempo atrás, entre ellas tres Caleras (Cementos y Cales de Chiapas, S.A de C.V. el predio se localiza a 500 m antes de Ilagar a la comunidad de Benito Juárez, municipio de San Fernando y a 400 m, margen derecha del tramo carretero San Fernando – Chicoasén; Trituradora de Grava), que afecta en primera al suelo y las emisiones a la at-

mósfera que se emiten a través del proceso de la producción de la cal. El incremento de la expansión de la frontera agrícola (ganadería, agricultura), deforestación (tala y/o desmonte, saqueo de tierra, banco de material), trayendo como consecuencias en su regulación hídrica, al no haber presencia de especies arbóreas que ayuden a retener el agua en el suelo esta no permite que se filtre hacia los acuíferos subterráneos, en su regulación climática, con el aumento de la temperatura en temporadas tropicales, y en el control de inundaciones, en temporada de lluvias no se mantiene el suelo en su sitio dejándolo sin adherencia (Ruíz, 2014). Incendios forestales y acumulación de residuos en el Río Grijalva (productos contaminados en el agua, pesca comercial) (CONANP, 2007), afectando en su paisaje, y en sus actividades turísticas, a las que están articulados distintos actores sociales, desde lancheros hasta agencias de viajes.

Conclusiones

Es necesario analizar la dinámica de cambio uso del suelo y vegetación en el Parque Nacional Cañón del Sumidero por medio de los Sistemas de Información Geo-

gráfica durante el periodo 2009 – 2019. Para la actualización de los cambios que ocurrieron a través del periodo mencionado con anterioridad.

Permitirá determinar el índice de afectación de acuerdo a la urbanización, la expansión de la frontera agrícola, la deforestación, la extracción de materiales pétreos y los incendios forestales en la zona, para ello conocer las áreas puntuales degradadas y así dar recomendaciones específicas para la recuperación de sus suelos.

Este trabajo estará dirigido a tomadores de decisiones, asesores técnicos, propietarios de áreas forestales degradadas, gestores de recursos naturales, estudiantes y a todo aquel interesado en la conservación de suelos; como un pequeño esfuerzo para contribuir a la conservación del capital natural del Estado de Chiapas.

Referencias

Camacho-Sanabria, J., Juan, P., Pineda, J., Cadena, V., Bravo, P., y Sánchez, L. (2015). Cambios de cobertura/uso del suelo en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y Bosques*, 21(1), 93-112. Doi: 10.21829/myb.2015.211435

- Cano, I. (). "Las ANP federales de Chiapas". https://www.academia.edu/38502941/Cap._5_Las_ANP_federales_en_Chiapas.pdf
- López A. (2015). Tesis sobre el Impacto ambiental causado por residuos sólidos en el Río Grijalva, Parque Nacional Cañón del Sumidero, Chiapas. México, D.F. Universidad Nacional Autónoma de México.
- López-Granados, E.M., 2006, Patrones de cambio de uso del terreno en la Cuenca del Lago de Cuitzeo, Tesis para obtener el grado de doctorado en ciencias, México: Universidad Autónoma de México.
- Mas, J. y Flamenco, A. (2011). Modelación de los cambios de coberturas/uso del suelo en una región tropical de México. *Geo Trópico*, 5(1), 1-24. http://www.geotropico.org/NS_5_1_Mas-Flamenco.pdf
- Platt R. (2004). *Land use and society: geography, law and public policy*. Island Press. Tercera edición.
- Silva A. y Rubio M. (2013). Análisis de cambios de uso del suelo en la Delegación Municipal de Ingeniero White (Buenos Aires, Argentina): aplicación de geotecnologías. Argentina. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.
- Trucíos R., Estrada-Ávalos J., Cerano-Paredes J., y Rivera-González M. (2011). Interpretación del cambio en vegetación y uso de suelo. *SciELO*, 359-367.
- Zepeda C., Burrola C., White L., y Rodríguez C. (2017). Especies leñosas útiles de la selva baja caducifolia en la Sierra de Nanchititla, México. DOI: 10.21829/myb.2017.2331426
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2014). *El Medio Ambiente en México. Obtenido de Ecosistemas terrestres*: https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_resumen14/02_ecosistemas/2_2.htm



2021

19 AGO

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Remoción de Coliformes Totales aplicando la Técnica de Fotosensibilización en muestras de agua de la Planta de Bombeo Culati"

Presenta

Lisbet Sánchez Gutiérrez

Director

Dr. Carlos Manuel García Lara

Jurado

Presidente Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Secretario Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Vocal Dr. Carlos Manuel García Lara

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2021

25 AGO

10:00 AM

TOMA DE PROTESTA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Titulación por posgrado

José Alfredo Gutiérrez Peña

Jurado

Presidente Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández
Secretario Mtro. Ulises González Vázquez
Vocal Mtro. Pedro Vera Toledo



Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2021

07 SEP

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Análisis fisicoquímico y microbiológico de agua purificada en el barrio San Ramón del municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994"

Presenta

Mayra Elizabeth Cansino Castillo

Director

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Jurado

Presidente Dr. José Manuel Gómez Ramos
Secretario Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Vocal Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla

Análisis de producción de semilla “*pinus tecunumanii*” en la unidad productora de germoplasma forestal (UPGF) Coapilla, Chiapas

Oswaldo Misael Jiménez Villanueva y Francisco Duván Aguilar Villanueva

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Escuela de Ingeniería Ambiental

Introducción

El aumento constante de la población humana, ha llevado a la necesidad de producir una mayor cantidad de madera sin deteriorar los recursos forestales. Esto implica el manejo intensivo de superficies reducidas con las especies y procedencias adecuadas (Jaquish, 1997; tomado de Alba-Landa y Márquez, 2006). Para satisfacer las necesidades mencionadas, se deben producir semillas forestales en cantidad y calidad suficiente para amortiguar e incluso revertir los procesos de deterioro de los bosques naturales y asegurar su regeneración (Alba Landa et al., 2001; Márquez y Alba-Landa, 2003).

La producción de semillas de una especie en una población resulta un indicador que nos permite reconocer la capacidad de la especie de permanecer en un sitio.

Para cualquier tipo de especie es importante hacer estudios básicos para poder determinar un esquema de manejo de poblaciones en virtud de que se perciben deficiencias para su repoblación natural (Boyer, 1987; tomado de Alba-Landa et al., 2003).

Conocer las características morfológicas de conos y semillas de las especies, así como su potencial y eficiencia de producción de semilla para estimar la cantidad y calidad de germoplasma, son aspectos valiosos en términos del desempeño de la planta y de su uso como germoplasma (Contreras y Zayas, 2009; Rodríguez et al., 2012). La obtención de germoplasma forestal de procedencia y calidad fenotípica conocida, permite establecer programas de mejoramiento genético (Barnett y Hansen, 1996; Ledig et al., 1998), los cuales inician

con la selección de individuos que presentan características fenotípicas de interés, y su éxito está determinado por la calidad de los árboles seleccionados y altos niveles de ganancia genética (Balcorta y Vargas, 2004).

La producción de semilla de pino es afectada en gran medida por insectos, enfermedades y hongos, aunque esto sólo se conoce a nivel general, ya que no se han hecho suficientes estudios para determinar en forma clara y precisa, cuales son los demás factores que también la afectan, por lo tanto, la técnica del análisis de conos es muy importante ya que ayuda a determinar con anticipación el plan de cosecha de semillas que se puede coleccionar y durante que época, principalmente para la producción de planta en los viveros (González, 1984; tomado de Santos, 2017:22). Otro problema de que el abasto de semilla sea insuficiente y se vea afectada la producción de tal, es principalmente que no se realizan los estudios previos para estimar la producción de semilla viable por cono, que haga posible determinar de una manera más aproximada el número de conos que deben ser coleccionados para lograr las metas establecidas (Santos, 2017:22).

El análisis de conos es una técnica utilizada principalmente para monitorear el manejo de huertos semilleros, de sus resultados se obtiene información para adecuar las labores de cultivo en la plantación y mejorar la producción de semilla de alta calidad (Alba-Landa y Márquez, 2006).

México para abastecer semilla a los programas de reforestación y de plantaciones se ha recurrido a colectas intensivas en los años semilleros des cuidándose la calidad de los parentales cosechados, pero a pesar de que las políticas forestales han encaminado sus pasos hacia el desarrollo de plantaciones comerciales; no se han establecido las fuentes de abasto de la semilla requerida para tales propósitos de especies locales (Márquez y Alba-Landa, 2003; tomado de Márquez 2007:2).

En México, a partir de la década de 1960, se hicieron las primeras colectas de germoplasma de especies de coníferas con financiamiento de la FAO, así como varios intentos por iniciar programas de selección y mejoramiento genético con especies nativas de coníferas. Por ejemplo, el INIF inició en 1963 un programa de establecimiento de rodales semi-

llos de Pinus, Abies y Pseudotsuga; para 1983 ya había establecido 36 áreas semilleras y numerosos rodales semilleros. Con el apoyo económico de algunos gobiernos estatales, asociaciones de productores y empresas privadas se iniciaron programas de mejoramiento genético forestal en varios estados del Norte y Centro de México, todos ellos enfocados a especies del género Pinus fundamentalmente (Plancarte y Eguiluz, 1991; Flores, 2000; Vargas, 2003).

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) desde 2001 ha promovido la reforestación para la restauración ecológica de áreas degradadas (Vanegas, 2016). Un factor clave para su éxito es el manejo y producción de semillas, ya que, el germoplasma de buena calidad asegura una mayor producción de plantas con características que garantizan una alta supervivencia en campo (CONAFOR, 2014).

Como parte de un esfuerzo por regular el uso y la movilización indiscriminada de germoplasma forestal, a finales del año 2016 entró en vigor la Norma Mexicana NMX-AA-169-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016), que establece las especificacio-

nes técnicas que se deben cumplir para obtener la certificación durante el proceso de establecimiento y manejo de las unidades productoras de germoplasma forestal.

En México, Pinus tecunumanii es un pino de cono cerrado que se presenta desde Chiapas, México (17 ° 02'N) hasta el centro de Nicaragua (12 ° 42'N) en Series de poblaciones disjuntas. El rango geográfico de la especie se puede dividir en dos grandes Subpoblaciones basadas en sutil morfología y adaptabilidad. Diferencias: las poblaciones de alta elevación que se producen desde aproximadamente 1500 a 2900 m de elevación y baja elevación poblaciones que se encuentran entre 450 y 1500 m (Dvorak y Donahue, 1992).

Pinus tecunumanii tiene una amplia demanda económica, debido a sus características maderables, es de gran versatilidad y se usa para construcción pesada, construcción interior (puertas y marcos de ventanas), postes tratados, contrachapado, muebles, artesanías y artículos torneados. En menor grado para leña. Como exótica, la especie ha sido plantada principalmente para producción de madera, postes y pulpa

para papel (Eguiluz-Piedra, 1982). Forma parte de las especies endémicas del género Pinus en México (Sánchez González, 2008), por lo que representa una especie de gran interés desde el punto de vista ecológico, económico y social para temas de restauración, conservación y aprovechamiento maderable (Owens y Fernando, 2007).

El presente estudio, se enfocará en el análisis de producción de semillas, seleccionando árboles con buenas características fenotípicas para luego determinar las características morfológicas de conos y la cantidad de semilla por árbol seleccionado.

Metodología

Determinación de número de familias en campo

Como primera actividad es preciso ir a campo, a la UPGF y georreferenciar todos los individuos clase 1 y 2, regresar a gabinete cargar en un SIG los puntos obtenidos en campo, estos se deben cargar en capa o cobertura (shape file) de la UPGF que tenga una rejilla de cuadrados, de 50x50m. Una vez que se ubican los puntos de los individuos en la rejilla, es más fácil contabilizar aquellos individuos que tienen

una distancia de 50 m entre sí, y ese será el número de familias en su UPGF.

El presente proceso servirá para obtener el número de individuos que tienen 50 m entre sí dentro de un polígono (UPGF), utilizando las herramientas de ARCGIS, cabe aclarar que existen otras extensiones con las cuales se puede obtener el mismo objetivo por ejemplo, Hawt's Analysis Tools, ET GeoWizards entre otras; para este caso solo se aplicara la herramienta de Fishnet, ya que dicha herramienta funciona en todas las versiones de ARCGIS.

Considerando lo anterior, es necesario determinar en las UPGF cuántas familias existen, para tener una idea de la diversidad genética presente en ella.

Pasos a realizar para la identificación de los árboles semilleros:

1.- Criterios técnicos para seleccionar los individuos (árboles) superiores: deben estar libres de plagas y enfermedades (en caso de tener alguna presencia de plaga o enfermedad, su ataque no debe ser en un grado considerable que pongan en riesgo la vida del árbol); sin daños mecánicos que propicien la muerte de los

árboles; En conclusión, los árboles superiores deben estar sanos, vigorosos y obligatoriamente deben tener producción de frutos.

2.- Evaluación visual: Se detectan árboles con características sobresalientes, comúnmente se facilita revisar los árboles dominantes y simultáneamente de buena rectitud, a los que se les nombra árbol superior por méritos propios.

3.- Después de haber seleccionado los árboles con las características descritas anteriormente, se seleccionan cinco árboles para realizar su comparación. Estos árboles, al igual que el candidato, deben ser dominantes y estar creciendo en condiciones de competencia similares a las del árbol candidato, la distancia entre ellos y el árbol candidato debe ser de al menos 20 hasta 50 metros, deben ser de la misma edad o mínimamente con una diferencia no mayor a 10 años entre ellos. Se evalúa la altura, edad, rectitud, conformación de la copa y poda natural para el candidato y los cinco testigos, esto con el fin de que en caso de que se rechace el árbol candidato, se cuenten con otros árboles (alguno de los testigos) que resulten ser superiores después de la comparación.

Instrucciones para otorgar el puntaje al árbol candidato:

a) Edad Altura= $[(Ac/At*100)- 100]$

Ac = Altura del candidato

At = Altura x de los testigos

A estos mismos árboles preseleccionados se les otorga una calificación por sus características cualitativas, las cuales son: Conformación de copa, poda natural y rectitud, dando una calificación de 0 a 5 dependiendo de la calidad de la característica encontrada. Se otorga 1 punto al candidato por cada 10% que exceda a los testigos.

b) Copa debe evaluarse comparándola con la de los testigos, considerando su conformación, densidad del follaje, dominancia, radio y longitud; es una estimación subjetiva que va del cero (para copas malas) al 5 (para las mejores).

c) Poda natural se evaluará comparando al candidato, visualmente, con los testigos, considerando tanto ramas vivas como muertas. El promedio de los testigos vale cero y se otorgan de 1 a 5 puntos por la superioridad del candidato.

d) Rectitud del fuste se evaluará individualmente para cada candi-

dato, sin considerar los testigos. Se califica del cero (para fustes torcidos, curvados o pandos) al 5 (para fustes perfectamente rectos). Para ello se ve la rectitud desde los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O) para sacar un promedio y otorgar la calificación final.

4.- Se llenarán los formatos para individuos (árboles) superiores, tanto la ficha de evaluación como la de registro y se prosiguen a georreferenciar los individuos seleccionados.

5.- Se procede a marcar el individuo (árbol) seleccionado CNF/PT/001, en donde las siglas CNF se ponen para identificar que es un árbol evaluado y seleccionado, las letras PT se refieren a las letras iniciales del nombre científico de la especie y 001 es un número consecutivo aplicable al municipio.

Tabla 1. Matriz para la evaluación de los parámetros fenotípicos de los árboles semilleros.

Parámetros	Descripción	Puntajes
Forma del fuste	Recto	5
	Ligeramente torcido	3
	Medio torcido	2
	Muy torcido	1
Altura de bifurcación	No bifurcado	5
	Bifurcado en el 1/3 superior	3
	Bifurcado en el 1/3 medio	2
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1

Diámetro de copa	Copa vigorosa > a 10 m	5
	Copa promedio entre 10 y 5 m	3
	Copa pequeña < de 5 m	1
Angulo de inserción de las ramas	60-90°	3
	30-60°	2
	0-30°	1
Estado fitosanitario	Totalmente sano	5
	Presencia de plantas parásitas	3
	Atacado por insectos en hojas o tallo	2
	Enfermo	1

Fuente. Adaptado de Ordóñez (2001).

Para la evaluación fenotípica antes mencionada, se corroboró la identificación botánica de las especies priorizadas (tabla 1):

Para la síntesis de los resultados obtenidos de la evaluación fenotípica, los árboles serán agrupados en tres clases según su puntaje (tabla 2):

Tabla 2. Agrupación de los arboles por clase.

Clase	Puntaje	Condiciones
1	25-20	Árboles excelentes , con fustes ligeramente torcidos, sin bifurcaciones en la parte inferior, estado fitosanitario bueno, sanos y vigorosos.
2	19-15	Árboles buenos , fuste ligeramente torcido, con bifurcaciones en la parte media del fuste, que presente un estado fitosanitario bueno.
3	14-10	Árboles indeseables , suprimidos, enfermos y muy torcidos, con defectos en el fuste, dichos parámetros no puede ser considerado como árbol semillero.

Fuente: Adaptado de Ordóñez (2001).

Selección de los árboles semilleros

La selección de los árboles de la especie de estudio, se aplicó el método de comparación con los mejores vecinos; esto consistió en seleccionar al individuo con

características fenotípicas excelentes. Además, se consideró la distancia entre individuos de la misma especie, tomando como referencia el estudio realizado por Vallejos et al. (2010) quienes determinaron que de 34 especies arbóreas que dependen del viento para la dispersión de semilla, estas manifestaron una distancia de dispersión que fluctúa entre 22 y 194 m, por lo que en el presente estudio se tomó una distancia mínima de 50-100 m entre individuos.

Materiales para la colecta de Germoplasma

Con base en la NMX-AA-169-SCFI-2016, para realizar la recolección del germoplasma en la UPGF Coapilla se debe contar con:

- Un equipo de recolección de germoplasma forestal (espuelas, escaleras, grúas, bambuelos, pedal).
- Un equipo de protección y seguridad para el personal operativo
- Recipientes para el transporte del germoplasma de las UPGF hacia los Centros de Acopio y Beneficio de Germoplasma Forestal (CABGF).
- Durante la recolecta se debe contar con la copia de la docu-

mentación oficial que autoriza el aprovechamiento (remisiones, oficios de autorización).

- La recolección es del total de los individuos marcados que fueron seleccionados para su aprovechamiento.
- El germoplasma debe estar sin daños aparentes por plagas y enfermedades y envasarse después de su recolección, ya sea en recipientes permeables y limpios (costales, rejas, cajas y botes abiertos que no tengan residuos sólidos y/o líquidos).

Portar en los recipientes invariablemente una ficha técnica de procedencia del germoplasma forestal, que contenga entre otra información el nombre de la zona de movimiento de germoplasma forestal en donde se ubica la UPGF.

Análisis de cono

Una vez recolectado los conos de los arboles semilleros seleccionados se procederá a examinarlos aplicando el método de muestreo aleatorio simple, para obtener una muestra representativa de cada árbol semillero seleccionado y poder determinar los datos de longitud y diámetro.

Fórmula del muestreo aleatorio simple Para determinar el tamaño de muestra (Mendehall, 1990):

$$n = N\sigma^2 / (N-1)(\beta^2/4) + \sigma^2$$

Donde: n = tamaño de muestra

N = número de elementos de la población

σ = varianza

β =error de la estimación (0.25 cm)

Una vez obtenida las muestras representativas de cada árbol seleccionado se proseguirá a realizar las mediciones usando como material un vernier digital metálico con aproximación al milímetro, dichas mediciones se tomarán de la siguiente forma:

1.- La longitud del cono se medirá desde el pedúnculo hasta la punta según recomendación hecha por Plancarte (1990), figura 1.



Figura 1. Longitud de cono tomada de (Márquez, 2007:22).

2.- El diámetro de los conos se obtendrá tomando dos medidas perpendiculares entre sí en la

parte más gruesa del cono según lo recomendado por Bramlett et al. (1977), figura 2.



Figura 2. Diámetro de cono tomada de (Márquez, 2007:22).

Potencial de producción de semillas:

Para obtener los datos de rendimientos de producción de semillas en la UPGF Coapilla, en la época de recolecta se debe registrar el número de frutos colectados por individuo (sin cosechar los de la parte de hasta abajo, ya que no son de muy buena calidad genética porque existe mayor probabilidad de autopolinización) y mínimo el 2% del total de individuos en edad reproductiva, para ser representativo del predio; y al beneficiar los frutos se anota el peso y número de semillas, la cantidad de semillas por fruto. Así se estima la cosecha de semillas por individuo, y multiplicando la producción de semillas por individuo, y multiplicando la producción de semillas por individuo con el total de individuos por hectárea en promedio consi-

derando las distancias mínimas entre individuos seleccionados definidas en la NMX-AA-169-SCFI-2016, obteniendo un estimado de producción.

Conclusiones

El riesgo de desaparición de los árboles forestales nativos es apremiante; por lo que es de suma importancia analizar la producción de semilla y seleccionar fuentes semilleras de especies forestales nativas *Pinus tecunumanii*, para poder rescatar, proteger y conservar su variabilidad genética, y así contribuir a desarrollar estrategias para su manejo, conservación y adaptación evitando su extinción. El germoplasma obtenido de los árboles semilleros en la UPGF Coapilla nos brindaran plantas de excelente calidad para los programas de reforestación con fines a la conservación y protección.

El análisis que se obtiene en la unidad productora de germoplasma, podría ser de gran utilidad en estudios de manejo genético que se implementen en el futuro para esta determinada especie o rodales semilleros con diferentes árboles forestales, así mismo el potencial semillero y la viabilidad de la semilla representan una alternativa para obtener

plantas de mejor calidad y plantarse en lugares apropiadamente ecológicos para su mejor desarrollo, teniendo un mejor control del germoplasma, porcentajes altos de sobrevivencia en las reforestaciones y un incremento en la productividad de las plantaciones forestales comerciales.

Referencias

- Alba-Landa y Márquez, J. (2006). Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de Los Molinos, Perote, Veracruz. *Foresta Veracruzana*. 8(1):31-36.
- Alba-Landa., Mendizábal-Hernández y Márquez, J. (2001). Comparación del potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de dos cosechas en Los Molinos, Veracruz. *Foresta Veracruzana*. 3(1):35-38.
- Alba-Landa., Aparicio-Rentería y Márquez, J. (2003). Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus Hartwegii* Lindl de dos poblaciones de México. *Foresta Veracruzana*. 5(1):25-28
- Balcorta-Martínez, C., y Vargas-Hernández, J. (2004). Variación fenotípica y selección de árboles. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2), 13–19.
- Barnett, P., and Hansen, T. (1996). The Red Queen in organizational evolution. *Strategic Management Journal*, 17, 139–157.
- Bramlett, I. Belcher, J. Debarr, L. Hertel, D. Karrfalt, P. Lantz, W. Miller, T. Ware, D. and Yates, O. (1977). Cone analysis of southern pines. A guidebook. USDA Forest Service. General Technical Report SE 13. Atlanta Georgia. USA. 18 p.

- Comisión Nacional Forestal CO-NAFOR. (2014). Informe final de resultados del monitoreo y evaluación complementaria de los apoyos de reforestación y suelos 2012. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. De Méx., México. 276 p.
- Contreras y Zayas, L. (2009). Análisis de conos de *Pinus* *oaxacana* Mirov, de una población natural ubicada en Los Molinos, Perote, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. 74 p.
- Dvorak, S. y Donahue, K. (1992). CAMCORE cooperative research review. 1980-1992. Raleigh, N. C. North Carolina State University. School of Forest Resources. 93 p.
- Eguiluz-Piedra, T. (1982). Clima y Distribución del Género *Pinus* en México. *Ciencia Forestal*. 44 p.
- Flores, C. (2000). Análisis y perspectivas del mejoramiento genético de los bosques del estado de Chihuahua. *Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal*. 5. Agosto-octubre de 2000: 81-88. SEMARNAT. México D.F.
- Ledig, T., Vargas-Hernández, J., and Johnsen, H. (1998). The conservation of forest genetic resources. *Journal of Forestry*, 96 (1), 31-41.
- Márquez, J. (2007). Potencial y eficiencia de producción de semillas como indicadores del manejo de *pinus* *oaxacana* mirov. Doctor en Recursos Genéticos Forestales. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. México. Pág. 91.
- Márquez, J. y Alba-Landa. (2003). Importancia del análisis de conos en la actividad silvícola. *Memorias del 3er Simposio Internacional Sobre Recursos Naturales Bosque-Suelo Atmósfera*. Noviembre 17-19. Tlaxcala, Tlaxcala. Pág. 43.
- Mendehall, S. (1990). Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamericana. 1819 p.
- Ordóñez, L. (2001). Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador. Quito: ECO-PAR.
- Owens, J. y Fernando, D. (2007). Pollination and seed production in western white pine. *Canadian Journal of Forest Research* 37 (2):260-275.
- Plancarte, A. (1990). Variación en longitud de conos y peso de semilla en *Pinus greggii* Engelm. de tres procedencias en Hidalgo y Querétaro. Centro de Genética Forestal, Nota técnica No. 4 Chapingo México 6 p.

- Plancarte A. y Eguiluz. P. (1991). Avances de investigación en 1990. Centro de Genética Forestal A.C. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México.
- Rodríguez-Laguna, R., Razo-Zárate, R., Juárez-Muñoz, J., Capulín-Grande, J., y Soto-Gutiérrez, R. (2012). Tamaño de cono y semilla en procedencias de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii* establecidas en diferentes suelos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(4), 289–298.
- Sánchez-González. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14(1), 107–120.
- Santos, O. (2017). Análisis temporal de la producción de semilla de 3 especies de pinus, Durango, México. Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Pág. 101
- Secretaría de Economía. (2016). Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana: Establecimiento de unidades productoras y manejo de germoplasma forestal especificaciones técnicas. NMX-AA-169-SCFI-2016. Diario Oficial de la Federación http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5455455&fecha=03/10/2016
- Vanegas, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Conafor-Conabio. México, D. F., México. 158 p.
- Vargas, J. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Norte de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/60S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., y Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronómica costarricense*, 105-119.



2021

07 SEP

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Análisis fisicoquímico y microbiológico de agua purificada en el barrio San Ramón del municipio de San Cristóbal de las Casas, Chiapas, acorde a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994"

Presenta

Selene Euangelina Pinto Cruz

Director

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Jurado

Presidente Dr. José Manuel Gómez Ramos
Secretario Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Vocal Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



2021

20 SEP

12:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Toxicidad de Lixiviados tratados mediante destilación solar utilizando semillas de *Lactuca Sativa L.*"

Presenta

Ibeth Anahi Morales Vázquez

Director

Dr. Carlos Manuel García Lara

Jurado

Presidente Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Secretario Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Vocal Dr. Carlos Manuel García Lara

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



2021

25 OCT

10:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Evaluación de la oxidación anódica para el tratamiento de residuos de laboratorio, colorantes de Tinción Gram"

Presenta

Carlos Enrique López Aguilar

Director

Ing. Celia Fabiola de Jesús Velasco Ortíz

Jurado

Presidente Dr. José Manuel Gómez Ramos
Secretario Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Vocal Ing. Celia Fabiola de Jesús Velasco Ortíz

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla

Análisis de la amenaza de procesos de remoción de masa mediante ruido sísmico en la meseta de Copoya, Chiapas

Felipe Fabricio Santiago Gordillo

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Escuela de Ingeniería Ambiental

Introducción

La superficie de la Tierra se encuentra en constante vibración a diferentes intensidades, en ocasiones este movimiento puede ser percibido fácilmente debido a la intensidad como lo pueden ser los temblores, pero para poder registrar el movimiento de baja intensidad difícil de percibir se utiliza instrumentación adecuada, registrando ruido sísmico.

Al ruido sísmico podemos definirlo como: Vibraciones en la superficie de la tierra debida a la influencia oblicua de ondas de Cuerpo que se propagan en todas direcciones con la misma energía (Cutipa, 2006).

Los procesos de remoción en masa forman una amenaza de suma importancia ya que en combinación con la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas, determinan el riesgo y causan a lo largo de la historia un indeterminado número de desastres en diversas partes del mundo, incluyendo México (Alcántara

y Murillo, 2008).

El ruido sísmico nos permite estudiar las interacciones entre la atmósfera, los océanos y demás factores con la Tierra sólida y se le puede dar una mejor aplicación para monitorear los procesos de remoción de masa.

Los estudios de análisis de ruido sísmico en relación con deslizamientos o procesos de remoción de masa, han tenido mayor énfasis en Europa y se le ha dado gran utilidad, en México son muy escasos y localmente carecen en su totalidad.

Desarrollo

La meseta de Copoya presenta varios eventos de procesos de remoción de masa que son fenómenos en los cuales distintos volúmenes de tierra se mueven o desprenden ya sea rápida o lentamente por diferentes causas, y cuenta con la probabilidad de que ocurra un fenómeno potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo y en un sitio dado.

En la gestión del riesgo de desastres asociados principalmente a fenómenos de remoción en masa, un componente importante sobre el que se puede actuar, es en las condiciones que predisponen una comunidad a verse afectada ante una amenaza potencial, como es el caso de la inestabilidad del terreno que puede desencadenar en la ocurrencia de un deslizamiento (Cuanalo, y Gallardo, 2016).

En el año 2012 Paz, et al., elaboraron un mapa de amenazas por procesos de remoción de masa en la ladera sur de Tuxtla Gutiérrez en donde claramente se puede observar la zona de la meseta de Copoya en donde hay más amenaza de que ocurran estos eventos.

La meseta de naturaleza cárstica presenta fracturamiento marginal, lo que origina desprendimientos de bloques, los cuales son sometidos a intensos procesos de intemperismo químico, por efecto del agua y mecánico, con la acción de las raíces de árboles (Paz, et al., 2011).

A través del análisis de ruido sísmico se pueden obtener diversos datos que nos permiten identificar algunas características dinámicas de los suelos.

En el año 2012 Mainsant et al. realizaron un monitoreo de ruido sísmico ambiental de un deslizamiento en Pont Bourquin, Suiza en el cual pudieron obtener la velocidad de deslizamiento del material y a partir de sus resultados demuestran que el ruido sísmico se puede usar para detectar variaciones de rigidez antes de la falla y podría usarse para predecir deslizamientos de tierra, también en Suiza, específicamente en una zona de los Alpes suizos Burjánek et al., (2009) realizaron un trabajo cuyo objetivo fue restringir la respuesta sísmica de un posible desprendimiento de rocas a futuro utilizando grabaciones de vibraciones ambientales. Un aspecto importante es que identificaron la frecuencia de la masa de roca inestable, que podría usarse en el futuro para restringir la extensión o las propiedades de materiales efectivas de la inestabilidad.

En el centro de Italia, Del Gaudio, V. et al (2013) aplicaron el análisis de ruido para investigar la respuesta dinámica de pendientes susceptibles a deslizamientos.

Aplicando el método adecuado en el análisis de ruido sísmico se puede identificar los rangos de frecuencias que caracterizan al

fenómeno de remoción de masa. De acuerdo a Sleeman (2006) las fuentes de ruido de la Tierra pueden clasificarse en el dominio de la frecuencia de la siguiente manera:

1.- Entre 0.000001 y 0.001 Hz, la atracción newtoniana de masas de aire en movimiento en la atmósfera local sobre el sensor sísmico es la principal fuente de ruido.

2.- Entre 0.0003 y 0.0030 el ruido no se comprende completamente. En el rango entre 2 y 7 mHz, el piso de ruido contiene picos espectrales cuyas frecuencias coinciden con las de los modos fundamentales de la Tierra esférica. Entre 7 y 30 mHz, el ruido de fondo consiste en ondas Rayleigh, que giran alrededor del globo, por lo que el origen tampoco se comprende completamente.

3.- Los microsismos marinos debidos a la interacción de las olas del océano con el fondo del océano dominan en el rango de frecuencia entre 30 mHz y 1 Hz.

4.- El ruido en frecuencias superiores a 1 Hz se atribuye al ruido cultural, básicamente causado por actividades antropogénicas.

Existe un amplio rango de contri-

buciones al ruido existente que incluyen la presencia de mareas, presión atmosférica, efectos diurnos principalmente asociados con la variación de la temperatura y la actividad inducida por el hombre (Cutipa, 2006).

Para conocer las características del ruido sísmico de los terrenos es necesario registrarlos para que después puedan ser estudiados y darles una aplicación, para ello se emplean principalmente sismógrafos y acelerógrafos los cuales registran el movimiento del terreno al paso de las ondas sísmicas.

El ruido sísmico proviene de muchas fuentes, por lo tanto existen muchas metodologías y equipos diferentes para poder medirlo y analizarlo, dependiendo de lo que se plantee trabajar en específico del ruido. En un análisis de ruido sísmico podemos recopilar información de la cual podemos obtener datos que nos ayuden a determinar lo que queramos trabajar con éste.

El ruido sísmico representa una fuente continua, detectable en cualquier lugar de la Tierra, al tratarse de una fuente continua permite reproducir el experimento en otros lapsos de tiempo, e incluso monitorizar ininterrumpi-

damente una región para detectar cambios en ella (Gaité, 2013).

Conclusiones

La carencia de análisis y estudios locales de estos posibles eventos particulares en la meseta de Copoya radica en la percepción de la población y autoridades que tienen el desconocimiento del riesgo con el que cuentan las edificaciones ya establecidas, este desconocimiento conlleva a que los pobladores sigan habitando estas zonas con amenazas de procesos de remoción de masa, la carencia de estos estudios locales no nos permite conocer cual o que factores son los que causan estos procesos, o que metodología utilizar para determinar la naturaleza de dichos procesos.

Estos problemas no solo persisten en las viviendas de los asentamientos urbanos que cada día crecen más en zonas aledañas de la meseta, sino también en zonas donde aún no hay presencia de estos asentamientos y es más fácil de ver la diferencia de los procesos de remoción en masa que han ocurrido durante años en zonas con mayor y menor amenaza en la meseta, un aspecto importante es el daño eminente en casas de colonias que

se han establecido en la ladera sur de Tuxtla Gutiérrez.

Analizando y comparando los datos del ruido sísmico de la meseta se puede caracterizar los niveles de rangos de frecuencias que caracterizan a cada zona con amenaza de proceso de remoción de masa y así determinar la relación existente entre estos dos factores.

La utilización del ruido sísmico permite realizar estudios de estructura en zonas asísmicas o cuya sismicidad está restringida en un área geográfica concreta. Además, posibilita realizar experimentos en áreas de difícil acceso.

En la actualidad, lo que hasta hace pocas décadas era un estorbo en los estudios de propagación y atenuación de ondas sísmicas se ha convertido en una excelente herramienta para caracterizar los efectos locales (geología) y las propiedades dinámicas del lugar de registro y de las estructuras, Así como también resultan muy útiles para propósitos de control de calidad de los registros obtenidos por las redes sísmicas.

Referencias

Alcántara, I. y Murillo, F. (2008) Procesos de remoción de masa en México:

- hacia una propuesta de un inventario nacional. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* 66. p. 47-64.
- Burjánek, J., Gassner-Stamm, G., Poggi, V., Moore, J. R., & Fäh, D. (2010). Ambient vibration analysis of an unstable mountain slope. *Geophysical Journal International*, 180(2), 820–828. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246x.2009.04451.x>
- Cuanalo, O. y Gallardo, R. (2016) Fenómenos de remoción en masa. *Acciones para reducir la vulnerabilidad y el riesgo.* Vector. 11. p.30-38.
- Cutipa, G. (2006) Análisis de los niveles de ruido sísmico en estaciones sísmicas de banda ancha de la red sísmica nacional del Perú. Grado, Escuela profesional de ingeniería geofísica, Universidad nacional de san Agustín de Arequipa, Perú.
- Mainsant, G., Larose, E., Brönnimann, C., Jongmans, D., Michoud, C. and Jaboyedoff, M. Ambient seismic noise monitoring of a clay landslide: Toward failure prediction. *Journal of Geophysical Research, American Geophysical Union.* Vol. 117 p.12. doi:10.1029/2011JF002159.
- Paz Tenorio, J. A., Gómez Ramírez, M., González Herrera, R. y Domínguez Salazar, F.F. (2011). Los procesos de remoción en masa; génesis, efectos y limitaciones en el crecimiento urbano de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre 2011* p. 1-18.
- Paz Tenorio, J. A., Gómez Ramírez, M., González Herrera, R., Murillo Sánchez, M.E. Domínguez Salazar, F.F. (2012) Mapa de Amenazas por Procesos de Remoción en Masa en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. VIII Reunión Nacional de Geomorfología. Guadalajara, Jal. Septiembre.
- Del Gaudio, V., Wasowski, J. and Muscillo, S. (2013). New developments in ambient noise analysis to characterise the seismic response of landslide prone slopes. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(8), pp.2075-2087.
- Sleeman, R. (2006). Ambient Earth noise and instrumental noise. *Semantic scholar*, p. 120-124.
- Gaite, B. (2013) Análisis y aplicaciones del ruido sísmico en México, golfo de México y Caribe: Tomografía de ondas superficiales Rayleigh y Love. Posgrado, Departamento de Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I, Universidad complutense de Madrid, España, pags. 204



2021

25 OCT
10:00 AM

TOMA DE PROTESTA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Modalidad: Titulación automática

Jorge Antonio Hernández González

Jurado

Presidente Dr. José Manuel Gómez Ramos
Secretario Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Vocal Mtro. Ulises González Vázquez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla  



2021

25 OCT
12:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tests

"Evaluación de la calidad del agua de lluvia captada en la comunidad El Corralito 1 y propuesta de tratamiento para consumo humano"

Presenta

Alfredo Gerardo Díaz Díaz

Director

Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Jurado

Presidente Ing. Leonardo Díaz Córdoba
Secretario Mtro. Ulises González Vázquez
Vocal Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



2021

26 OCT
10:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Plan de manejo de residuos sólidos domiciliarios en la localidad de Juan Sabinos Gutiérrez en el municipio de La Trinitaria, Chiapas, México"

Presenta

Alfredo Alfaro de Arcia

Director

Dr. José Manuel Gómez Ramos

Jurado

Presidente Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández
Secretario Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Vocal Dr. José Manuel Gómez Ramos

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



2021

27 OCT
11:00 hrs

TOMA DE PROTESTA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Modalidad:

"Curso Especial de Titulación"

ALUMNOS DEL DIPLOMADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla  



Evaluación del índice de germinación de semillas utilizando agua tratada

Hannia Nashelly Hernández Aguilar
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Escuela de Ingeniería Ambiental

Introducción

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) las aguas residuales son aquellas que ya han tenido un fin en una actividad, la cual puede traer contaminantes desde biológicos hasta químicos provocando serios problemas al ecosistema donde son descargadas hasta el medio ambiente en general (Salud, 2006). Las aguas residuales tienen una carga orgánica como Huevos de Helminto, coliformes fecales, también una carga inorgánica desde aceites, grasas, metales pesados, altos niveles de fosforo, es por ello que antes de tener un reuso se necesita un previo tratamiento. Los métodos convencionales de tratamiento de agua involucran varios procesos de clarificación de agua que incluyen coagulación, floculación, sedimentación y desinfección. Estos métodos a menudo no son adecuados debido al alto costo y la baja disponibilidad de coagulantes químicos y desinfectantes.

Además, las dosis y técnicas involucradas son demasiado complicadas para el uso en la mayoría de las áreas rurales (Aho y Lagasi, 2012).

Algunos de los contaminantes que más problemas causan en el tratamiento de aguas residuales, son las grasas y aceites, la presencia de grasas y aceites en los efluentes industriales no sólo provocan problemas en el tratamiento de éstas sino que también dan lugar a la contaminación del suelo y los cuerpos de agua donde éstas son descargadas. Las grasas y aceites que son altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades. Al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas, es por ello que se necesita tratamientos específicos para este tipo de contaminantes como los

físicos como las trampas de grasas y aceites (Vidales et al., 2010).

En los efluentes textiles se pueden encontrar metales como: arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, mercurio, níquel, plata, titanio, zinc, estaño y plomo. Muchos de esos metales se generan durante el proceso de teñido. Por otro lado, algunos compuestos químicos orgánicos pueden ser absorbidos y utilizados por algunas plantas, tales como: el melón, el rábano y la papa. Los efluentes textiles pueden reducir la germinación de las semillas y el crecimiento temprano de algunos vegetales (Zhou, 2001). Las aguas residuales una vez que son tratadas pueden ser reutilizadas en sistemas de riego en césped, parques o en la agricultura, integrándolas como un sistema de agua que es amigable con el ambiente (Pereira, 2008). Para reducir la escasez de agua en la agricultura, algunos países tienen programas exitosos para reutilizar aguas residuales urbanas. En Israel, Argentina y Chile se utiliza ART para irrigar duraznos (*Amygdalus persica*), alfalfa (*Medicago sativa*) y tomate (*Solanum lycopersicum*) (Scott et al., 2004).

Existen diferentes tipos de tratamientos de los cuales dependiendo su función y disponibilidad económica o de elaboración son seleccionados para el tratamiento de aguas residuales donde destacan los bio-reactores empacados con materiales estabilizados (tratamiento biológico) y destilador solar (tratamiento físico), a continuación se describen:

Los bio-reactores empacados con materiales estabilizados (BEME) se caracterizan por estar conformados por residuos provenientes de sitios de disposición final de residuos sólidos municipales (rellenos sanitarios). Tomando en cuenta estos materiales contienen una gran cantidad de poblaciones microbianas (1.40×10^6 UFC/g), mismas que se han adaptado a lo largo de los años a las altas concentraciones de contaminantes y que han sido objeto para su uso en otras áreas (Youcai, et al. 2002). Este tipo de bio-reactores se ha implementado también para aguas con un grado de contaminación moderada tal es el caso de las aguas grises.

Los destiladores solares son utilizados para el tratamiento de aguas residuales, ya que por su estructura, de diseño simple,

construcción y bajo costo de mantenimiento y operación, así como su aplicación en áreas donde no se cuenta con energía eléctrica como en las comunidades rurales (García P. et al, 2010).

Planteamiento del problema

La germinación de semillas dentro de un laboratorio ha propiciado el control de su ambiente, por medio de parámetros como lo son la luz, cantidad de sustrato, temperatura, produciendo un efecto en estas semillas logrando que cierta parte o toda la población siga en curso en su crecimiento desarrollándose como plántulas (Achicanoy y López, 1972).

El uso de especies de importancia agrícola ha sido utilizado para la realización de pruebas Fitotóxicas, en la cuales se ha observado algunas ventajas de las semillas de las plantas son: 1) están latentes (secas o deshidratadas) y pueden mantenerse en condiciones adversas sin perder su viabilidad y 2) cuando se presentan las condiciones favorables sufren cambios rápidos (en ocasiones inmediatos) en su metabolismo, transporte de nutrientes y división celular. Cuando las semillas se exponen a aguas contaminadas, estas respuestas inmediatas

pueden ser medidas, por lo que la sensibilidad al estrés ambiental las hace idóneas como organismos centinela (Mayer y Polsakoff-Mayer, 1982). En Alicante, España, el uso de aguas residuales para el cultivo de uva de mesa aumentó el rendimiento de fruta respecto al de cultivos irrigados con agua de acuíferos, y no hubo efectos negativos sobre la calidad de la uva irrigada con agua residual ni presencia de microorganismos patógenos. Aunque el ART se puede usar para el cultivo, se desconoce su impacto sobre la fisiología de la vida y sobre la calidad de la uva para producir vino (Acosta-Zamorano et al., 2013).

En Colombia se ha investigado sobre la problemática de las aguas residuales junto con los lodos que se generan al tratarlas y como reutilizarlas una vez tratadas; a partir del agua tratada en la planta "El Salitre" se realizaron pruebas de laboratorio para la germinación y crecimiento de las semillas de Rábano Rojo, donde se encontraron elementos traza como el Zinc, Cobre, Mercurio entre otros. Encontrando que su uso de este tipo de aguas y biosólidos debe ser supervisado para su aplicación en el área agrícola en caso dado que tuvie-

ra una alta concentración de contaminantes como los metales pesados (Ramírez y Pérez, 2006).

Objetivo General

Evaluar el porcentaje de germinación en cultivos de plantas utilizando aguas residuales previamente tratadas mediante un Bio-reactor empacado con materiales estabilizados.

Hipótesis

El empleo de las aguas tratadas para la germinación de semillas logrará que el 60 por ciento de la población se desarrolle adecuadamente.

Metodología

Se realizó una prueba piloto para identificar que comportamiento tenían las semillas al usar dos tipos de aguas, una proveniente de un Bioreactor empacado con material estabilizado (BEME) y un grupo testigo con agua de garrafón. Para ello se necesitó lo siguiente:

- Semillas, en este caso se usaron semillas de rábano (*Raphanus sativus*), de acuerdo a Martínez y Pérez (2006), se obtuvo que el rábano era adaptable al riego con agua tratada y usando sustratos alternos, uno de ellos biosólidos provenientes de plantas

de tratamiento de aguas.

- Para tener una adecuada germinación, la técnica seleccionada es la de cervantes (2017), la cual consta de los siguientes pasos: En una prueba de germinación estándar, las semillas se colocan en condiciones ideales de luz y temperatura para inducir la germinación.

Como primer paso, se recolectó el agua tratada en el BEME para su uso; también se realizó la construcción de un sensor con Arduino Nano capaz de medir las tres variables (Figura 1), para la función del sensor se realizó una programación en Arduino.

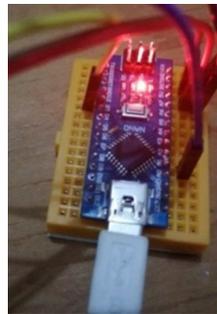


Figura 1. Sensor con Arduino Nano. Fotografía propia.

Una vez ya elaborado el sensor, se procedió a:

Primero. Se preparó el medio donde serían depositadas las semillas, el cual consta de una base de plástico con orificios y el sustrato es una pieza de algodón

de 5 cm aproximadamente (Figura 2), se colocó la semilla en el algodón antes mencionado y se enrolló para luego colocarlo en la base de plástico, esta misma operación se repitió 10 veces por cada grupo, en total fueron 20 semillas para observación.



Figura 2. División de las semillas. Fotografía propia

Una vez en la base se procedió a humedecer el algodón con el tipo de agua que le corresponde a cada grupo sin sobrepasar el borde; después se ubicó donde permanecerían las bases durante el tiempo de germinación; como un factor para ayudar en el proceso de germinación se colocó cerca de un foco, el cual permaneció constantemente activado hasta el último día del proceso (Figura 3). Además se estuvieron observando otras variables como la temperatura, la humedad y la iluminación para cada grupo durante el tiempo de germinación de las plantas, el cual fue hasta el día 5.



Figura 3. Medición de variables. Fotografía propia.

Resultados

En el quinto día se observó la germinación de las semillas, el grupo testigo tuvo una germinación exitosa lográndose las 10 semillas, mientras que en el grupo del agua tratada en el BEME solo se logró la germinación del 20 por ciento (dos semillas de diez) como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Germinación con agua del BEME y germinación con agua potable

Otros factores como: la humedad oscilaba entre los 47°C a 60°C en ambos grupos, la iluminación en-

tre 996 mV hasta 10005 mV (28 a 30 Lux) y la temperatura de 27°C hasta 30°C aproximadamente (Figura 5).

VARIABLE	DÍA	CANTIDADES POR HORARIO (°C)		
		08:00 a.m.	02:00 p.m.	08:00 p.m.
TEMPERATURA	1	29.1	29.5	29.28
TEMPERATURA	2	29.01	28.72	28.27
TEMPERATURA	3	27.83	28	27.83
TEMPERATURA	4	27.3	27	27.13
TEMPERATURA	5	27.2	27.2	27.5

AGUA TRATADA- BEME				
VARIABLE	DÍA	CANTIDADES POR HORARIO (°C)		
		08:00 a.m.	02:00 p.m.	08:00 p.m.
TEMPERATURA	1	29.23	29.9	29.73
TEMPERATURA	2	28.84	29.01	28.61
TEMPERATURA	3	28.11	28.8	28.98
TEMPERATURA	4	26.6	27.4	27.5
TEMPERATURA	5	27.4	27.4	27.92

Figura 5. Ejemplo de las tablas de control de las mediciones.

Conclusiones

A partir de la diferencia en la germinación poblacional de esta prueba, se ha identificado que el uso del agua recolectada en el Bioreactor empacado de material estabilizado ha contribuido a que no toda la población germinara en el mismo tiempo que las otras semillas pero eso no significa que no pudieran germinar en un periodo de tiempo más largo, también hay que tomar en cuenta que el agua recolectada solo paso por un tratamiento, es tentativo que usando un sistema de tratamiento adicional mejore el estado de germinación de las semillas.

Referencias

Aho, I. M and Lagasi, J. E., 2012. A New Water Treatment System Using Moringa Oleifera Seed. American Journal of Scientific and Industrial Research. 3, (6): 487 – 492.

Amelia Vidales Olivo, Marina, Yasabel Leos Magallanes, María Gabriela Campos Sandoval. 2010. Extracción de Grasas y Aceites en los Efluentes de una Industria Automotriz, Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica, Instituto Tecnológico de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México, Conciencia Tecnológica No. 40, Julio-Diciembre.

Dinora Acosta-Zamorano, Víctor Macías Carranza, Leopoldo Mendoza-Espinosa, Alejandro Cabello-Pasini. 2013. Effect of treated wastewater on growth, photosynthesis And yield of tempranillo grapevines (vitis vinifera) In baja California, mexico. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Baja California, México.

Guillermo Achicanoy López, Gerardo López Jurado. 1972. Influencia de la luz sobre la germinación de semillas de maleza de clima Frío. N° 2, Vol. 4, Agosto- Diciembre.

Mayer A.M. y Poljakoff-Mayber, A. (1982). The germination of seeds, Third, ed. Pergamon Press, Oxford, Inglaterra. 224 pp.

Neuci bittencourt pereira ribeiro. 2008. Avaliação dos efeitos de águas residuárias de suínos sobre a produção de fitomassa de pastagem do gênero cynodon e nos atributos biológicos do solo. Universidade federal de goiás, programa de pós-graduação em agronomia, campus

de Jataí. Brasil.

Juan García Pérez, Carlos Manuel García Lara, Hugo Nájera Aguilar, Pedro Vera Toledo, Rubén Sánchez Vázquez. 2010. Desarrollo y caracterización de un destilador solar para su aprovechamiento en el tratamiento de agua contaminada. Revista de ciencia de la UNICACH, LA-CANDONIA, año 4, col. 4, no 2: pp 71-77, Chiapas, México.

Ramiro Ramírez Pisco y Martha Inés Pérez Arenas. 2006. Evaluación del potencial de los biosólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus* L.). Septiembre 4 de 2006. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín. Vol. 59, No. 2. p. 3543- 3556.

Salud, C. M. (2006). Pautas para el uso seguro de aguas residuales, excretas y aguas grises. 114.

Scott, C., N. Faruqui, and L. Raschid-Sally. 2004. Wastewater Use in Irrigated Agriculture: Confronting the Livelihood and Environmental Realities. CAB International, Cambridge, MA, USA.

Youcai, Z., Hua, L., Jun, W., & Guowei, G. (2002). Treatment of leachate by aged refuse-based biofilter. Journal of Environmental Engineering, 128(7), 662-668.

Zhou Q., 2001. Chemical pollution and transport of organic dyes in water-soil-crop systems of the Chinese coast. Bull. Environ. Contam. Toxicol., 66, 784-793



2021

28 OCT
09:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Gestión integral de residuos sólidos generados en el Colegio de Bachilleres de Chiapas Plantel 236, municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas"

Presenta

Jorginio Hernández Gómez

Director

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Jurado

Presidente Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Secretario Mtro. Ulises González Vázquez

Vocal Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



2021

28 OCT
11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Propuesta metodológica para el manejo de residuos peligrosos, producto del mantenimiento a vehículos y maquinaria pesada"

Presenta

Kathia Yadira Romero Gómez

Director

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Jurado

Presidente Dr. José Manuel Gómez Ramos

Secretario Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Vocal Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

  Sede Tuxtla



PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

VI COLOQUIO DE PROYECTOS DE TITULACIÓN

ESTUDIANTES DEL 7MO SEMESTRE

25 Y 26 DE NOVIEMBRE, 2021
09:00 HORAS

DÍA 1



DÍA 2



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DIPLOMADO EN CALIDAD Y TRATAMIENTO DEL AGUA

DEL 23 DE OCTUBRE DE 2021
AL 29 DE ENERO DE 2022

Modalidad: Mixta
Lugar: Edificio 15 y 16, Ingeniería Ambiental, Ciudad Universitaria Libramiento Norte- Poniense No. 1150, Col. Lajas Maciel

Informes:
Ing. Flor de Magaly González Hilerio
flor.gonzalez@unicach.mx



Patrones de circulación sinóptica y su influencia en la disponibilidad del viento para el funcionamiento adecuado de aerogeneradores, en Santo Domingo Ingenio, Oaxaca

Katia Samantha González Escobar

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Escuela de Ingeniería Ambiental <

Introducción

Los fenómenos meteorológicos de escala sinóptica influyen directamente con la variabilidad del viento en un región determinada, en México tenemos una amplia gama de climas, que van desde climas secos, hasta húmedos, también contamos con una geografía diversa que aunado al cambio climático también suma al hecho de padecer de cambios bruscos en el tiempo atmosférico del país; hablando puntualmente en el estado de Oaxaca, en la región del Istmo de Tehuantepec actualmente se presentan diversos fenómenos meteorológicos de escala sinóptica, tomando en cuenta que en esta región al suroeste del país, existe una importante inversión en el sector energético, por medio de la instalación de parque eólicos, apostando por la generación de energía eléctrica de manera sustentable y amigable con el planeta para abastecer la demanda de energía eléctrica en México, por ello es

de suma importancia el estudio de estos patrones de circulación sinóptica y determinar cuales son las consecuencias y/o beneficios en cuanto al funcionamiento adecuado de los diversos tipos de aerogeneradores que se encuentran instalados en este parque eólico.

Santo Domingo Ingenio, es una localidad del estado de Oaxaca, en el suroeste de México y es parte del Distrito de Juchitán de Zaragoza, en el oeste de la Región del Istmo de Tehuantepec. Santo Domingo Ingenio es muy conocido por los fuertes vientos que con gran frecuencia se producen y soplan en la zona, vientos que soplan desde el Golfo de Tehuantepec.

Gracias a las condiciones climáticas, las variables de temperatura del aire, la humedad, la presión atmosférica y la orografía este lugar es propicio para el desarrollo de la explotación de la energía eólica, existiendo numerosos aerogeneradores o molinos

de viento en el Parque Eólico Oaxaca 1.

Los fenómenos meteorológicos se pueden agrupar en distintas categorías, por ejemplo, por la frecuencia con la que se presentan y el grado de influencia o impacto que ejercen sobre el medio. A este tipo de clasificación se le denomina “escala espacio-temporal”, así por ejemplo la turbulencia en el suelo es un fenómeno que produce un cambio repentino (o en unos pocos minutos) en la dirección del viento y se manifiesta a pocos metros sobre la superficie terrestre, sin embargo, su influencia no se extiende a distancias superiores a los cientos de metros, por eso se le clasifica como un fenómeno de escala local o pequeña. Los fenómenos de escala sinóptica son aquellos que se presentan en una escala espacial, de cientos a miles de km, y con una escala temporal de días a semanas, como son las borrascas, anticiclones, frentes y huracanes [1].

Justificación

El viento está definido como el movimiento de aire en cualquier dirección y su magnitud puede variar desde un estado en calma hasta vientos muy intensos como

los que genera un huracán (cuya intensidad es superior a los 119 km/h). La variación horizontal de la presión atmosférica produce el movimiento de las masas de aire, las cuales se mueven de un área de alta presión hacia un área donde la presión atmosférica es relativamente más baja. Otras fuerzas que determinan el movimiento de los vientos son: la fuerza de Coriolis, que es producto de la rotación de la tierra; la fuerza de fricción, que se produce por la interacción del viento con la superficie terrestre u oceánica o entre las parcelas de aire adyacentes cuando se mueven a distinta velocidad, y la fuerza centrípeta[2].

El análisis y evaluación de las condiciones de viento es un paso necesario para la estimación de las localizaciones óptimas de parques eólicos. Uno de sus pilares son las bases de datos, tanto numéricas como instrumentales [3].

En cuanto a la variabilidad del viento a corto plazo, sabemos que la velocidad del viento está siempre fluctuando, por lo que el contenido energético del viento varía continuamente. De qué magnitud sea exactamente esa fluctuación depende tanto de las condiciones climáticas como de

las condiciones de superficie locales y de los obstáculos. La producción de energía de una turbina eólica variará conforme varíe el viento, aunque las variaciones más rápidas serán hasta cierto punto compensadas por la inercia del rotor de la turbina eólica [4].

Oaxaca sigue siendo un estado referente en la generación de energías limpias, al ser el estado líder nacional en la generación de energía eólica en México, así lo expuso ProMéxico durante la Exposición Internacional de Importación de China (CIIE por sus siglas en inglés), que se realiza del 5 al 10 de noviembre de 2018 en la ciudad de Shanghái, en este país asiático. ProMéxico destacó que la entidad oaxaqueña cuenta con 27 parques y más de mil 765 aerogeneradores, produciendo 2 mil 756 MegaWatts, suficientes para iluminar 1 millón 800 mil hogares, lo que lo hace un lugar propicio para la inversión de este tipo de energía amigable con el medio ambiente. Asimismo, el proyecto desarrollado en los municipios de Juchitán de Zaragoza y El Espinal (en la región del Istmo de Tehuantepec) constituye una inversión histórica sin precedente que constará de 132 aerogeneradores de la más alta tecnología, con una capacidad de 396 megavatios, lo que lo convierte en el parque más grande de Latinoamérica por su inversión y tamaño [5].

Las perturbaciones de la circulación atmosférica conocidas como sistemas de escala sinóptica, regulan día a día el comportamiento de los fenómenos meteorológicos[2], que al presentar manifestación extrema o violenta, con frecuencia durante el año, afectan las actividades socioeconómicas, generan daños en la prestación de servicios, así

como causan desestabilización en el viento en superficie que podría afectar directamente al comportamiento del funcionamiento de los aerogeneradores y por ende la producción de energía eólica en la zona, por ello es importante investigar cuales son estos fenómenos sinópticos y en que escala afectan el funcionamiento adecuado de los aerogeneradores, para definir los rangos específicos y cuáles son los meses en los que se aprovecha mayormente el viento en superficie.

Marco teórico

Meteorología

La Meteorología es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, de sus propiedades y de los fenómenos que en ella tienen lugar, los llamados meteoros. El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, en el espacio como en el tiempo la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto [6].

Breve descripción de la atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra, y que se adhiere a ella gracias a la acción de la gravedad. Es difícil determinar exactamente su espesor, puesto que los gases que la componen se van haciendo menos densos con la altura, hasta prácticamente desaparecer a unos pocos cientos de kilómetros de la superficie. La atmósfera está formada por una mezcla de gases, la mayor parte de los cuales se concentra en la denominada homósfera, que se extiende desde el suelo hasta los 80-100 kilómetros de altura. De hecho esta capa contiene el 99.9% de la masa

total de la atmósfera.

Definición del viento

El viento está definido como el movimiento de aire en cualquier dirección y su magnitud puede variar desde un estado en calma hasta vientos muy intensos como los que genera un huracán. La variación horizontal de la presión atmosférica produce el movimiento de las masas de aire, las cuales se mueven de un área de alta presión hacia un área donde la presión atmosférica es relativamente más baja. Otras fuerzas que determinan el movimiento de los vientos son: la fuerza de Coriolis, que es producto de la rotación de la tierra; la fuerza de fricción, que se produce por la interacción del viento con la superficie terrestre u oceánica o entre las parcelas de aire adyacentes cuando se mueven a distinta velocidad, y la fuerza centrípeta[7].

Medición del viento

Para poder disponer de medidas directas de velocidad y dirección del viento, los meteorólogos utilizan distintos instrumentos de medida: 1.- Medida de la velocidad horizontal del viento: el instrumento más utilizado es el anemómetro de cazoletas, en el

que el giro de las mismas es proporcional a la velocidad del viento. La unidad de medida es el km/h o el m/s. b) 2.-Medida de la dirección: para ello se utilizan las veletas, que indican la procedencia geográfica del viento. Hablamos de viento norte, noreste, suroeste, etc. en función de dónde provenga éste [8].

Fuerzas que determinan el movimiento del viento

Fuerza del gradiente de presión

En un mapa o carta de superficie, las líneas que conectan puntos de igual presión barométrica reducida al nivel del mar se denominan isobaras. Estas líneas muestran como varía la presión horizontalmente. El gradiente de presión se calcula mediante la diferencia de presión entre dos puntos dividida por la distancia entre ellos, y la fuerza del gradiente de presión es la que resulta cuando existe una diferencia de presión a través de la superficie. Esta fuerza acelera el aire de las zonas de presión más alta hacia las de presión más baja. [9].

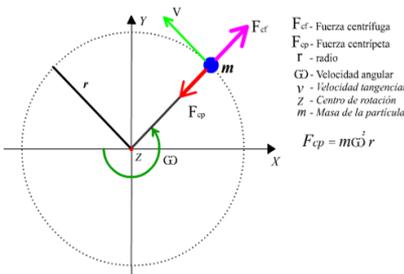
Fuerza centrípeta

La fuerza centrípeta es la fuerza, o al componente de la fuerza que actúa sobre un objeto en movimiento sobre una trayectoria

curvilínea, y que está dirigida hacia el centro de curvatura de trayectoria. El término centrípeta proviene de las palabras latinas centrum, centro y petere, dirigirse hacia, y puede ser obtenida a partir de las leyes de Newton. La fuerza centrípeta siempre actúa en forma perpendicular a la dirección del movimiento del cuerpo sobre el cual se aplica [10].

Fuerza centrífuga

La fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación. El calificativo de "centrífuga" significa que "huye del centro" [11].



gura 1. Esquema de las fuerzas centrípeta (F_{cp}) y centrífuga (F_{cf})

Fuerza de fricción

Es la resistencia que opone una partícula al interactuar con su entorno. En meteorología, esta fuerza es muy importante cerca de la superficie. Su efecto provoca que la deflexión asociada a la

fuerza de Coriolis disminuya y el movimiento del viento no sea paralelo a las isobaras, sino que adquiera una dirección que tiene una mayor contribución del gradiente de presión [8].

Fuerza de Coriolis

Es una fuerza aparente (inercial) debida a la rotación terrestre, que fue descrita por Gaspard-Gustave Coriolis en 1836. El efecto de Coriolis se observa en un sistema de referencia en rotación (no inercial) cuando un cuerpo se encuentra en movimiento con respecto a dicho sistema de referencia. Dado que la Tierra gira, los objetos que están por encima de la Tierra aparentemente se mueven o se desvían si ya se están moviendo debido a su rotación [12].

Fi-

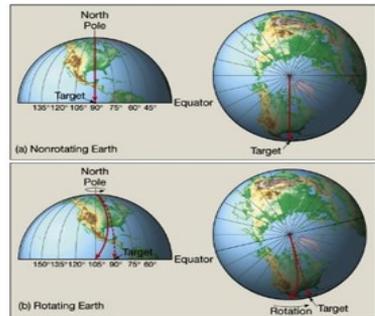


Figura 2. Fuerza de coriolis

“Norte”

Se le denomina coloquialmente en México a la condición meteorológica de escala temporal corta

(2-3 días) asociada con un sistema de alta presión que se origina frecuentemente en las montañas Rocallosas de los Estados Unidos y viaja desde latitudes altas hacia el GM. Los nortes están caracterizados por el paso de un frente frío que genera vientos intensos en dirección norte-sur, un descenso en la temperatura y precipitaciones [13].

Clasificación	I. Débil	II. Moderado	III. Fuerte	IV. Intenso	V. Severo
Escala de Beaufort	4-5	6-7	8-9	10-11	12
Rango de vientos (kn/h)	20-38	39-61	62-88	89-117	>118
Altura de ola significativa (m)	0.5 a 2.5	2.5 a 4.0	4.0 a 9.0	9.0 a 14.0	>14

Figura 3. Escala empleada por el Servicio Meteorológico Nacional para la clasificación de los “Nortes”

Variaciones del viento

Es importante señalar que la velocidad del viento varía con la altura como se muestra en la Figura 4, y depende fundamentalmente de la naturaleza del terreno sobre el cual se desplazan las masas de aire [14]

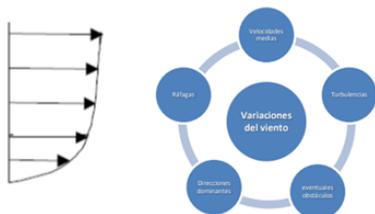


Figura 4. Perfil del viento con la altura

Fenómenos sinópticos

En meteorología, este término se ha vuelto un tanto especializado al referirse al uso de datos meteorológicos obtenidos simultáneamente en un área amplia con el propósito de presentar una imagen completa y casi instantánea del estado de la atmósfera. Así, para un meteorólogo "sinóptico" adquiere la connotación adicional de simultaneidad. Una escala específica del movimiento atmosférico con un rango típico de muchos cientos de kilómetros, incluidos fenómenos como los ciclones y los ciclones tropicales [15]. Este autor describe los siguientes fenómenos meteorológicos de escala sináptica de la siguiente manera:

Ciclón

En meteorología, ciclón usualmente suele aludir a vientos intensos acompañados de tormenta, aunque también designa a las áreas del planeta en las cuales la presión atmosférica es baja. En esta segunda acepción el significado de ciclón es equivalente al de borrasca, y es el fenómeno opuesto al anticiclón.

Ciclón Tropical

En meteorología, el término ciclón tropical se usa para referir-

se a un sistema tormentoso caracterizado por una circulación cerrada alrededor de un centro de baja presión que produce fuertes vientos y abundante lluvia.

Temporada de ciclones tropicales

Época del año en la que se desarrollan ciclones tropicales con una frecuencia relativamente grande. En el Atlántico, en el Caribe y en el Golfo de México el período comprende desde el 1º de junio hasta el 30 de noviembre y en el Pacífico del 15 de mayo al 30 de noviembre.

Frente caliente

Se produce cuando una masa de aire caliente avanza hacia latitudes mayores y su borde delantero asciende sobre el aire más frío. Si hay humedad suficiente se observan todos los géneros de nubes estratiformes las cuáles podrían provocar precipitaciones de tipo continuo.

Frente frío

Se produce cuando una masa de aire frío avanza hacia latitudes menores y su borde delantero se introduce como una cuña entre el suelo y el aire caliente. Al paso de este sistema, se pueden observar nubes de desarrollo verti-

cal (Sc, Cu, Cb, Tabla de Nubes) las cuales podrían provocar chubascos o nevadas si la temperatura es muy baja. Durante su desplazamiento la masa de aire que viene desplazando el aire más cálido provoca descensos rápidos en las temperaturas de la región por donde pasa.

Circulación anticiclónica

Circulación atmosférica sistemática asociada a un sistema de alta. En el hemisferio Norte su sentido de rotación es igual a de las manecillas del reloj y al contrario en el caso de hemisferio Sur.

Baja presión

Es un sistema de isobaras cerradas concéntricas en el cuál la presión mínima se localiza en el centro. La circulación es en sentido contrario a las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca convergencia y convección por lo que se asocia a la presencia de gran nubosidad y chubascos.

Alta presión

Distribución del campo de presión atmosférica en donde el centro presenta una presión mayor que la que existe a su alrededor y a la misma altura; también denominada como Anticiclón. En un mapa sinóptico, se observa como un sistema de isobaras ce-

rradas, de forma aproximadamente circular u oval, con circulación en sentido de las manecillas del reloj. Este fenómeno provoca subsidencia en la zona donde se posa, por lo que favorece tiempo estable.

Funcionamiento de los aerogeneradores

Un aerogenerador es un dispositivo que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Las palas de un aerogenerador giran entre 13 y 20 revoluciones por minuto, según su tecnología, a una velocidad constante o bien a velocidad variable, donde la velocidad del rotor varía en función de la velocidad del viento para alcanzar una mayor eficiencia [16].

Orientación automática

El aerogenerador se orienta automáticamente para aprovechar al máximo la energía cinética del viento, a partir de los datos registrados por la veleta y anemómetro que incorpora en la parte superior. La barquilla gira sobre una corona situada al final de la torre.

Giro de las palas

El viento hace girar las palas, que comienzan a moverse con velocidades de viento de unos 3,5 m/s

y proporcionan la máxima potencia con unos 11 m/s. Con vientos muy fuertes (25 m/s) las palas se colocan en bandera y el aerogenerador se frena para evitar tensiones excesivas.

Multiplicación

El rotor (conjunto de tres palas engarzadas en el buje) hace girar un eje lento conectado a una multiplicadora que eleva la velocidad de giro desde unas 13 a unas 1.500 revoluciones por minuto.

Generación

La multiplicadora, a través del eje rápido, transfiere su energía al generador acoplado, que produce electricidad.

Evacuación

La energía generada es conducida por el interior de la torre hasta la base y, desde allí, por línea subterránea hasta la subestación, donde se eleva su tensión para inyectarla a la red eléctrica y distribuirla a los puntos de consumo.

Monitorización

Todas las funciones críticas del aerogenerador están monitorizadas y se supervisan desde la subestación y el centro de control, para detectar y resolver

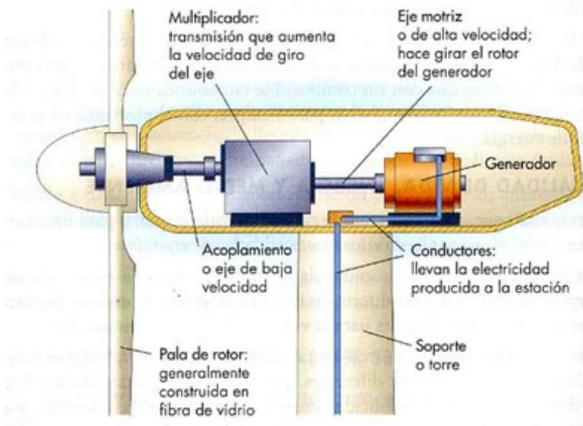


Figura 9. Funcionamiento del aerogenerador

cualquier incidencia, en la siguiente Figura podemos observar el funcionamiento de estos.

Este de Oaxaca

En la parte este, más cerca del área del Istmo, las montañas son más bajas, presentándose las mayores elevaciones generalmente entre 1500 y 2200 metros. Las montañas incluyen la Sierra de Chiapas al este del Istmo y los linderos este de la Sierra Madre del Sur y de la Sierra de Oaxaca al oeste del Istmo. La característica más dominante del este de Oaxaca, desde una perspectiva eólica, es la relativamente amplia área del Istmo que divide estas cadenas montañosas. El Istmo es un canal para los poderosos vientos del norte ocasionados por fuertes gradientes de presión superficial con mayor

presión sobre el Golfo de México y menor presión sobre el Océano Pacífico. Las áreas más concentradas con recurso bueno a excelente en esta región se localizan en la parte sur del Istmo de Tehuantepec [13].

Energía eólica en La Ventosa (Localidad aledaña a Santo Domingo Ingenio)

Las barreras para abastecer el consumo energético a nivel mundial (ya sea para generación eléctrica, transporte, calefacción/refrigeración, etcétera) con fuentes de energía renovables, son principalmente de carácter social y político y no económicas o tecnológicas. La implementación de sistemas de energía eólica, undimotriz (a partir del oleaje), mareomotriz (a partir de las mareas), geotérmica, hidroeléctrica,

solar fotovoltaica y de concentración solar reduciría en gran medida la contaminación del aire y el calentamiento global. En este sentido, para conseguir de manera eficaz la sostenibilidad en el sector eléctrico se debe abastecer a la humanidad con la energía suficiente para cubrir sus necesidades mediante la producción de electricidad barata, de forma segura y reduciendo las emisiones de GEI. Para ello se requiere incrementar la producción energética usando fuentes alternativas a los combustibles fósiles tradicionales. Para evaluar esta sostenibilidad han utilizado los indicadores de costo de generación de electricidad, emisión de GEI y tiempo de retorno energético. El equipo ha concluido que los parques eólicos son los sistemas energéticos más sostenibles, por ser menos contaminantes y ser más viables para la generación de electricidad en comparación con los sistemas de energía solar fotovoltaica, solar térmica y minihidráulica [14].

Discusión

Para explicar la dirección predominante y la variación anual observada en las estaciones es necesario considerar otros factores que influyen en el campo de

viento a escala regional y local, tales como el forzamiento térmico relacionado con el contraste de temperatura entre los ecosistemas que existen alrededor de la zona de estudio. Esta diferencia de temperaturas da lugar a un forzamiento regional que puede superponerse al campo de gran escala. Este efecto fue estudiado por Lettau (1978), quien modeló la capa límite atmosférica forzada térmicamente, con el fin de explicar los vientos costeros en el Perú. Posteriormente, Enfield (1981b) muestra que las diferencias de temperatura entre Callao y Lima explican más del 50% de la varianza de los vientos en Lima. Dado que las condiciones de temperatura son levemente similares en las regiones adyacentes a nuestra zona de estudio es poco razonable esperar un efecto térmico importante, el cual daría cuenta, en parte, que sin las características del viento costero.

La relación entre las perturbaciones basadas en observaciones en horas de viento máximo, sugiere que existe una componente en la variabilidad de los vientos superficiales que es forzada por la escala sinóptica. Durante el invierno los vientos presentan una disminución en toda la región.

Sin embargo, en (Montecinos, 2002), las perturbaciones muestran un importante incremento de energía. La disminución de la radiación solar en este período debilita la componente del viento forzada térmicamente (Montecinos, 2002). Es probable que el incremento de las perturbaciones invernales esté asociado a un incremento de las fluctuaciones de gran escala. Adicionalmente, la presencia de perturbaciones de escala regional-local como bajas presiones, pueden jugar un papel significativo en las fluctuaciones observadas.

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta en el análisis del viento, es la ubicación de las estaciones donde se efectúan las mediciones. En este caso, las estaciones meteorológicas están localizadas en puntos relativamente lejanos al sitio estudiado, lo cual puede ser influenciado por la topografía del lugar (Montecinos, 2001). La presencia de los cerros constituye una importante restricción a la dirección del viento. Estas observaciones dejan de manifiesto la influencia del factor topográfico que modifica la dirección del campo de viento en las cercanías de los puntos de estudio de las estaciones meteo-

rológicas de SMN. Posiblemente, la presencia de grandes cerros a ambos lados (este y oeste) canalizan el viento en una dirección. Los efectos topográficos sobre el viento en las tres estaciones pueden variar significativamente.

Referencias

- 1.- Ministerio de Ambiente, energía, y Telecomunicaciones. (1883). Sobre algunos fenómenos meteorológicos en Costa Rica. Obtenido de <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Compendio+sobre+fen%C3%B3menos+meteorol%C3%B3gicos>
- 2.- Tai, M. E. (2015). Estudio de la intensificación de los vientos en el Puerto de Veracruz mediante modelación numérica.
- 3.- Peñil, F. d. (2016). Análisis de la variabilidad climática del viento en parques eólicos marinos. Argentina
- 4.- DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION. (2013). Recursos eólicos. Obtenido de <http://www.windpower.org/es/tour/wres/variab.htm>
- 5.- Santamarta, J. (2018). REVE. Obtenido de <https://www.evwind.com/2018/11/08/oaxacalider-nacional-en-la-generacion-de-energia-eolica-en-mexico/>
- 6.- Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. (2004). Meteorología y Climatología. Obtenido de <https://cab.inta-csic.es/uploads/culturacientifica/adjuntos/20130121115236.pdf>
- 7.- Osorio, M. E. (2015). Estudio de la

- intensificación de los vientos en el puerto de Veracruz mediante modelación numérica
- 8.- Holton, J. R. (2013). An introduction to dynamic meteorology. Obtenido de http://www.dca.ufcg.edu.br/DCA_download/An%20Introduction%20to%20Dynamic%20Meteorology.pdf
- 9.- Sanders, F. (2008). A career with fronts: Real ones and bogus ones. . Obtenido de Synoptic–Dynamic Meteorology: https://math.nyu.edu/~gerber/courses/2018-fruhling/bosart_etal-Synoptic-dyna-mic_meteorology_and_weather_analysis-2008.pdf
- 10.- ECURED. (2010). Obtenido de https://www.ecured.cu/Fuerza_centri%C3%ADpeta
- 11.- Fisicalab. (2007). Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/fuerza-centrifuga#contenidos>
- 12.- Atlas de Recursos Eólicos del estado de Oaxaca . (Abril de 2004). Laboratorio Nacional de Energía Renovable. Obtenido de <https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35575.pdf>
- 13.- Herrera, R. V. (2014). EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ
- 14.- Huschke, R. E. (2018). Glossary of Meteorology. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20041010072733/http://amsglossary.allenpress.com/glossary/>
- 15.-- LETTAU, H.H. 1978. Explaining the world's driest climate, in Exploring the World's Driest Climate, editado por H.H. Lettau y K. Lettau IES Rep. 101, Univ. of Wisconsin, Madison.
- 16.- MONTECINOS, A. 2002. Efecto del fenómeno El Niño en los vientos favorables a la surgencia costera en la costa norte de Chile. Tesis de Oceanógrafo, Escuela de Ciencias del Mar, Univ. Católica de Valparaíso.



2022
22 FEB

09:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Informe Técnico

"Diagnóstico de las enfermedades gastrointestinales por la calidad del agua en la ciudad de Chiapa de Corzo entre 2015 y 2020"

Presenta

Alfredo Manuel Alfaro Moreno

Director

Mtro. Ulises González Vázquez

Jurado

Dr. José Manuel Gómez Ramos
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Mtro. Ulises González Vázquez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
22 FEB

11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Diseño e implementación de un lavabo automatizado sustentable, activado con Arduino"

Presenta

Edgar Fernando Hernández Castellanos

Director

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Jurado

Dr. José Manuel Gómez Ramos
Mtro. Ulises González Vázquez
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
24 FEB

10:00 hrs

TOMA DE PROTESTA

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Modalidad: Titulación Automática

Ixchel Monserrat Díaz Jiménez

Jurado

Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández
Dr. Carlos Manuel García Lara
Mtra. Citlalli Griselda Molina Vázquez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx



Sede Tuxtla

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
01 MAR

09:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental

Tesis

"Diseño e implementación de un lavabo automatizado sustentable, activado con Arduino"

Presenta

Ricardo Daniel Vázquez Pérez

Director

Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Jurado

Dr. José Manuel Gómez Ramos
Mtro. Ulises González Vázquez
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez

Sistemas acuapónicos con la técnica de solución nutritiva recirculante

Lisbeth Guadalupe Cruz Cruz
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Escuela de Ingeniería Ambiental

Introducción

La revolución verde, puesta en marcha en la década de los cincuenta, tuvo la finalidad de generar altas tasas de productividad agrícola, generando consecuencias negativas al ser humano y recursos naturales debido a la intensificación de fertilización, irrigación y pesticidas [1].

El uso y/o abuso de fertilizantes produce infertilidad de suelos, aumento de los microorganismos, contaminación de las aguas subterráneas, quemaduras de sal y exceso de crecimiento en las plantas [2].

Aproximadamente 1,8 billones de personas se dedican a la agricultura en todo el mundo. De estos, hasta 25 millones de trabajadores agrícolas han sufrido intoxicaciones no intencionales, por plaguicidas, cada año [3].

En Chiapas, en el año 2016 se usó de 880,795 a 1,264,112 ha para uso de fertilizantes y pesticidas en sistemas convencionales de agricultura [4].

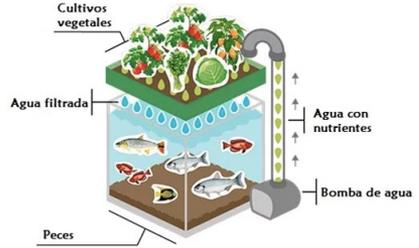


Figura 1. Sistema básico de acuaponía

Los sistemas acuapónicos son sistemas simbióticos que combinan las técnicas de acuicultura con el cultivo hidropónico de plantas [5].

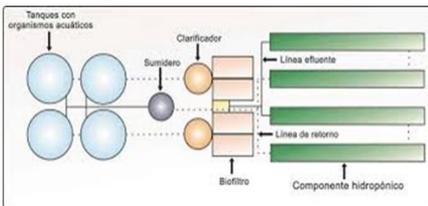


Figura 2. Procesos de descomposición de la materia orgánica en nutrientes para ser absorbidos por las plantas

El principio básico de la acuaponía radica en el aprovechamiento de la energía del sistema, debido

a que sólo una fracción del alimento para los peces – 20 a 30% - se metaboliza e incorpora como tejido, mientras que el resto (excreción, alimento no consumido) se usa como nutriente para las plantas [6].

Los elementos esenciales de un sistema acuapónico son: 1) Un tanque para cultivar los peces, 2) Un clarificador para remover partículas originadas a partir de los desechos de los peces, 3) Un biofiltro para convertir el amonio tóxico liberado por los peces en nitrato inofensivo, el cual es buen alimento para plantas, 4) Un componente hidropónico para cultivar las plantas, 5) Un su-



midero para coleccionar el agua [7]. **Figura 3.** Elementos esenciales de un sistema acuapónico

Los sistemas acuapónicos usan tres tipos de técnicas para el crecimiento de plantas: sistemas de camas de grava, sistema de solución nutritiva recirculante y sistema de raíces flotantes [8].

Los componentes de la técnica de camas de grava son tanques de peces y de una o más camas de plantas que utilizan como sustrato piedras, arcilla expandida, roca volcánica o perlita [9].



Figura 4. Tipos de técnicas en sistemas acuapónicos

La técnica de solución nutritiva recirculante consiste en que las raíces de las plantas se mantienen en contacto con una muy delgada película de agua que contiene los nutrientes [10].

Por último, la técnica de raíces flotantes se diseña usando canales que contienen agua con una profundidad entre 10-12". Sobre estos se colocan láminas flotantes con agujeros, ya sean de polietileno expandido, plástico o cualquier material inerte que pueda flotar. Las plantas tienen las raíces sumergidas en agua

[11].

Por otra parte, el pez más usado en la acuaponía es la tilapia (*Oreochromis* spp.) ya que tiene un ciclo corto desde el nacimiento hasta su aprovechamiento, tolera fluctuaciones drásticas en la calidad del agua y es resistente a bajos niveles de oxígeno [12].

En cuanto a plantas cultivadas en los sistemas, se encuentran las especies más comunes debido a los bajos o medios requerimientos nutricionales que requieren, por ejemplo: lechuga, espinada, cebolletas y albahaca [13].

Existen diversos parámetros de calidad del agua que deben medirse para tener un control de los peces y plantas en el sistema, como los que se indican en la Tabla 1 [14].

Tabla 1. Rangos generales de tolerancia de calidad del agua para peces y plantas

Tipo de organismo	Temperatura (°C)	pH	Oxígeno disuelto (mg/l)
Peces aguas cálidas	22-32	6-8,5	4-6
Plantas	16-30	5,5-7,5	>3

En el año 2016, en Guatemala se realizó un estudio con la técnica de solución nutritiva recirculante,

en el cual incluyeron plantas autóctonas, al final del estudio obtuvieron diferencias en la altura y rendimiento de las variedades de plantas, sin embargo se consideró la posibilidad del cultivo de las plantas evaluadas de una forma sostenible [13].

Mientras que, en otro estudio se evaluó un sistema experimental de técnica de camas de grava incorporando tilapia (*Oreochromis mossambicus*) y pepino (*Cucumis sativus*). Al final registraron concentraciones ligeramente rebasadas de amoníaco no ionizado, en las salidas de las canaletas, sin embargo estas no afectaron en la supervivencia de la tilapia, pero tuvieron un pobre crecimiento, y las plantas presentaban mucha floración [6].

Por otro lado, en un estudio realizado en dos sistemas de acuaponía (uno con biofiltración y otro con recambio de agua), evaluaron la producción semi-intensiva de tilapia y lechuga acrópolis. En el análisis, la tilapia registró mayor crecimiento promedio en el sistema con biofiltración, y la lechuga creció mejor en el de recambio de agua. Lo que permitió concluir que se pueden tomar los sistemas como una alternativa, sin embargo, es nece-

sario el control de la dinámica de nutrientes en el sistema, usando biofiltros [5].

Discusión

En el estudio realizado por Rodríguez-González et al. (2015) se presentó un mejor crecimiento de los peces, lo cual indica que la biofiltración del agua es importante para mantener en buenas condiciones a las especies presentes en el sistema. Comparado a lo que realizó García-Ulloa et al. (2005), en el que las especies incorporadas tuvieron pobre crecimiento, debido a que se realizó sin biofiltro, lo que indica que el uso de este es indispensable para tener un mejor control del sistema.

Referencias

1. Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*. 1 (91).
2. Grupo SACSA. (2015). Conozca los efectos ambientales de los fertilizantes químicos. Consultado el 01 de Mayo de 2019 de www.gruposacsa.com.mx/conozca-los-efectos-ambientales-de-los-fertilizantes-quimicos/
3. Salcedo, A., Díaz, S., González, F., Rodríguez, A., Varona, M. (2012). Exposición a plaguicidas de los habitantes de la Rivera del río Bogotá (Suesca) y en el pez Capitán. *Revista Ciencias de la Salud*. 10(1).
4. SAGARPA. (2018). Uso de fertilizantes químicos en la superficie sembrada 2016. Consultado el 01 de Ma-

yo de 2019 de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/220645/Boletines_superficie_sembrada.pdf

5. Rodríguez-González, H., Rubio-Cabrera, S. G., García-Ulloa, M., Montoya-Mejía, M., y Magallón-Barajas, F. J. (2015). Análisis técnico de la producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y lechuga (*Lactuca sativa*) en dos sistemas de acuaponía. *Agroproductividad*. 8(3).
6. García-Ulloa, M., León, C., Hernández, F., y Chávez, R. (2005). Evaluación de un sistema experimental de acuaponía. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 9 (1).
7. Muñoz, M. (2012). Sistemas de recirculación acuapónicos. *Informador técnico*.
8. Moreno, E. y Zafra, A. (2014). Sistema acuapónico del crecimiento de lechuga, *Lactuca sativa*, con efluentes de cultivo de tilapia. *REBIOL*. 34(2).
9. Jiménez, A. (2013). Acuaponía: Herramienta educativa para el aprendizaje transversal de las ciencias. *Ciencia y Desarrollo*. 16(2).
10. Ramírez, D., Sabogal, D., Jiménez, P., Hurtado, H. (2008). La acuaponía: una alternativa orientada al desarrollo sostenible. *Facultad de Ciencias Básicas*. 4(1).
11. Millares, N., Pérez, L., Ceballos, B., Flores, E., Isla, M. (2017). Un método alternativo para incrementar la productividad en el cultivo acuícola-agrícola en proyectos comunitarios con enfoque de género: la acuaponía. *Centro de Investigaciones Pesqueras*. 34(2).
12. Gómez-Merino, F., Ortega-López, N., Trejo-Téllez, L., Sánchez-Páez, R., Salazar-Marcial, E. y Salazar-Ortiz, J. (2015). La acuaponía: Alternativa sus-

tentable y potencial para producción de alimentos en México. Agroproductividad. 8(3).

13. Guerra-Centeno, D., Valdez-Sandoval, C., Aquino-Sagastume, E., Díaz, M. y Ríos, L. (2016). Adaptación y rendimiento de plantas autóctonas de Guatemala en un sistema acuapónico. REDVET. 17(1).

14. Candarle, P. (2016). Técnicas de

acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC). Consultado el 28 de Febrero de 2019 de https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/acuicultura/publicaciones/_archivos/00_0000_Informaci%C3%B3n%20y%20noticias%20vinculadas%20al%20sector/1608_31_T%C3%A9cnicas%20de%20Acuaponia.pdf



LA FACULTAD DE INGENIERÍA
a través del P. E de
Ingeniería Ambiental, invita al:

XXXII CICLO DE SEMINARIOS

del 18 de febrero al 08 de abril de 2022
MODALIDAD: VIRTUAL | HORARIO 12:00 - 13:30
Acceso: <https://meet.google.com/ifh-rwsj-kmw>

Fecha	Ponente	Título
18 de febrero	Ing. Yadira Isley Manzo Fuentes	Importancia de las normas ISO en la Ingeniería Ambiental
25 de febrero	Ing. Edier Chilito Rincón	Diferentes tipos de energías renovables
04 de marzo	Dr. Emmanuel Diaz Nigenda	Emisiones de gases de efecto invernadero por la disposición de los residuos sólidos en Tuxtla Gutiérrez
11 de marzo	Dra. Andrea Venegas Sandoval	La Educación Ambiental ante el reto del Cambio Climático: reflexiones y perspectivas
18 de marzo	Ing. Jhon Wilmer Torres Soracipa	Planes de posconsumo en el sector automotriz en Colombia
25 de marzo	Ing. Marcos López Cabrera	Supervisión ambiental para la operación y mantenimiento de parque eólico
01 de abril	Dr. Juan Andrés Reyes Nava	Estructura de la Termodinámica



2022
01 MAR
11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental
Informe Técnico

"Filtración y esterilización de aguas grises provenientes de una vivienda de interés social a través de un prototipo utilizando medios granulados y rayos ultravioletas"

Presenta
José Francisco Jiménez García

Director
Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Jurado
Dr. José Manuel Gómez Ramos
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez
Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
02 MAR
11:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental
Informe Técnico

"Gestión y caracterización de residuos sólidos urbanos, en Corral de Piedra, San Cristóbal de las Casas"

Presenta
María Fernanda Molina Molina

Director
Mtro. Ulises González Vázquez

Jurado
Dr. José Manuel Gómez Ramos
Mtra. Edali Camacho Ruiz
Mtro. Ulises González Vázquez

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
02 MAR
13:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental
Informe Técnico

"Propuesta de Plan de Manejo Municipal de Residuos Sólidos en la cabecera municipal de Coapilla, Chiapas"

Presenta
Alan Alexis Villatoro Cruz

Director
Mtro. Pedro Vera Toledo

Jurado
Dr. Carlos Manuel García Lara
Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Mtro. Pedro Vera Toledo

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla



2022
02 MAR
15:00 HORAS

EXAMEN PROFESIONAL

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Facultad de Ingeniería
Programa Educativo de Ingeniería Ambiental
Informe Técnico

"Propuesta de Plan de Manejo Municipal de Residuos Sólidos en la cabecera municipal de Coapilla, Chiapas"

Presenta
Diego Humberto Arévalo Cruz

Director
Mtro. Pedro Vera Toledo

Jurado
Dr. Carlos Manuel García Lara
Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Mtro. Pedro Vera Toledo

Coordinación de Titulación
Dr. José Manuel Gómez Ramos
jose.gomez@unicach.mx

Sede Tuxtla

Normas Editoriales

Los trabajos que aquí se publican son originales, relacionados a temas de interés científico, de divulgación o carácter general. Las publicaciones realizadas pueden ser artículos científicos, técnicos, ensayos o notas escritas de manera clara, en tercera persona y que se ajusten a las siguientes normas editoriales:

El trabajo escrito será evaluado por el comité revisor para su aceptación y publicación. El dictamen de este comité será inapelable.

Es responsabilidad del autor realizar las correcciones a que haya lugar después de la evaluación, en un lapso no mayor a 15 días.

Se enviará el trabajo realizado a los editores en formato digital Word o Publisher

El título del trabajo se captura con letra Calibri tamaño 15 en minúsculas y negritas, en la parte inferior en tamaño 10 debe escribirse el o los nombres de los autores, iniciando con el apellido, adscripción o lugar de trabajo y correo de contacto, respetando este orden.

El documento es escrito con letra Calibri 12, los títulos en negritas, para las figuras y tablas tamaño 10. El espacio entre líneas es de 1.15, los márgenes son de 1 para izquierda y derecha y de 1.5 para superior e inferior, todo el contenido debe ser a doble columna.

Las figuras, imágenes o fotografías deben ser de alta calidad, igual o mayor a 300 dpi, en formato jpg.

La extensión recomendada para los trabajos es de 8 páginas como máximo. El orden de las secciones para el trabajo es:

Título, Autor o Autores, Adscripción, Correo de contacto esto en la parte superior del trabajo.

En el cuerpo del mismo llevará un resumen con palabras clave, Introducción, Metodología, Resultados, Discusión, Conclusiones, Referencias en formato APA.

Enviar sus contribuciones al Dr. Carlos Manuel García Lara, editor de la gaceta Nas Jomé de la UNICACH al correo:

carlos.garcia@unicach.mx

Estudiantes de Ingeniería ambiental en movilidad nacional e internacional



*Gaceta realizada
por el Cuerpo Académico
Estudios Ambientales*

*Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Ambiental*