



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

CONGRESO INTERNACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO, YUCATÁN 2023

Del 23 al 25 de octubre, 2023

Horario: 8:00 a 19:00 horas

Lugar: Gran Museo del Mundo Maya



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

PROGRAMA

Día 1 – 23 de octubre

- 12:00 horas Registro
- 12:00 horas **Apertura de posters (permanece durante los tres días del evento)**
- 15:00 horas **Exposición de posters**
- 16:00 horas Inauguración y ponencias magistrales
- 16:30 horas Ponencia a cargo de la **M.I.A. Sayda Melina Rodríguez Gómez**, secretaria de Desarrollo Sustentable
- 17:30 horas Break
- 17:45 horas Conferencia Magistral a cargo del **Dr. Ramón Pichs Madruga**, Vicepresidente del IPCC con la ponencia denominada “Instrumentación de políticas, opciones de gobernanza y aceptabilidad social de las acciones de gobierno, ante las condiciones que impone el calentamiento global”
- 18:45 horas **Coctel de bienvenida**

Día 2 - 24 de octubre

- 8:30 horas Conferencia Magistral a cargo de la **Dra. Amparo Martínez Arroyo** del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM denominada “La ciencia del cambio climático, perspectivas desde México y Latinoamérica.”
- 9:30 horas Conferencia Magistral a cargo del **Dr. Roberto Sánchez Rodríguez**, University of California, Riverside con el tema “Vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático en los sistemas humanos: una visión desde el IPCC”
- 10:30 horas Break
- 11:00 horas Conferencia Magistral a cargo de la **Dra. Julia Carabias** de la Facultad de Ciencias de la UNAM, con el tema “Acciones de corto, mediano y largo plazo referentes a la evaluación de los impactos del cambio climático en los ecosistemas y su biodiversidad.
- 12:15 horas **Sesión de carteles**
- 13:00 horas Receso para comida**



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15:00 horas Se abren las salas para las ponencias cortas, de acuerdo a los paneles siguientes:

Panel 1. “Información y estadísticas generados a través de diversas investigaciones del sector académico”

Experto para introducción: Dra. Amparo Martínez Arroyo

Coordinador de mesa: Dr. Alec Torres

Relator: Carolina Leal

15:00 – 15:15. **Variación espacial de la severidad del cambio climático en la península de Yucatán.**

David Romero, Martín Muñoz de Cote, Gerardo Antonio

15:15 – 15:30. **Cambios en la franja de condensación de humedad en la península de Yucatán por el calentamiento global.**

Mario Castelán Lorenzo

15:30 – 15:45. **Acciones de monitoreo e investigación de emisión y concentración de CO₂, temperatura y humedad en puntos críticos de la ciudad de Mérida Yucatán.**

Lucero P. Damián Adame

15:45 – 16:00. **Islas de calor por efecto del cambio de uso de suelo asociado al crecimiento poblacional en la Península de Yucatán, México**

Nayeli A. Patlán-García, Ma. Eugenia Allende-Arandía, Erika D. López-Espinoza

16:00 – 16:15. **¿Por qué debemos de monitorear la acidificación marina y evaluar sus potenciales efectos en los ecosistemas costeros y marinos de la Península de Yucatán?**

Daniel Pech Pool, Martín Hernández-Ayón

16:15 – 16:30. **Oscilaciones climáticas y su efecto en la circulación del golfo de México.**

Gabriel Gallegos Diez Barroso, Alejandro Souza Gómez

16:30 – 16:45. **Estudio del cambio en la intensidad de la surgencia en la Plataforma de Yucatán como probable predictor de la contaminación costera.**

Flor Arcega Cabrera, M. E. Gómez-Romero

Panel 2. “Acciones de mitigación de los impactos, consecuencias y conservación de los recursos naturales”

Experto para introducción: Dr. Roberto Sánchez Rodríguez

Coordinador de mesa: Dr. Roger Orellana



3

XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

Relator: Carlos Rosas Vázquez

15:00 – 15:15. **Carbono azul en Yucatán: Adaptación, mitigación y reducción de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático.**

Jorge A. Herrera Silveira

15:15 – 15:30. **La restauración ecológica de ecosistemas como medida de mitigación y adaptación al cambio climático global.**

Pilar Angélica Gómez Ruiz

15:30 – 15:45. **Construyendo puentes para la restauración de dunas costeras en la península de Yucatán.**

Gabriela Mendoza González, Karen H. Mendoza Hernández, Pavel E. Popoca Cruz

15:45 – 16:00. **Conservación y restauración de ecosistemas en Yucatán utilizando a las Bromeliaceae epífitas para el monitoreo de la calidad de los ambientes.**

Cassandra Reyes García, Celene Espadas Manrique

16:00 – 16:15. **Recomendaciones sobre el papel de las selvas tropicales en la mitigación del cambio climático.**

Juan Manuel Dupuy Rada, José Luis Hernández Stefanoni y Carlos Portillo Quintero

16:15 – 16:30. **La producción de miel como estrategia para fomentar la biodiversidad en el estado de Yucatán.**

Alba Rosa Rivera de la Rosa

16:30 – 16:45. **Acciones ambientales y sociales contra el cambio climático en la costa de Sisal, Yucatán.**

María Patricia Guadarrama Chávez, Baruch Mena, Estela Pérez, Eduardo Muñoz, Rosario Acosta, Isaac Chacón, Laura Vidal, Diana de Yta, Nuno Simoes

Panel 3. “Iniciativas de gobernanza y gobernabilidad necesarias para contender el Cambio Climático”

Experto para introducción: Dr. Ramón Pichs

Coordinador de mesa: Mtro. Sergio Aguilar

Relator: Erika Uicab



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15:00 – 15:15. **Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán.**

Alfredo Arias Trinidad, Patricia Yolanda Contreras, Poot, Rodrigo T. Patiño Díaz, Juan C. Chavarría Hernández, Luis C. Ordoñez López, Raúl Chiu Nazará

15:15 – 15:30. **El Poder de Criminalizar el Ecocidio**

Ana Laura Moreno Méndez

15:30 – 15:45. **Acciones referentes al diagnóstico del cambio climático sobre la actividad pesquera y sus repercusiones en la seguridad alimentaria en el puerto de progreso, Yucatán.**

Daniel Armando San Román Ávila, Mariana Delgado García

15:45 – 16:00. **Importancia de la incorporación de una perspectiva de equidad, derechos humanos y justicia social para la instrumentación de política pública y cambio climático.**

Dolores Molina Rosales, Mirna Isela Vallejo Nieto, Wilma Ruíz García y Francisco Gurri- García

16:00 – 16:15. **Políticas y acciones del gobierno en Mérida Yucatán, ante los objetivos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Una mirada al Desarrollo Social y Sostenible de la comunidad para las periferias de la región.**

Martín Uriel Valdez Lima

16:15 – 16:30. **Propuesta para la reglamentación legal en el manejo de las dunas costeras de la península de Yucatán.**

Gabriela Mendoza González, Alejandra Calzada Vázquez Vela, Jaime Villarreal, Carolina Rosales, Fernando Secaira, Calina Zepeda, Melania C. López Castro, Pavel E. Popoca Cruz, Frank Ocaña Borrego

16:30 – 16:45. **Ganadería de precisión regenerativa**

Gregorio Cabrera Bernat

16:45 horas Break

17:00 horas **Panel 1. “Información y estadísticas generados a través de diversas investigaciones del sector académico”**

Experto para introducción: Dra. Amparo Martínez Arroyo

Especialista local: UADY o CICY

Coordinador de mesa: Dr. Alec Torres

Relator: Carolina Leal



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETAY

17:00 – 17:15. **Qué esperar ante el aumento del nivel medio del mar ¿retirada o endurecimiento de la línea de costa?**

Jorge Iván Euán Avila, Jorge Alberto Acosta Hernández

17:15 – 17:30. **Peligros oceanográficos en la costa de Yucatán ante el cambio climático: Oleaje, inundaciones y cambio de línea de costa.**

Christian M. Appendini Albrechtsen, Pablo Ruiz-Salcines, Rodrigo Duran, Reza Marsooli y ASM Alaudin Al Azad

17:30 – 17:45. **Cambio climático y disponibilidad de agua de consumo humano en la zona costera de Yucatán.**

Carlos Zetina Moguel, Roger González Herrera, Roger Méndez Novelo, Javier de Jesús Canto Ríos, Eduardo Ernesto Ordoñez López y Mauricio Alberto Escalante Soberanis.

17:45 – 18:00. **Evaluación de riegos de inundaciones costeras por aguas subterráneas en el caribe mexicano provocadas por el cambio climático.**

José Armando Rendón Juárez, Jorge Adrián Perera Burgos, Rosa María Leal Bautista, Roger Benito Pacheco Castro, Gilberto Acosta González

18:00 – 18:15. **Aplicaciones geoespaciales para el monitoreo de selvas tropicales en el contexto del cambio climático.**

Carlos Portillo Quintero, José Luis Hernández-Stefanoni y Juan Manuel Dupuy

18:15 – 18:30. **Implementación de una red de monitoreo ecohidrológico como herramienta para la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático basada en la naturaleza.**

Jorge M. Uuh Sonda, Bernardo Figueroa-Espinoza, Zulia Sánchez-Mejía

18:30 – 18:45. **Almacenamiento de carbono orgánico en suelo de los humedales de Quintana Roo.**

José Jaime Gómez Ramírez, Mariana Bravo Mendoza, Pamela Herrera Martínez, Eduardo Cejudo

18:45 – 19:00. **Análisis de la generación de compuestos contaminantes en granjas porcícolas del Estado de Yucatán para su aprovechamiento en energías renovables.**

Susan Andrea Arias Argáez, D. Arias Estrella, F.J. Alfaro Espinosa, R.E. Castillo Marrufo

19:00 – 20:00 **SESION DE CARTELES**

Panel 2. “Acciones de mitigación de los impactos, consecuencias y conservación de los recursos naturales”

Experto para introducción: Dr. Roberto Sánchez Rodríguez y Dra. Julia Carabias

Coordinador de mesa: Dr. Roger Orellana

Relator: Dr. Carlos Rosas



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETAY

17:00 – 17:15. **Mérida y el cambio climático: vivienda construida en serie y agricultura urbana.**
Ana Nadal Fuentes, Beatriz Rodríguez-Labajos, Eva Cuerva, Alejandro Josa y Joan Rieradevall

17:15 – 17:30. **Soluciones Sustentables: Transformación de Residuos Sólidos en Materiales Útiles para Infraestructura Urbana en Yucatán, México.**
José de Jesús Vázquez Chabolla

17:30 – 17:45. **Acciones para mitigar los efectos del cambio climático en la producción acuícola de Yucatán.**
Neith Aracely Pacheco López, Elizabeth Gordillo-Cruz y Sergio Valdivia-Rivera

17:45 – 18:00. **Los impactos ambientales en la Economía de Yucatán**
Lilian Albornoz Mendoza

18:00 – 18:15. **Iniciativa empresarial: Coalición Empresarial Contra el Cambio Climático.**
Miguel Carbajal Rodríguez, Karla Amador Baranda, Ángel Abelardo Mayor Ricalde

18:15 – 18:30. **La vulnerabilidad y resiliencia de las comunidades costeras de Yucatán, un reto interdisciplinario e interinstitucional.**
Cuevas-Jiménez A., de Yta-Castillo, D., Vidal-Hernández, L, Paredes-Chi, A. Hernández Herrera, I.

18:30 – 18:45. **Cambio climático, vulnerabilidad, adaptación y resiliencia maya yucateca.**
Mónica Chávez Guzmán

18:45 – 19:00 **Impactos del cambio climático en las aguas subterráneas: revisando el caso del acuífero kárstico de Yucatán**
Arcega-Cabrera, F., Robledo-Ardila, P., Ocegüera-Vargas, I., Lamas Cosío, E. y Álvarez Alonso, R.

19:00 – 20:00 **SESION DE CARTELES**

Panel 3. “Iniciativas de gobernanza y gobernabilidad necesarias para contender el Cambio Climático”

Experto para introducción: Dr. Ramón Pichs
Especialista local: Mtra. Sayda Rodríguez



7

XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

Coordinador de mesa: Mtro. Sergio Aguilar

Relator: Dr. José de Jesús Vázquez Chabolla (propuesta de Salvador VXT)

17:00 – 17:15. **Fomentando la resiliencia urbana en Yucatán: aprendiendo del caso de Mérida.**
Héctor Becerril Miranda

17:15 – 17:30. **De la adquisición de datos a la socialización en tres socioecosistemas costeros del estado de Yucatán: Arrecife Alacranes, Celestún y Sisal.**

Elsa Noreña-Barroso, Deneb Ortigosa, Armando Carmona-Escalante, Karol Granados-Martínez, Jorge Herrera Silveira, Nuno Simões, Alec Freyermuth, Paulo Salles

17:30 – 17:45. **Biocarbón: estrategia integral para la revalorización de residuos urbanos con mitigación del cambio climático e impacto social.**

Erick A. Aguilera Cauich, Roxanna P. Ramírez López, Diana Cabañas Vargas y Julio C. Sacramento Rivero

17:45 – 18:00. **Las Tarjetas de Reporte como herramientas para la toma de decisiones y gestión de Áreas Naturales Protegidas.**

Nuno Simoes, Karol Granados-Martínez, Elsa Noreña Barroso, Deneb Ortigosa, Armando Carmona-Escalante, Jorge Herrera-Silveira, Alec Torres Freyermuth, Paulo Salles Afonso de Almeida

18:00 – 18:15. **Acciones climáticas para la sustentabilidad de Yucatán desde la bioregión y biocultura.**
Mayanin, Sosa-Alcaraz, Regina, Mercado-Bustillos, José F., Sarmiento-Franco

18:15 – 18:30. **La pesca ribereña en tiempos de calentamiento. ¿Cuáles son las consecuencias?**
Jose Luis Carrillo Galáz

18:30 – 18:45 **Promoviendo una alianza entre fundaciones y organizaciones latinoamericanas y caribeñas por el clima:**

Tania Merino Gómez, Rudy Montero Mata, Odalys Aldana Mazorra

18:45 – 19:00. **Sisal, hacia una ciudad sustentable y resiliente**

José Luis Fernández Zayas, Deneb Ortigosa y Paulo Salles

19:00 – 20:00 **SESION DE CARTELES**

20:00 horas **Cierre del día 2**

Día 3 – 25 de octubre

8:30 – 11:30 horas Mesa de trabajo por panel para redacción del manifiesto (ponentes, especialista, relatores, coordinadores de mesas y comité organizador)

11:30 a 13:00 Actividad Simultánea: Mesa redonde con los 4 ponentes magistrales

Coordinadora: M.I.A. Sayda Melina Rodríguez Gómez, secretaria de Desarrollo Sustentable





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

11:30 - 12:30. Reflexiones finales con ponentes magistrales

12:30 - 13:00. Sesión de preguntas

13:00 horas Presentación del manifiesto y clausura

14:00 horas Cierre del evento





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY



PROGRAMA

CARTELES

**Lunes 23 de octubre
12:00 – 16:00**

**Martes 24
12:15 – 13:00 y 19:00 – 20:00**



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY PANEL 1

1. Mérida Net Zero

A. C. Valencia Rosado, R.E. Castillo Marrufo, D. Arias Estrella.

2. Gestión integral de diseño: modelo para prevenir el riesgo hidrometeorológico

Jorge López Ortiz

3. Efecto del cambio climático en la cota de inundación e impacto por tormenta en la costa norte de Yucatán

Gabriela Medellín, Martí Mayor, Christian Appendini, Ruth Cerezo, y José A. Jiménez.

4. Determinación de indicadores de vulnerabilidad en el diseño de rompeolas por efecto del cambio climático

Karina G. Ocaña Espinosa de los M., Manuel Mendoza Grande, Cindy Casas Valencia

5. Evaluación de la inundación en la costa del estado de Yucatán debido al aumento del nivel del mar bajo escenarios de cambio climático, para los años 2050 y 2100

Wilmer Rey Sánchez, Paulo Salles, José Carlos Pintado Patiño, Pablo Ruiz Salcines

6. Acciones para el monitoreo de los forzamientos y respuesta de la línea costa ante el cambio climático en la costa de Yucatán

Alec Torres-Freyermuth, Gabriela Medellín, Gemma L. Franklin

7. Cambio climático en el puerto de sisal: utilizando soluciones basadas en la naturaleza.

Paladio-Hernandez, Alejandro¹, Salles, Paulo^{1,2}, José López González^{1,2}

8. ¿Cómo afecta el cambio climático las lagunas costeras de la península de Yucatán? Caso de la carbonera

Paladio-Hernandez, Alejandro¹, Salles, Paulo^{1,2}, José López González^{1,2}



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV PANEL 2

9. **Impulsores del blanqueamiento del coral en el Arrecife Alacranes.**

Jesús Ernesto Arias-González¹, Aarón Israel Muñiz-Castillo²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.-Unidad Mérida; ²Healthy Reefs Initiative

10. **Percepción social del riesgo al cambio climático: ¿clave para estudiar el comportamiento pro-ambiental?**

María de los Ángeles Milán Salinas

11. **Disminución en poblaciones de abejas derivado de actividad antropomórfica y cambio climático analizando la relación con el impacto en la agricultura y ecosistemas de la península de Yucatán.**

Br. Carlos Alberto Quej Aké

12. **Papel de las poblaciones silvestres de Yucatán, en el mejoramiento de la tolerancia a factores del cambio climático en cultivos agrícolas**

Jorge Santamaría, Gabriela Fuentes, Amaranta Girón, Yessica Bautista, Erick Arroyo, Tiffany Cevallos, Nelly González

13. **Prácticas agroecológicas para fortalecer la resiliencia de agroecosistemas tropicales**

Mariana I Soberanis Poot, José Fidel Rodríguez Tuz, José Tuyub Sosa, Reyes Torres Lugo y Francisco J Solorio.

14. **Bromeliáceas epífitas y su uso como biomonitor en la calidad del ambiente**

Nahleli Civi Chilpa Galván¹, Roberth Armando Us Santamaría¹, Ángel Arturo Medrano Collí, Jessica Marrón García y José Luis Andrade Torres¹

15. **Propuesta para el monitoreo y evaluación de las selvas tropicales secas mediante el análisis dendrocronológico de la vegetación leñosa**

Thalia GonzalezOrtega-Gamboa¹

16. **Huertos urbanos didácticos con especies nativas para la resiliencia ante la sequía en la Península de Yucatán en escuelas de nivel Bachillerato.**



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

Máximo Cancino Gómez

17. **Propuesta de acciones de mejora relacionadas con el estado de salud de tres socioecosistemas costeros en Yucatán**

Armando Carmona-Escalante, Sophie Ávila-Foucat, Nuno Simoes, Elsa Noroña-Barroso, Jorge Herrera-Silveira, Deneb Ortigosa-Gutiérrez, Karol Granados-Martínez, Paulo Salles Afonso de Almeida y Alec Torres Freyermuth

18. **Iniciativas para la conservación de la cacerolita de mar en la península de Yucatán**

Juan José Sandoval-Gío, Héctor Javier Ortiz-León, Gerardo Alfonso Avilés-Ramírez, José Germán Nic Matos y Roberto Zamora-Bustillos

19. **Maricultura como alternativa para la transformación social**

Nicolás Vite García

20. **Microplásticos en Yucatán y acciones para mitigar este nuevo contaminante**

Tania Paulina Gil Cortés, Nayeli Rodríguez Fuentes, José Manuel Cervantes Uc y Gilberto Acosta Gonzales

21. **Construcción de un Índice de Vulnerabilidad Individual ante los efectos del cambio climático en localidades rurales del sureste mexicano**

Wilma Ruiz García, Francisco D. Gurri García, Dolores O. Molina Rosales, Mirna I. Vallejo Nieto.

22. **Potencial de mitigación del cambio climático por la conservación de los manglares de cuatro áreas naturales protegidas de la península de Yucatán, México**

Astrid Helena Huechacona Ruiz, Jorge Alfredo Herrera Silveira, Claudia Teutli-Hernández, Andrea Camacho-Rico, Siuling Cinco-Castro, Heimi Us-Balam y Eunice Pech-Poot

23. **Potencial de restauración de manglares en Yucatán como una solución basada en naturaleza**

Diana Cisneros de la, Claudia Teutli-Hernández, Siuling Cinco-Castro, Helena Huechacona-Ruiz, Juan Mendoza- Martínez, Oscar Pérez-Martínez, Javier Robles-Toral, Israel Flores-Puerto, Frida Castillo-Infante, Teresa Mora-Ortiz, José Luis Cortés-



13

XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETAY

Esquivel, Heimi Us-Balam, Eunice Pech-Poot, Silvia Ramírez-García, Yaxíri Aguilar-López, Lucía Guerra-Cano, Reymundo Ku May, Jahir Morales- Castellanos, Ameyali Moreno Martínez, Jorge Herrera Silveira

24. **Capacidad de almacenamiento y emisiones de carbono evitadas en manglares en proceso de restauración: progreso, Yucatán**

José Luis Cortes-Esquivel, Ameyali Moreno-Martínez, Jorge Herrera-Silveira y Claudia Teutli-Hernández

25. **Efecto de una tormenta tropical atípica (Cristóbal) sobre la condición de manglares en una zona de Dzilam de Bravo, Yucatán.**

Juan E. Mendoza Martínez, Juan Andrés Mauricio y Jorge A. Herrera Silveira

26. **Manglares y eventos ciclónicos**

Juan Enrique Mendoza Martínez

27. **Almacenes de carbono en manglares: Una oportunidad para evitar emisiones a escala local.**

Siuling Cinco Castro, Jorge Herrera Silveira, Claudia Teutli Hernández, Eunice Pech Poot, Heimi Us Balam, Héctor Hernández Núñez, Jorge Montero Muñoz.

28. **Impacto de eventos hidrometeorológicos asociados al cambio climático sobre áreas de manglar en la costa de Yucatán: Dzilam de Bravo**

Mora-Ortiz, Teresita de Jesús; Salles, Paulo; Herrera-Silveira, Jorge A.; Teutli-Hernández, Claudia; López-González, José & Torres-Freyermuth, Alec

29. **Potencial de restauración arrecifal en corales blandos (*gorgoniidae* y *plexauridae*) a través de viveros artificiales**

Baeza-Márquez Dulce, Villegas-Hernández Harold

30. **Cambios estacionales en la distribución y abundancia de la medusa invertida, *Cassiopea xamachana*, en la caleta de xel-há y su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua**

Herrera-Martín Ivanna, Manzanero-Vázquez Eddie, Monroy-López Juan Carlos, Diana Aguilera Rivera, López-Aguilar Korynthia, Villegas-Hernández Harold, Raigoza-Figuera Rodolfo, Pech-Puch Dawrin



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETAY

31. **Cambios anuales en la biomasa y abundancia de peces loros (pisces: scaride) y su relación con la cobertura arrecifal en el contexto del cambio climático**
Monroy-López Juan Carlos, Herrera-Martín Ivanna, Jesus Adrián Couoh Sosa, Pech-Puch Dawrin, Villegas-Hernández Harold
32. **Evaluación preliminar de productos naturales marinos como potenciales tratamientos de enfermedades en corales**
Mariana Paulina Núñez-Pérez, Eloy Ramírez Mata, Eddie Alejandro Manzanero-Vázquez, Rodolfo Raigoza Figueras, Susana Eunice Calva-Pérez, Harold Villegas-Hernández, Dawrin Pech-Puch
33. **Madera transparente, una alternativa de material de construcción en el sureste mexicano con perspectiva sustentable**
David Canto Reyes, Pascual Bartolo Pérez, Milenis Acosta Díaz, Itzel Polanco Ortiz
34. **El manejo del sistema productivo alimentario Maya, economía y política pública: en el contexto del Cambio Climático y un mundo hiper-globalizado.**
Javier Becerril
35. **Posibles efectos del cambio climático en la captura de camarón y jaiba en la ría de Celestún, Yucatán**
Armando T. Wakida-Kusunoki
36. **Manejo y protección de las pesquerías secundarias en la costa de Yucatán: caso de estudio del balá (*Hypanus americanus*, *Chondrichthyes: Dasyatidae*).**
Couoh Sosa Jesus Adrián, Monroy López Juan Carlos, Pech-Puch Dawrin, Villegas-Hernández Harold
37. **Impacto del incremento de la temperatura oceánica en la costa de Sisal-Yucatán, sobre el pulpo rojo *Octopus maya*, una especie de importancia comercial: Secuelas del cambio climático.**
Norma Alejandra Plata-Díaz
38. **Ecofarmacovigilancia de medicamentos caducos**



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez; María Magali Guillen Morales; David Yanez Nava;
Roger Enrique Chan Martínez; Edwin Román Chulin Canul.

39. **Descubriendo historias en la zona costera de Yucatán a partir de registros ambientales y sociales: estratigrafía de sedimentos recientes y herramientas de análisis espacial**

Dr. Misael Díaz Asencio, Gustavo Martín Morales y Elizabeth Álvarez Padilla

PANEL 3

40. **Transformación de granjas porcícolas en agrosistemas productivos**

Antonio Zumarraga y Juan Manuel Márquez

41. **Acciones referentes al diagnóstico de consumo energético en residencias: zona norte y sur del municipio de Mérida, Yucatán**

Carlos Vázquez Encalada, Alfredo Arias Trinidad y Daniel San Román Ávila

42. **Políticas energéticas para viviendas de interés social con clima cálido húmedo a lo largo del siglo XXI con enfoque en cambio climático**

Claudia Eréndira Vázquez-Torres, José Gabriel Hernández Pérez, A. Bassam

43. **Soluciones verdes para la ciudad blanca: implementación de infraestructuras basadas en ecosistemas para mitigación térmica en Yucatán**

Rodrigo Méndez Alonzo

44. **La gobernanza de los sistemas vivos: tejiendo gobiernos conectivos**

Eder J. Noda Ramírez

45. **Retos del diseño de la envolvente arquitectónica asociados al consumo energético y gases de efecto invernadero**

Gabriela de Jesus Bacelis Dorantes y Karen Estrella Martínez Torres

46. **Herramientas digitales para el fomento de acciones de sensibilización que repercutan en la eficiencia energética y disminución del cambio climático**

Ignacio Miguel Luna Medina



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

47. **Acciones de concientización sobre la importancia de la preservación de las plantas locales de Yucatán consideradas como “hierbas malas” para el bien climático, ambiental y cultural**

Joaquín Armando Cámara Rivera

48. **Principios de justicia frente al futuro climático en Yucatán**

Joaquín Eduardo Franco Navarrete, Amarella Eastmond Spencer,
Rodrigo T. Patiño Díaz

49. **Descarbonización por medio de la eficiencia energética en los edificios**

María Milagrosa del Carmen Pérez Sánchez

50. **Acciones y buenas prácticas para uso eficiente de la energía en la búsqueda de la satisfacción térmica y la reducción del costo del recibo de luz en la península de Yucatán**

M. Jiménez Torres, O. May Tzuc, Jorge Chan

51. **El reconocimiento de la naturaleza como sujeto especial de protección ante los problemas socioambientales del modelo actual de desarrollo en el contexto del cambio climático**

Maritza Julieta Pirez Rendon

52. **Una transición socioecológica justa para la región biocultural de Yucatán**

Rodrigo T. Patiño Díaz, Jazmín Sánchez Arceo, Ivet Reyes Maturano

53. **Uso de súper absorbentes para aumentar la supervivencia de árboles de restauración / reforestación y optimizar la captura de carbono**

Salvador Elías Castell González

54. **Geo-inteligencia para el fortalecimiento de los mercados climáticos voluntarios subnacionales y el nuevo Sistema de Comercio de Emisiones en México**

Wilberth Jesús Peniche

55. **El sector salud y el cambio climático**

Yolanda Campos-Uscanga, Vianey Guadalupe Argüelles-Nava, Kassandra Rosas-Campos





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

RESUMENES

PANEL 1

Presentaciones orales

1. Variación espacial de la severidad del cambio climático en la península de Yucatán

Romero, David, Martín Muñoz de Cote, Gerardo Antonio
ENES Mérida UNAM

Desde el Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC en 2014, se han utilizado las Rutas de Concentración Representativa (RCP) para representar la concentración futura de gases de efecto invernadero y estimar el cambio climático. Estos escenarios establecen un periodo de referencia de 1970 a 2005, y de 2006 en adelante los datos climáticos dependen de los RCP. En este contexto, comparamos las series temporales de lluvias de RCP 4.5 y 8.5 producidas por diferentes modelos regionales de circulación (CORDEX-NA) con las observaciones mensuales de precipitación de CHIRPS en la península de Yucatán. El estadístico utilizado para la comparación fue el índice de eficiencia de Kling-Gupta, pues cuantifica y compara la similitud entre las observaciones y predicciones. Los resultados indican que, en el noroeste de la península, RCP 4.5 se ajusta mejor a las precipitaciones ocurridas entre 2006 y 2022. Por otro lado, RCP 8.5 muestra las predicciones más cercanas en el oriente y el sur de la península. Se sugiere, entonces, que estos escenarios podrían ser los más adecuados para predecir la evolución de las condiciones climáticas en el futuro cercano en cada región. Es importante tener en cuenta que estos resultados se basan en datos estimados y modelos. El cambio climático es un fenómeno complejo y los resultados pueden variar dependiendo de los datos de referencia, los modelos y los métodos de análisis. Por lo tanto, es fundamental que estos se actualicen para comprender mejor cómo el cambio climático afectará a la península de Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

2. Cambios en la franja de condensación de humedad en la península de Yucatán por el calentamiento global

Mario Castelán Lorenzo¹

¹Academia de Meteorología. Área de Agronomía. Universidad Autónoma Chapingo.
Carretera México-Texcoco, Km. 38.5. C. P. 56230. E-Mail: mcastelanl@chapingo.mx

El objetivo del presente trabajo fue estimar la franja de condensación de humedad de tres lugares clave de la Península de Yucatán, con información climatológica disponible de dos periodos de tiempo. Al compararlos se encontraron aumentos en la temperatura media y, por consiguiente, evidencias de cambio en la altitud de condensación de humedad. Por ejemplo, en Mérida, Yucatán, para el periodo 1981-2000 con una temperatura media de 25.2 °C la franja era de 308 a 862 m de altura, con un aumento de 1.1 °C la franja se desplazó a una altura de 523 a 1246 m. La magnitud del problema que se generaría si la temperatura llegara a los parámetros establecidos por el IPCC, afectará negativamente a la biodiversidad, pero igualmente a la sociedad en general. Por ello, es importante implementar algunas medidas de mitigación para amortiguar los efectos, en este caso la conservación y restauración de los bosques tropicales que son los responsables de una buena parte de las lluvias que ocurren en todo el mundo, puesto que aportan grandes cantidades de agua a la atmósfera por la transpiración. Pero, además, reforestar a gran escala las regiones que eran selváticas para no alterar el ciclo hidrológico y recargar los ríos atmosféricos; de lo contrario, es de esperarse que el desequilibrio en el ciclo tendrá implicaciones ambientales negativas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

3. Acciones de monitoreo e investigación de emisión y concentración de co2, temperatura y humedad en puntos críticos de la ciudad de Mérida Yucatán.

Lucero P. Damián Adame¹

¹Universidad Politécnica de Yucatán, Carretera Mérida-Tetiz, Km. 4.5, Ucú, Yucatán 97357, Mexico; lucero.damian@upy.edu.mx, coordinación.robotica@upy.edu.mx

En comparación a 2010, la población en Mérida Yucatán creció un 19.8% según datos del portal de economía del gobierno de México. Junto con el crecimiento poblacional se acompaña el crecimiento económico, transporte, industria, educación y demás áreas productivas y económicas. Toda esta actividad incrementa sin duda también las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO2.

La tecnología ha madurado lo suficiente como para producir resultados confiables y puede ponerse en funcionamiento a favor del monitoreo de parámetros de este tipo de gases, para ayudar a tomar decisiones sobre las acciones necesarias a fin de reducir, gestionar y/o incluso mitigar las fuentes de éstos mismos. Aunado al desarrollo tecnológico, las universidades especializadas en estos rubros encuentran atractivo el abordamiento de problemas utilizando la base tecnológica. Por lo anterior, se proponen las siguientes acciones.

- a) Diseño de una red de sensores, y sistema de monitoreo de velocidad y dirección de viento, así como la localización de puntos estratégicos de recolección de las mediciones. Con objeto de obtener información confiable de los niveles de CO2, método llamado “de arriba hacia abajo”.
- b) Puesta en marcha del monitoreo de las redes de sensores y barómetros. Creación de la base de datos, comparación con la base de datos actual (si la hay, “método de abajo hacia arriba”) y estimación de la cantidad de CO2 generada localmente.
- c) Realizar análisis de pronósticos y de proyección con base a la información obtenida, pero principalmente con base a los objetivos de gestión de este tipo de gases.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

4. Islas de calor por efecto del cambio de uso de suelo asociado al crecimiento poblacional en la Península de Yucatán, México.

Nayeli A. Patlán-García¹, Ma. Eugenia Allende-Arandía², Erika D. López-Espinoza³

¹ Facultad de Ciencias, UNAM

² Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería, UNAM

³ Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático, UNAM

El ser humano deja cierta huella en el planeta pues su influencia en el medioambiente causa un impacto en los recursos ecosistémicos por medio de factores transformadores como es el cambio de uso de suelo (CUS). Estos factores son derivados de las actividades antropogénicas, mismas que tienen un impacto directo en las condiciones meteorológicas. A partir de los resultados obtenidos se ha llegado a la conclusión de que: (a) estos estudios no sólo debería de estar asociado al crecimiento poblacional sino también al CUS asociado a las actividades económicas (agricultura, ganadería, deforestación), (b) considerar más escenarios de CUS y analizar otras variables que puedan servir como indicadores de cambio, (c) se sugiere el análisis de flujos de calor, la interacción superficie-atmósfera, efecto de la rugosidad, patrones de precipitación y composición atmosférica, (d) es prioritario el manejo costero integrado para asegurar el bienestar socio-ecológico y un desarrollo sostenible local y regional, (e) los tomadores de decisiones deberán considerar los impactos del CUS en las variables atmosféricas, para que el sistema responda de manera adecuada a estos cambios y no como eventos extremos que tengan consecuencias negativas, (f) los planes de ordenamiento territorial deberán considerar y estimar los posibles impactos frente a una rápida urbanización. El estudio de los impactos ecosistémicos es una necesidad socioeconómica, política y ambiental, puesto que al reconocer los riesgos que podrían ocurrir a futuro en la dinámica atmosférica y las consecuencias ambientales asociadas, hace imprescindible tomar acciones, gestionando y planificando adecuadamente el US en la región.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

5. ¿Por qué debemos de monitorear la acidificación marina y evaluar sus potenciales efectos en los ecosistemas costeros y marinos de la Península de Yucatán?

Daniel Pech¹, Martín Hernández-Ayón²

¹ Laboratorio de Biodiversidad Marina y Cambio Climático (BIOMARCCA), El Colegio de la Frontera Sur, 24500, Lerma, Campeche; ² Departamento de Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas, CP, 22860, Ensenada, BC, México.

La acidificación marina, causada por la absorción del CO₂ antropogénico en océano, es una amenaza invisible para la productividad de los ecosistemas marinos y para la seguridad alimentaria y económica costera. La disolución del CO₂ en el océano reduce la disponibilidad del carbonato, que es un componente fundamental para que los organismos como los gasterópodos, bivalvos o arrecifes de coral puedan formar su conchas o exoesqueletos protectores, pero también puede afectar la supervivencia larvaria de especies comerciales y no comerciales causando pérdidas económicas y laborales aún no conocidas en la península de Yucatán. Desde el 2018 iniciamos los esfuerzos para construir capacidades de análisis y monitoreo de la acidificación marina en el sur del Golfo de México y las evidencias que se ha generado nos han llevado a la reflexión de 1) la necesidad de aumentar las capacidades de personal y de infraestructura para el monitoreo; 2) la necesidad de divulgar y crear conciencia de los potenciales efectos de la acidificación marina; 3) de proponer el monitoreo de la acidificación marina y el análisis de sus potenciales efectos en seguridad económica y alimentaria como un problema prioritario a ser financiado; y 4) la necesidad de incluir el tema en las agendas estatales de la Península de Yucatán.





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY



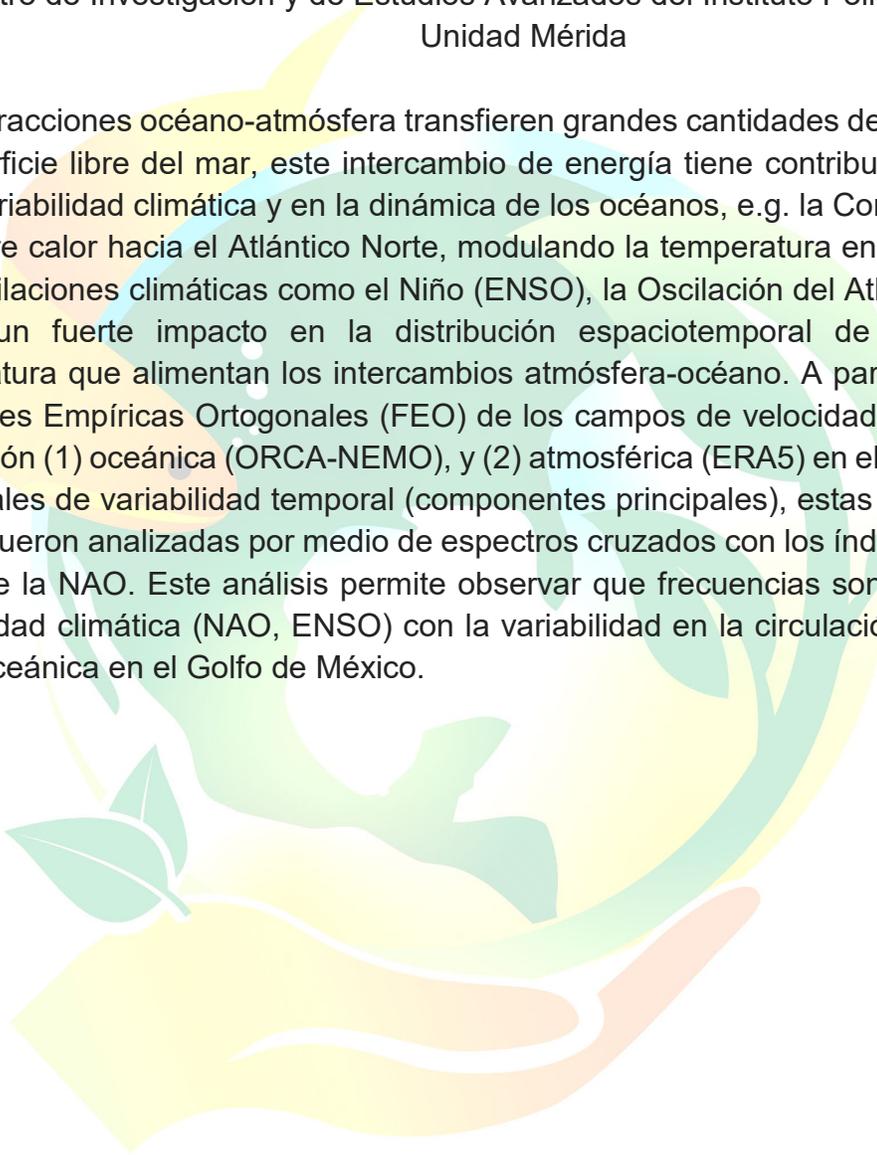
XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

6. Oscilaciones climáticas y su efecto en la circulación del golfo de México

Gabriel Gallegos Diez Barroso¹, Alejandro Souza Gomez¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida

Las interacciones océano-atmósfera transfieren grandes cantidades de energía a través de la superficie libre del mar, este intercambio de energía tiene contribuciones significativas en la variabilidad climática y en la dinámica de los océanos, e.g. la Corriente del Golfo que transfiere calor hacia el Atlántico Norte, modulando la temperatura en el norte de Europa. Las oscilaciones climáticas como el Niño (ENSO), la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), tienen un fuerte impacto en la distribución espaciotemporal de los gradientes de temperatura que alimentan los intercambios atmósfera-océano. A partir de un análisis de Funciones Empíricas Ortogonales (FEO) de los campos de velocidad de dos modelos de circulación (1) oceánica (ORCA-NEMO), y (2) atmosférica (ERA5) en el GoM, se obtuvieron las señales de variabilidad temporal (componentes principales), estas señales (corriente y viento) fueron analizadas por medio de espectros cruzados con los índices tanto del ENSO como de la NAO. Este análisis permite observar que frecuencias son compartidas por la variabilidad climática (NAO, ENSO) con la variabilidad en la circulación tanto atmosférica como oceánica en el Golfo de México.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

7. Estudio del cambio en la intensidad de la surgencia en la Plataforma de Yucatán como probable predictor de la contaminación costera.

F. Arcega-Cabrera¹♦, M. E. Gómez-Romero²♦

¹ Unidad de Química en Sisal, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Puerto de Abrigo s/n, Sisal, 97355, Yucatán, México

² Posgrado en Oceanografía Costera de la Universidad Autónoma de Baja California. Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana sn CP22860 Ensenada, Baja California, México.

La calidad del agua en la zona costera es resultado de diversos factores hidrodinámicos e hidroquímicos que a su vez están relacionados con la variabilidad climática de la zona. La calidad del agua tiene un efecto significativo en actividades como la pesca, turismo y la parte socioambiental en general. Uno de los factores relevantes en la dispersión, transporte o acumulación de contaminantes epicontinentales en la zona costera son las corrientes, entre ellas, las surgencias. En la Plataforma de Yucatán se presenta lo que se conoce como afloramiento o surgencia marina, la cual es la presencia de masas de agua subsuperficiales en la superficie del océano. Estas masas de agua se caracterizan por ser agua de menor temperatura y rica en nutrientes. En el presente estudio se identificó la capacidad de dispersión/acumulación de contaminantes antropogénicos utilizando como trazador a la cafeína, un contaminante emergente. Se observó que en los meses de surgencia intensa se presentó una dilución y/o de dispersión. En contraparte, en eventos de surgencias débiles podría existir una acumulación de contaminantes en las aguas costeras. Dado que el océano y la atmósfera se encuentran estrechamente relacionados, es necesario estudiar los efectos que tendría el cambio climático en las variaciones de estas corrientes, por lo que se sugiere contar con programas estacionales o anuales de monitoreo de las masas de agua (presencia e intensidad de la surgencia costera) y de trazadores de contaminación antropogénica (cafeína) lo cual, eventualmente permitirá predecir la calidad del agua costera ante diferentes escenarios de cambio climático coadyuvando con ello al mejor entendimiento de sus efectos en el socioambiente.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

8. Qué esperar ante el aumento del nivel medio del mar ¿retirada o endurecimiento de la línea de costa?

Jorge Iván Euán Avila y Jorge Alberto Acosta Hernández

Unidad Mérida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav-IPN)

Prevenir y/o adaptarse a las nuevas condiciones creadas por el aumento global de la temperatura en las zonas costeras, en particular el derivado del aumento progresivo del nivel del mar, requiere de estimaciones de los efectos sobre el medio natural, la infraestructura y las propiedades. El perfil topo-batimétrico de la costa en la Península de Yucatán está caracterizado por una pendiente muy suave y áreas con elevaciones en las islas de barrera y humedales menores de 2m sobre el nivel medio del mar. Estas características hacen que humedales, dunas y playas sean susceptible a inundaciones a los eventos episódicos como las mareas de tormenta generadas por los “nortes” y los huracanes, y en el largo plazo por estresores como el aumento del nivel del mar. Perfiles topográficos de la costa tomados de modelos digitales de elevación y datos de campo fueron utilizados para estimar la pendiente del terreno. Datos de las tasas de elevación del mar fueron tomados de mediciones satelitales en el Golfo de México y del mareógrafo del puerto de Progreso, Yucatán. Los resultados fueron utilizados para estimar ante los escenarios del Panel Intergubernamental de Cambio Climático los posibles retrocesos de la línea de costa y sus afectaciones.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

9. Peligros oceanográficos en la costa de Yucatán ante el cambio climático: Oleaje, inundaciones y cambio de línea de costa

Christian Appendini¹, Gabriela Medellín¹, Alec Torres-Freyermuth¹, Ruth Cerezo¹, Gemma L. Franklin², Wilmer Rey Sánchez², Pablo Ruiz-Salcines³, Paulo Salles, Martí Mayor^{1,4}, José A. Jiménez⁵, Rodrigo Duran^{6,7}, Reza Marsooli⁸, ASM Alauddin Al Azad⁸, José Carlos Pintado Patiño⁹

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Unidad Académica Sisal del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; ²CONAHCYT- Universidad Nacional Autónoma de México; ³Centre for Climate Change, Geography Department, Universitat Rovira i Virgili, España; ⁴Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, España; ⁵Universitat Politècnica de Catalunya, 08034 Barcelona, España; ⁶National Energy Technology Laboratory, EEUU; ⁷Theiss Research, EEUU; ⁸Stevens Institute of Technology, EEUU; ⁹ENES-UNAM, Unidad Mérida.

Los peligros oceanográficos asociados con los impactos del cambio climático en la costa de Yucatán representan un grave riesgo al desarrollo en la zona costera, el cual también afecta la resiliencia costera. En el Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros del Instituto de Ingeniería en Sisal, Yucatán, hemos realizado estudios diversos para abordar estos peligros y fortalecer la resiliencia costera en la región. Entre los trabajos que hemos realizado están los trabajos de caracterización del oleaje y el cambio climático tanto en el clima medio como en el clima extremo, a fin de evaluar su efecto sobre el diseño de estructuras marítimas, inundación y erosión. Estos estudios utilizan los Modelos de Circulación General para forzar modelos de oleaje, así como para derivar ciclones tropicales sintéticos que permitan determinar la probabilidad del oleaje normal y extremo bajo condiciones climáticas actuales y futuras. Los resultados destacan la importancia de considerar climas de olas no estacionarios en la planificación y diseño de la infraestructura costera. Aunado al oleaje, hemos estudiado el efecto del cambio climático en la cota de inundación y el impacto por tormenta en diversas comunidades costeras de Yucatán. Utilizamos escenarios de cambio climático del CMIP6 para proyectar inundaciones en la costa noroeste, identificando poblados vulnerables. Combinando capas de mapas de inundación con datos censales, analizamos la exposición de las comunidades. Para la zona de Sisal, hemos realizado estudios de las cotas de inundaciones y rebase de oleaje usando el oleaje derivado del modelo PRECIS forzado con el escenario RCP 8.5 del CMIP5, cuyos



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

resultados se utilizaron para calcular el rebase de oleaje utilizando mediciones topobatemétricas de alta resolución. Los resultados muestran la importancia de las características geomorfológicas y la conservación del sistema playa-duna en la resiliencia costera. Asimismo, abordamos el monitoreo de la línea de costa y su respuesta al cambio climático por medio de productos satelitales con mediciones in situ para evaluar tendencias y variaciones en la costa de Yucatán. Estos resultados fundamentan acciones de mitigación y proporcionan información útil para la gestión costera. Nuestro enfoque estudiando desde el oleaje hasta el cambio de línea de costa ofrece un panorama de los desafíos climáticos en la costa de Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

10. Cambio climático y disponibilidad de agua de consumo humano en la zona costera de Yucatán

Carlos Zetina Moguel¹, Roger González Herrera¹, Roger Mendez Novelo¹, Javier de Jesús Canto Ríos¹, Eduardo Ernesto Ordoñez Lopez¹ y Mauricio Alberto Escalante Soberanis¹.

¹ Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Yucatán.

Los incrementos en el nivel medio del mar afectan la disponibilidad del agua en las costas de la plataforma kárstica del norte de Yucatán, en el contexto de un incremento en el nivel del mar debido al cambio climático es previsible que se produzcan cambios en el espesor del acuífero disminuyendo la disponibilidad de agua para consumo humano en la zona costera. Ante esta perspectiva es conveniente analizar opciones de suministro de agua a las comunidades humanas de la zona norte de Yucatán, considerando las necesidades de consumo doméstico, actividades agrícolas y procesos industriales. Algunas opciones son la captación, el bombeo de agua subterránea desde puntos de suministro cada vez más alejados de la costa, la desalinización y el reciclamiento. Es conveniente realizar el análisis desde la perspectiva del consumo de energía (m³/Kwh) necesario para producir diferentes cantidades y calidades de agua de consumo humano, así como aspectos tecnológicos y de infraestructura. El campus de Ciencias Exactas e Ingeniería cuenta con un campo experimental de pozos que pueden ser usados para monitorear las variaciones y cambios en la interfase salina del acuífero, de igual manera se cuenta con un laboratorio de Ingeniería Ambiental y especialistas en el área de energías renovables que pueden proponer sistemas energéticos híbridos para las diferentes etapas del tratamiento y la gestión del agua en la zona costera de Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

11. Evaluación de riegos de inundaciones costeras por aguas subterráneas en el caribe mexicano provocadas por el cambio climático.

José Armando Rendón Juárez ¹, Jorge Adrián Perera Burgos ², Rosa María Leal Bautista ¹, Roger Benito Pacheco Castro ³, Gilberto Acosta González ¹.

¹ Unidad de Ciencias del Agua - Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). CONAHCYT. Calle 8, No. 39, Mz. 29, S.M. 64, C.P. 77524, Cancún, Quintana Roo, México; ² Investigador por México CONAHCYT, Depto. de Ingeniería en Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato; ³ Investigador por México CONAHCYT, Unidad Académica Sisal, Instituto de Ingeniería, UNAM.

El estado de Quintana Roo, México, es uno de los destinos con mayor demanda turística del país, con una alta densidad poblacional y tasas de crecimiento exponencial en ciudades como Playa del Carmen. Las comunidades costeras en esta área son altamente vulnerables al aumento del nivel del mar debido a su ubicación geográfica e infraestructura comercial/residencial de alto valor en zonas de baja altitud (entre 1-2 msnm). Debido a estas vulnerabilidades proyectadas por la amenaza de inundaciones costeras, se realizó una evaluación del riesgo de inundaciones por aguas subterráneas considerando el aumento del nivel del mar, la variación de la precipitación y evapotranspiración causadas por el aumento de temperatura, debidas al cambio climático a lo largo de la franja costera de los municipios Tulum, Solidaridad, y Puerto Morelos, mediante el empleo de simulaciones numéricas del acuífero noreste de Quintana Roo. Los resultados obtenidos representan un primer esfuerzo hacia el estudio de vulnerabilidad que afrontan las comunidades costeras mexicanas sobre la severidad de la extensión de zonas potencialmente inundables a causa de este fenómeno y su impacto sobre la población, este modelo permite a futuro evaluar el riesgo aunando el potencial abatimiento del acuífero causado por el crecimiento poblacional, y de migración forzada, como base para el desarrollo de estrategias de mitigación y/o adaptación para las poblaciones costeras de Quintana Roo.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

12. Aplicaciones geoespaciales para el monitoreo de selvas tropicales en el contexto del cambio climático

Carlos Portillo-Quintero¹; José Luis Hernandez-Stefanoni² y Juan Manuel Dupuy².

¹ Departamento de Manejo de Recursos Naturales, Texas Tech University, Lubbock, TX.

² Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY).

La mitigación del cambio climático depende directamente de la capacidad que tenga la sociedad de reducir efectivamente las emisiones de carbono y a la vez incrementar los sumideros a nivel global y local. En ese sentido, el monitoreo de emisiones y secuestro de carbono es necesario en el diseño de estrategias de manejo. Las selvas tropicales actualmente representan el 25-30% de los sumideros de carbono a nivel global. En Yucatán, las selvas cubren el 72% del territorio del estado y las áreas naturales protegidas cubren el 17.6% del territorio. La preservación de las selvas maduras o primarias presentes en la red de áreas protegidas de Yucatán es una tarea necesaria para el mantenimiento de sus funciones como sumideros y para la conservación de su biodiversidad. En esta ponencia, proponemos la aplicación de tres tecnologías geoespaciales como herramientas para el monitoreo local de la dinámica ecológica de las selvas en áreas protegidas del estado: a) el análisis de series temporales de imágenes satelitales para la detección de cambios de cobertura forestal y el monitoreo de la fenología vegetal; b), la utilización de datos de LiDAR para la identificación individual de árboles y el monitoreo demográfico o poblacional de especies vegetales; y c) el uso de imágenes de alta resolución espectral y espacial para el monitoreo de tipos funcionales de vegetación y la detección de perturbaciones estructurales (claros, efectos de borde, etc). Estas herramientas permiten generar información útil para mejorar las estimaciones de los flujos de carbono en áreas naturales protegidas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

13. Implementación de una red de monitoreo ecohidrológico como herramienta para la toma de decisiones sobre la mitigación del cambio climático basada en la naturaleza

Jorge M. Uuh-Sonda¹, Bernardo Figueroa-Espinoza^{2,3}, Zulia Sánchez-Mejía^{1,3}

¹Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON); ²Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (II-UNAM); ³Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC).

La pérdida de cobertura vegetativa en vastas regiones del planeta (por variabilidad climática y efecto antropogénico), afecta la productividad global de los ecosistemas al disminuir su capacidad de asimilación de dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera, así como de la interceptación y almacenaje de humedad superficial o subterránea. El estado de Yucatán aún posee grandes extensiones de áreas forestales con poca perturbación y fragmentación, ofreciendo grandes posibilidades para su conservación, su empleo como solución basada en la naturaleza para la mitigación del cambio climático, y el estudio de las dinámicas ecohidrológicas de la región. Desde el 2016, nuestro grupo de trabajo ha instalado e instrumentado dos sitios de monitoreo ecohidrológico en Yucatán, una en la selva baja de la Reserva Estatal El Palmar, y otra en un manglar de cuenca al interior de una zona de conservación voluntaria del Ejido Sisal. Estos sitios emplean una técnica conocida como covarianza de vórtices que ofrece la posibilidad de un monitoreo continuo de los flujos verticales entre el ecosistema y la atmósfera, de gases de efecto invernadero (GEIs) como vapor de agua y CO₂ (también es posible monitorear metano), así como de la variabilidad de controles medioambientales como la precipitación y la temperatura. Ampliar los sitios monitoreados, sobre todo al sur del estado y/o sitios urbanos, nos ofrecería la posibilidad de evaluar, sobre un gradiente ecológico y a un corto y mediano plazo, tanto las dinámicas temporales (GEIS y variables ambientales), como el papel de estos socio-ecosistemas en la emisión/asimilación de CO₂.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

14. Almacenamiento de carbono orgánico en suelo de los humedales de Quintana Roo

José Jaime Gómez Ramírez^{1,3}, Mariana Bravo Mendoza², Pamela Herrera Martínez¹, Eduardo Cejudo³.

¹Universidad Politécnica de Quintana Roo; ²Consultora Independiente; ³CONAHCYT – CICY, Unidad de Ciencias del Agua

El CO₂, por su incesante incremento en la atmósfera se le considera el principal gas responsable del cambio climático, ocasionando que la comunidad científica se enfoque en la búsqueda de acciones que reduzcan sus causas y aminoren sus efectos. Es prioritario proteger e incentivar el almacenamiento del carbono atmosférico en los ecosistemas, especialmente en humedales por su mayor potencial comparado con ambientes terrestres. En este trabajo cuantificamos el carbono orgánico (Corg) en suelo superficial (10 cm) de ocho complejos de humedales del norte de Quintana Roo. El Corg fue muy variable entre sitios y entre tipos de humedal. El promedio general de los ocho complejos fue 33.8%C (± 24.11 d.e.). Isla Contoy registro el menor promedio con 29.2%C (± 31.72 d.e.) equivalente a 259.88 kg C/m³ mientras que la Playa Tortuguera X'cachel-X'cachelito presento el mayor con 68 %C (± 18.03 d.e.) equivalente a 142.8 kg C/m³ ambos con una vegetación dominante de manglar y un tipo de fisonomía arbórea dominante. Respecto a la estructura de la vegetación según la fisonomía, los humedales arbustivos obtuvieron el menor promedio con un 27.5%C (± 20.4 d.e.) 118.25 kg C/m³ mientras que los humedales arbóreos registraron el mayor con 37.5%C (± 25 d.e.) con 176.25 kg C/m³. Con estos resultados preliminares proponemos continuar con la cuantificación de los almacenes de carbono de la región para saber en qué condición se encuentran los humedales, priorizar los esfuerzos de conservación y preservación, actualizar planes de manejo de humedales y concientizar a las comunidades, iniciativa privada y gobierno sobre su importancia.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15. Análisis de la generación de compuestos contaminantes en granjas porcícolas del Estado de Yucatán para su aprovechamiento en energías renovables.

S.A. Arias Arguez¹, D. Arias Estrella. ¹ F.J Alfaro Espinosa. ¹

R.E. Castillo Marrufo. ¹

¹Servicios de ingeniería u consultoría ambiental SCP

El manejo inadecuado de la excreta porcina conlleva a la contaminación del medio ambiente, debido a que estos desechos contienen abundantes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio, así como gases de descomposición gases amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y dióxido de carbono. En Yucatán, se estima que las granjas generan anualmente cerca de 25,000,000 ton/CO₂ eq. gases de efecto invernadero (GEI). En la actualidad, en la mayoría de las granjas solo llevan a cabo la quema del biogás, lo cual reduce las emisiones contaminantes, pero se desaprovecha el potencial energético presente. Además, no se tiene certeza sobre la cantidad emisiones de GEI generadas, las estimaciones se basan en modelos predictivos.

En este contexto, se analizó la generación de emisiones en la actividad porcícola, que como resultado de dicho análisis, se proponen acciones a corto, mediano y largo plazo con el fin de reducir de manera significativa las emisiones de GEI: 1) Realizar monitoreos continuos de las emisiones GEI mediante el uso de equipos precisos de medición; 2) Adoptar fuentes de energía renovable, como la cogeneración y la energía fotovoltaica, para abastecer las operaciones de las granjas; 3) Implementar la producción de hidrógeno verde a partir del reformado con vapor de agua del biometano.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

PANEL 1

Carteles

1. Mérida Net Zero

A. C. Valencia Rosado ¹, R.E. Castillo Marrufo¹, D. Arias Estrella. ¹

¹Servicios de ingeniería u consultoría ambiental SCP

La transición a un mundo con cero emisiones supone uno de los mayores retos a los que se ha enfrentado la humanidad. Nos exige, ni más ni menos, que se produzca una completa transformación del modo de producir, consumir y trasladarnos. El sector de transporte constituye un 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero en la actualidad y encierra la clave para evitar los peores efectos del cambio climático. La electromovilidad es un concepto clave en esta transición, por lo que, en esta presentación se demostrarán los resultados obtenidos de una comparación entre el proyecto de implementación IETRAM contra los autobuses convencionales que utilizan combustible de productos derivados de combustibles fósiles en el municipio de Mérida, Yucatán, mediante un análisis de las emisiones GEI de las actividades contempladas para su llegada, operación y mantenimiento. El proyecto representa una mitigación de hasta 11,592.4 toneladas de CO₂ equivalentes por año. Lo cual en 10 años representara la absorción de 579,620 árboles. Como resultado de dicho análisis, se proponen acciones a corto, mediano y largo plazo con el fin de reducir de manera significativa las emisiones de GEI y de esta manera promover el Net zero para emisiones generadas: 1) La implementación de una planta solar para la alimentación energética en operación representa una estrategia altamente efectiva en la reducción de las emisiones de gases contaminantes. 2) promover el uso del sistema y conectividad en zonas de llegada para disminuir tiempos de espera.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

2. Gestión integral de diseño: modelo para prevenir el riesgo hidrometeorológico

Jorge López Ortiz*

*Universidad Autónoma de Yucatán

El paso de tormentas tropicales y fenómenos hidrometeorológicos sobre ciudades costeras tiene efectos sobre los modos de vida de la población, quienes coexisten en entornos vulnerables, sistemas e infraestructuras y programas de gestión del riesgo son rebasados por el fenómeno y su relación con el territorio. La gestión del riesgo, desde el enfoque de prevención, requiere estrategias integrales, que tomen como eje central la complejidad de los entornos naturales y su capacidad de reducir el impacto que los fenómenos hidrometeorológicos generan sobre las poblaciones urbanas. La capacidad de preparación y respuesta ante amenazas hidrometeorológicas, requiere la inclusión de la sociedad y de identificar grupos vulnerables para establecer estrategias diferenciadas de prevención en el territorio, para consolidar decisiones cuyo alcance sea la mitigación del riesgo. Dentro de la planificación de una ciudad costera, el diseño de un modelo de prevención integral de riesgos, permite consolidar estrategias de mitigación que generen entornos urbanos habitables y herramientas de decisión para comunidades expuestas. El modelo comprende la caracterización del riesgo en el territorio urbano a través de mapas con sustento en sistemas de información geográfica, el análisis de las condicionantes que exponen al territorio, las capacidades y vulnerabilidades de las comunidades que lo habitan, asimismo, lineamientos de aplicación e instrumentación del modelo, procesos de evaluación y retroalimentación como un ciclo que deconstruye el riesgo. El modelo de decisión desarrollado para una ciudad costera establece indicadores para que la gestión urbana se consolide, a través de fases integrales, lo que permite establecer rutas adecuadas para la toma de decisiones con base en las necesidades sociales, para generar nuevas políticas de mitigación ante los riesgos tanto cotidianos como los extraordinarios.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

3. Efecto del cambio climático en la cota de inundación e impacto por tormenta en la costa norte de Yucatán

Gabriela Medellín¹, Martí Mayor^{1,2}, Christian Appendini¹, Ruth Cerezo¹, y José A. Jiménez³

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Unidad Académica Sisal del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México; ²Universitat de Barcelona, 08028 Barcelona, España ³Universitat Politècnica de Catalunya, 08034 Barcelona, España

En este trabajo se investigó el efecto del cambio climático en la cota de inundación y el impacto por tormenta en cuatro comunidades costeras de Yucatán con distintas características morfológicas y distinto grado de antropización. Para esto se caracterizó la geomorfología de cada sitio realizando mediciones topobatómicas desde la duna hasta una profundidad de 10 m. Utilizando estas mediciones, la cota de inundación se estimó mediante un downscaling numérico a partir de datos de reanálisis de oleaje de 25 años generados a partir de campos de viento del modelo climático regional PRECIS (Providing REgional Climates for Impacts Studies) asociados a condiciones actuales (1980-2004) y futuras (2030-2054) de acuerdo al escenario de cambio climático RCP 8.5. Las series temporales multianuales de cota de inundación resultantes y las características geomorfológicas de cada sitio, permitieron evaluar el impacto por tormenta para distintos periodos de retorno. A pesar de que las condiciones de oleaje a 10 m de profundidad son similares a lo largo de la costa norte de Yucatán, la cota de inundación y el impacto por tormentas muestran diferencias entre los distintos sitios, las cuales dependen principalmente de sus características geomorfológicas (pendiente de la zona de rompientes, barras sumergidas, berma, duna), resaltando la importancia de la conservación del sistema playa-duna. Por otra parte, los resultados sugieren que no hay cambios significativos en el impacto por tormenta asociado a condiciones de oleaje actuales y futuras en el área de estudio a menos que se considere el incremento en el nivel medio del mar.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

4. Determinación de indicadores de vulnerabilidad en el diseño de rompeolas por efecto del cambio climático

Karina G. Ocaña Espinosa de los M.¹; Manuel Mendoza Grande¹; Cindy Casas Valencia¹

¹ Instituto Mexicano del Transporte.

En este trabajo, se realizó la evaluación del impacto del incremento del nivel del mar por efecto de cambio climático en el diseño de los rompeolas, donde se contemplaron las condiciones normales de diseño para un rompeolas, y se compararon con diferentes escenarios para cuatro distintos valores de incremento del nivel del mar asociados al cambio climático. Se analizó cómo impacta cada uno de los incrementos del nivel del mar en el diseño de elementos de coraza y se realizó la comparación para 4 puntos de control en un rompeolas. Se revisó el efecto que tienen los diferentes niveles del mar debidos a cambio climático en las condiciones de diseño y el grado de impacto esperado en un rompeolas, lo anterior se realizó obteniendo una serie de indicadores que se utilizaron para determinar la vulnerabilidad a la que quedan expuestas estas estructuras a los efectos del cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

5. Evaluación de la inundación en la costa del estado de Yucatán debido al aumento del nivel del mar bajo escenarios de cambio climático, para los años 2050 y 2100

Wilmer Rey Sánchez^{1,2}, Paulo Salles², José Carlos Pintado Patiño³, Pablo Ruiz Salcines²,
¹Conahcyt,

²Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros (LIPC) - Instituto de Ingeniería (II)-UNAM

³ENES-UNAM, Unidad Mérida.

La costa del Estado de Yucatán es susceptible a las inundaciones debido a su ubicación geográfica y a su baja topografía. El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial de inundación en la costa Noroeste del Estado de Yucatán debido al aumento del nivel del mar bajo escenarios de Cambio Climático (CC). Para ello, se usaron escenarios de elevación del nivel del mar bajo escenarios de CC emanado de la Evaluación del Sexto Reporte (AR6) del Panel Intergubernamental de Cambio climático (IPCC), usando las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), SSP1 - 2.6, SSP2 - 4.5, y SSP5 - 8.5 para los años 2050 y 2100 como forzantes de un modelo hidrodinámico con promedio en la vertical para modelar inundación en la costa del Estado de Yucatán. Dicho modelo fue validado con mediciones de mareógrafos a lo largo de la costa de Yucatán.

Resultados numéricos preliminares muestran que los poblados rodeados por lagunas costeras son los más expuestos a inundación por aumento del nivel del mar. Para cada uno de los escenarios de inundación se hizo el traslape entre las capas de mapas de inundación con las capas del censo realizado por INEGI en 2020. Esto permitió un detallado análisis de la exposición de las comunidades costeras a la inundación. Con el ánimo de reducir el área inundada en estos poblados se proponen medidas adaptación para reducir el área de inundación y, por ende, incrementar la resiliencia de los socio- ecosistemas costeros del Estado de Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

6. Acciones para el monitoreo de los forzamientos y respuesta de la línea costa ante el cambio climático en la costa de Yucatán

Alec Torres-Freyermuth¹, Gabriela Medellín², Gemma L. Franklin⁵

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Unidad Académica Sisal del Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México;

²CONAHCYT- Universidad Nacional Autónoma de México.

Las costas de baja elevación son altamente vulnerables a los efectos del cambio climático como el incremento del nivel del mar y el incremento en la frecuencia e intensidad de las tormentas. La posición de la línea de costa responde las perturbaciones naturales (i.e. oleaje y nivel del mar) y antropogénicas (i.e., estructuras costeras). Por lo tanto, es necesario medir los cambios en la posición de la línea de costa, nivel medio del mar, y tormentas a lo largo de las últimas décadas. Mediciones de perfiles de playa y oleaje frente a la costa de Sisal han permitido caracterizar los forzamientos y la respuesta de la línea de costa. Sin embargo, este programa de monitoreo está fuertemente influenciado por la presencia del Puerto de Sisal, por lo que los cambios asociados al cambio climático quedan enmascarados. Por otro lado, el incremento en la calidad y disponibilidad de información obtenida a partir de satélites hace posible el estimar la posición de la línea de costa y caracterizar las variaciones en el nivel del mar y el oleaje a lo largo de las últimas décadas sin restricciones espaciales. En este trabajo se presenta la validación de los productos obtenidos a partir de satélites con mediciones in situ. Los productos validados permiten evaluar tendencias de los forzamientos y respuestas en la costa de Yucatán ante diferentes perturbaciones. La información es de gran utilidad para determinar acciones de mitigación. Adicionalmente, estas acciones de monitoreo podrán ser complementadas con acciones de ciencia ciudadana que permitan involucrar a la sociedad.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

7. Cambio climático en el puerto de sisal: utilizando soluciones basadas en la naturaleza.

Paladio-Hernandez, Alejandro¹, Salles, Paulo^{1,2}, José López González^{1,2}

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería (IINGEN), Universidad Nacional Autónoma De México, Sisal, Yucatán, 97835, México. (UNAM).

APaladioH@iingen.unam.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-6098>

²Laboratorio Nacional De Resiliencia Costera (LANRESC)

El Puerto de Sisal, Yucatán, enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático y la creciente presión demográfica y turística. Para abordar esta problemática se propone utilizar Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) como estrategia principal para procurar mitigar el azolvamiento del puerto y estabiulizar la señal terohalina de las ciénegas y manglares.

La investigación se centra en el análisis y diagnóstico del sistema socio-ecológico de Sisal, evaluando la calidad del agua, la salud de los ecosistemas y parámetros metoceánicos. Se recopilarán datos mediante estudios de campo y análisis de laboratorio, así modelos numéricos para comprender mejor los impactos actuales y posibles del cambio climático en la zona costera y explotación del acuífero en toda la cuenca hidrológica.

Utilizando modelos numéricos para simular el flujo y calidad del agua, se definirán escenarios de modificaciones geométricas y de aportes de agua dulce y/o salada en el sistema mar-puerto-ciénega, simulando numéricamente el desazolve de petenes, la restauración de manglares y la creación de canales artificiales en la ciénega, entre otros, con el fin de determinar escenarios óptimos para aumentar la resiliencia del puerto.

Al aplicar estas estrategias se busca encontrar soluciones sostenibles que promuevan la resiliencia del socio-ecosistema de Sisal ante perturbaciones naturales y antropogénicas, como eventos hidrometeorológicos extremos y el cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

8. ¿Cómo afecta el cambio climático las lagunas costeras de la península de Yucatán? Caso de la carbonera

Paladio-Hernandez, Alejandro¹, Salles, Paulo^{1,2}, José López González^{1,2}

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, Instituto de Ingeniería (IINGEN), Universidad Nacional Autónoma De México, Sisal, Yucatán, 97835, México. (UNAM).

APaladioH@iingen.unam.mx; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7067-6098>

²Laboratorio Nacional De Resiliencia Costera (LANRESC)

La laguna de la Carbonera, al noroeste de Yucatán, enfrenta diversos desafíos debido a su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático (CC). La laguna cuenta con una bocana pequeña (<200m de ancho), ofrece varios servicios ecosistémicos. El Cambio Climático genera variaciones en el nivel del mar, las condiciones del oleaje y posiblemente los flujos subterráneos, lo que puede afectar la estabilidad de la laguna de la Carbonera, la cual tiende a mantenerse abierta, pero con una barra (spit) que crece del lado marino por transporte litoral de sedimentos y hace que los flujos de intercambio laguna-mar sean menos eficientes. Estos cambios tienen el potencial de generar consecuencias negativas para la ecología del sistema, para las comunidades locales y la economía de la zona. Para comprender cómo el cambio climático afecta a esta laguna, se realizaron simulaciones numéricas de hidro- y morfodinámica para evaluar los posibles impactos en su estabilidad en función de la morfodinámica del spit. Dado que los modelos existentes basados en procesos no son adecuados para estimar los efectos a largo plazo del cambio climático en un período de más de algunos años, se utilizó un enfoque de "simulación instantánea" de alrededor de 1 año mediante modelos morfodinámicos costeros basados en procesos. En este enfoque, se evaluó en primera instancia la situación actual de la laguna y posteriormente se tendrá en cuenta un escenario futuro, donde se tomarán en cuenta las modificaciones que el cambio climático genera en los procesos físicos, la estabilidad ecológica del sistema y su resiliencia. El uso de Soluciones Basadas en la Naturaleza representa una alternativa innovadora y prometedora para afrontar los desafíos del cambio climático, al tiempo que se reconoce el valor de los ecosistemas costeros y se busca garantizar un futuro sostenible para el Puerto de Sisal y sus comunidades.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

PANEL 2

Presentaciones orales

1. **Carbono Azul en Yucatán: adaptación mitigación y reducción de la vulnerabilidad a los efectos del cambio climático**

Jorge Alfredo Herrera Silveira

CINVESTAV-IPN; Unidad Mérida

El cambio climático es un hecho que se ha generalizado e intensificado. México es 1er lugar en Latinoamérica como emisor de CO₂, y décimo tercero a nivel mundial. Las alternativas para hacer frente a las consecuencias, se asocian a la mitigación y adaptación, para reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas. Pero, ¿cómo se puede lograr esto? La iniciativa de “Carbono Azul” (CA) busca que, a través de impulsar la conservación, restauración y usos sostenibles de los ecosistemas de manglar, pastos marinos y marismas, se contribuya a alcanzar metas de reducir las emisiones netas de CO₂. La Península de Yucatán es un “hot spot” de CA por que alberga más de 60% de los manglares de México y una cobertura muy alta de pastos marinos. Sin embargo, estos ecosistemas siguen siendo amenazados y es constante la pérdida de cobertura de estos. Hay que pasar del diagnóstico a las soluciones, por lo tanto; además de hacer inventarios de almacenes de carbono de estos ecosistemas, hay conocer los flujos y los servicios ecosistémicos asociados, que permitan a las comunidades aprovecharlos de manera sostenible. La restauración ecológica además de incentivar la generación de conocimiento, es una acción directa que va en el camino de la reducción y mitigación de emisiones de CO₂, es una solución basada en naturaleza que incentiva la adaptación basada en ecosistemas. De la mano con las comunidades hay que motivar que sean estas las que se apropien de sus áreas conservadas y en restauración, y sean los guardianes de estos ecosistemas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

2. La restauración ecológica de ecosistemas como medida de mitigación y adaptación al cambio climático global

Pilar Angélica Gómez Ruiz

Centro de Investigación Científica de Yucatán - CICY

Una de las mayores amenazas para la sociedad y los ecosistemas son los innegables efectos asociados al cambio climático, entre ellos el calentamiento global. Los diversos escenarios, la mayoría negativos, indican cambios importantes en variables climáticas en los próximos años, lo cual tendrá consecuencias sobre los ecosistemas, los servicios que proveen, la biodiversidad y los grupos humanos. Ante esta compleja situación socioambiental, es necesario acelerar la recuperación de los ecosistemas para evitar su pérdida por causa de la degradación asociada a actividades antrópicas y/o eventos naturales, restablecer su funcionalidad y con ello los servicios que proveen a la sociedad, esto es el objetivo general de la restauración ecológica de ecosistemas, que se considera hoy en día como una estrategia eficaz para contrarrestar los impactos del cambio climático. Por ejemplo, la restauración de ecosistemas costeros como dunas y manglares permitiría reducir significativamente los efectos de tormentas tropicales, ya que estos ecosistemas actúan como barreras naturales y pueden mitigar la fuerza de vientos y mareas, además de disminuir las inundaciones. Por lo tanto, es fundamental que se consideren las actividades de restauración ecológica como prioritarias para hacer frente al cambio climático, particularmente en la región de la Península de Yucatán, donde están ocurriendo acelerados procesos de cambio y degradación de los ecosistemas, lo cual reduce la resiliencia socioecosistémica que puede ayudar al mantenimiento de bienes y servicios fundamentales. La restauración debe ser considerada una línea de acción a corto, mediano y largo plazo que puede proveer múltiples beneficios ambientales y sociales.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

3. La producción de miel como estrategia para fomentar la biodiversidad en el estado de Yucatán

Alba Rivera de la Rosa

Profesor-Investigador de la Facultad de Economía de la UADY

Hoy en día, la producción de miel y la biodiversidad de la que dependen las abejas se encuentra en grave riesgo. De las abejas depende al adecuado funcionamiento de los ecosistemas; son las principales polinizadoras del mundo vegetal y se encargan del mantenimiento de la diversidad genética. En Yucatán se introdujo el cultivo de soya transgénica en el año 2008, desde entonces este cultivo, que usa el herbicida glifosato, convive con la producción de miel atentando contra su inocuidad. Pero no solo la soya, también la intensificación en la producción de chile habanero, que según algunos apicultores el pesticida que se usa para su producción mata a las abejas y las que logran volar pierden la orientación para regresar al panal. Entre las propuestas 1) apoyar el aumento de la producción agroecológica en el estado de Yucatán, 2) comprar productos locales orgánicos provenientes de las comunidades, 3) disminuir el consumo de carnes, dado que forrajes como la soya y el maíz amarillo usan pesticidas, 3) proponer el uso de pesticidas orgánicos en general y en particular para el chile habanero 4) monitorear el programa del gobierno federal que, por primera vez, brinda apoyo a los apicultores 5) consumir miel en lugar de azúcar.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

4. Conservación y restauración de ecosistemas en Yucatán utilizando a las Bromeliaceae epífitas para el monitoreo de la calidad de los ambientes

Cassandra Reyes García¹ y Celene Espadas Manrique¹

¹Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.

Ante el incremento de temperatura y las interrupciones en los patrones de lluvia, una cubierta vegetal saludable y suficiente es relevante para disminuir los efectos negativos de las islas de calor en torno a las poblaciones, para contribuir a secuestrar el exceso de CO₂ en la atmósfera y para la regulación del ciclo de agua y temperatura. Por lo tanto, es importante que en el estado de Yucatán se respete la vegetación de las zonas de amortiguamiento en torno a Mérida y otras poblaciones, así como en las reservas federales, estatales y municipales, como la zona sujeta a conservación ecológica Cuxtal, entre otras. Por otro lado, zonas como el oriente del estado, donde ha habido una degradación de los ecosistemas requieren de una restauración activa de la vegetación, de manera que disminuyan los impactos negativos sobre la población derivados de la contaminación del manto freático, por ejemplo. Proponemos que se evalúe a conciencia el estado de las áreas naturales protegidas y se haga un plan de monitoreo para cumplir con sus planes de manejo y elaborar este instrumento de planeación en los casos donde se cuente con uno, como en el caso de la Reserva Estatal Geohidrológica Anillo de Cenotes, proponiendo zonas de restauración donde se considere necesario. Proponemos el uso de indicadores de la salud de los ecosistemas, como la densidad y tamaño del arbolado, pero también el uso de bioindicadores como los grupos funcionales de las Bromeliaceae epífitas, los cuales aportan información sobre la calidad de dichos ecosistemas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

5. Recomendaciones sobre el papel de las selvas tropicales en la mitigación del cambio climático

Juan Manuel Dupuy Rada¹, José Luis Hernández Stefanoni¹ y Carlos Portillo Quintero²

¹Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), CP 97205, Mérida, Yucatán, México

²Department of Natural Resources Management, College of Agricultural Sciences and Natural Resources Management, Texas Tech University, Lubbock, TX 79401, USA

Las selvas tropicales son un importante sumidero y almacenan 25% de las reservas de carbono terrestres globales. Además, albergan la mayor biodiversidad terrestre (más del 96% de las especies de árboles estimadas en el mundo) y brindan numerosos servicios ambientales. Sin embargo, la deforestación es la principal causa de pérdida de biodiversidad y de servicios ambientales y una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero que agravan el cambio climático global. Investigaciones en las que hemos colaborado o realizado indican que la composición de especies y el carbono que almacenan son los atributos de las selvas que más lentamente se recuperan durante la sucesión secundaria. Por lo tanto, (1) para preservar la biodiversidad y alcanzar la meta de < 2° C es más importante conservar las selvas maduras que restaurar o reforestar zonas deforestadas. Las áreas naturales protegidas (ANP) son la principal estrategia para lograr ambas metas, existen más de 200,000 que protegen 15% de la superficie terrestre. Yucatán tiene 15 ANP que conservan 17.6% de su territorio (695,529 ha). La Reserva Estatal Biocultural del Puuc (135,849 ha) es la segunda más grande del estado y ha tenido una frecuencia e intensidad de deforestación significativamente menores que las zonas aledañas, preservando así mayores niveles de carbono y diversidad arbórea. Por lo tanto, (2) las ANP son una estrategia viable que se debe mantener e incrementar. (3) Para establecer nuevas ANP es importante integrar información sobre la distribución espacial de las reservas de carbono y la diversidad de especies.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

6. Construyendo puentes para la restauración de dunas costeras en la península de Yucatán

Gabriela Mendoza González ¹ *, Karen H. Mendoza Hernández ², Pavel E. Popoca Cruz ¹

¹ LANCIS, Unidad regional Mérida del Instituto de Ecología, UNAM, México;

² Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, Campus UMDI Sisal, UNAM, México

Las dunas costeras son ecosistemas arenosos sumamente frágiles y vulnerables ante la acción humana. Han sido reconocidas por proveer una gran cantidad de contribuciones ecosistémicas en beneficio de las sociedades humanas. Entre las más valoradas se encuentran la regulación climática y la belleza escénica del paisaje, todas gracias a su funcionamiento y biodiversidad natural. A pesar de ello, padecen una degradación causada principalmente por el cambio de uso de suelo, la erosión derivada de construcciones en los frentes de playa y la falta de conocimiento y sensibilidad ante la importancia de sus contribuciones al bienestar social. Esta es una problemática que afecta recurrentemente a diferentes costas del Caribe y del norte de la Península de Yucatán. El Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad de la UNAM en Yucatán construye un puente de interacción entre la academia y tomadores de decisiones de la región. A través de la investigación inter y transdisciplinaria impulsamos alianzas para la conservación y restauración de las dunas costeras integradas por organizaciones de base comunitaria (conformadas principalmente por mujeres y sus familias), empresarios (condominio Mayakoba), organizaciones de la sociedad civil (TNC, WWF, Pronatura), gobiernos (Zofemat, ayuntamientos, SDS, Conanp, etc.), con la intención de incidir en la conservación y restauración ecológica de playas y dunas costeras degradadas, para recuperar sus funciones y contribuciones ecosistémicas. El desarrollo de alianzas entre sociedad, academia y gobierno, son preponderantes para el éxito de los proyectos, tomando así las decisiones mediante procesos de gobernanza que permitan su mantenimiento sostenible.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

7. Acciones ambientales y sociales contra el cambio climático en la costa de Sisal, Yucatán

Patricia Guadarrama¹, Baruch Mena², Estela Pérez², Eduardo Muñoz¹, Rosario Acosta³, Isaac Chacón², Laura Vidal¹, Diana de Yta¹, Nuno Simoes¹

¹UMDI Sisal, Facultad de Ciencias UNAM;

²Kalanbio A.C.,

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

Las dunas costeras son de los ecosistemas más vulnerables al cambio climático debido a la sensibilidad de sus especies a alteraciones fisicoquímicas y a la fuerte presión que los disturbios, principalmente antropogénicos, ejercen sobre ellas. Ello resulta en la pérdida de servicios ambientales: barrera de protección, recarga de agua, amortiguamiento a la aspersión salina y altas temperaturas, hábitat y sitio de alimentación de organismos, etc. El grupo de trabajo formado por académicos de la UNAM y miembros del colectivo Kalanbio han considerado las prácticas de restauración y la erradicación de especies exóticas como las principales acciones capaces de revertir la pérdida de servicios ambientales y con ello sus consecuencias sociales y económicas. Consideramos pertinente trabajar de la mano de la sociedad, llevar a cabo talleres y campañas de concientización sobre los servicios ecosistémicos, para así lograr identificar y puntualizar las oportunidades de aprovechamiento sostenible que el ecosistema de dunas costeras ofrece. Acercarnos a grupos clave buscando la inclusión de la comunidad, incluyendo grupos de mujeres con propuestas de recompensas y negocios con fines de empoderamiento; niños, los cuales tienen la capacidad de difundir entre sus círculos familiares una cultura ambiental; docentes quienes coadyuvan en la difusión del conocimiento; productores y prestadores de servicios turísticos quienes requieren contar con conocimientos que les permitan mejorar sus prácticas para dar un adecuado servicio turístico cuidando el medio ambiente; grupos ambientalistas locales, regionales e internacionales, así como, miembros del gobierno que pueden fortalecer nuestras actividades.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

8. Mérida y el cambio climático: vivienda construida en serie y agricultura urbana

Ana Nadal^{1,7}, Beatriz Rodríguez-Labajos², Eva Cuerva³, Alejandro Josa^{3,5} y Joan Rieradevall^{6,7}

¹Departamento de Salud, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Carretera Panamericana y Periférico Sur s/n C.P. 29290, Barrio de María Auxiliadora, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

²Johns Hopkins University-Universitat Pompeu Fabra Public Policy Center, Universitat Pompeu Fabra (UPF), Barcelona, España.

³Departamento de Ingeniería de Proyectos y de la Construcción (DEPC), Universitat Politècnica de Catalunya, BarcelonaTech, Diagonal 647, Ed. H, 08028 Barcelona, Spain

⁴Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental (DECA), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-BarcelonaTech), Campus Nord, C/Jordi Girona 1-3, 08034, Barcelona, España.

⁵Instituto Universitario de Investigación en Ciencia y Tecnologías de la Sostenibilidad (IS.UPC), Universitat Politècnica de Catalunya (UPC-BarcelonaTech), Campus Nord, C/Jordi Girona 31, 08034, Barcelona, España. ⁶Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Campus UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, España. ⁷Sostenipra Grupo de Investigación (ICTA-IRTA-Inédit; 2014 SGR 1412), Instituto de ciencias y Tecnologías Ambientales (ICTA), Unidad de excelencia «María de Maeztu» (CEX2019-000940-M), Z Building, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Campus UAB, 08193 Bellaterra, Barcelona, España.

El aumento de las temperaturas en las ciudades como parte del cambio climático son una realidad. Las transformaciones que se producen a lo largo del tiempo en la vivienda construida en serie, que conllevan un aumento en las superficies impermeables a expensas de espacios verdes, se vinculan al aumento en la temperatura de las ciudades y Mérida no es la excepción. El estudio examina los patrones de ampliación de las viviendas construidas en serie y la forma en que dichos patrones influyen en la práctica de la agricultura urbana (AU) en Mérida, Yucatán. El análisis empírico abarcó cuatro tipologías de vivienda construida en serie en dos colonias de Mérida: Las Magnolias y Ampliación Tixcacal-Opichén. Se realizaron 157 encuestas que combinaban métricas cuantitativas e información cualitativa. Los resultados muestran que la AU toma lugar dentro de los lotes, al interior de las viviendas y no en áreas urbanas públicas. 60% de las viviendas muestreadas practicaban la AU, siendo los huertos familiares los más comunes. Los hallazgos apuntan a una expansión sistemática de las superficies impermeables que limitan los cultivos y



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

variedad. Las transformaciones de viviendas construidas en serie, verificados empíricamente, ponen en peligro la disponibilidad de espacios verdes como recurso primario para UA y para la lucha contra el cambio climático en Mérida; poniendo sobre la mesa la necesidad de generar concientización y estrategias que promuevan las áreas verdes dentro de los lotes de las viviendas en serie y en el espacio público urbano.



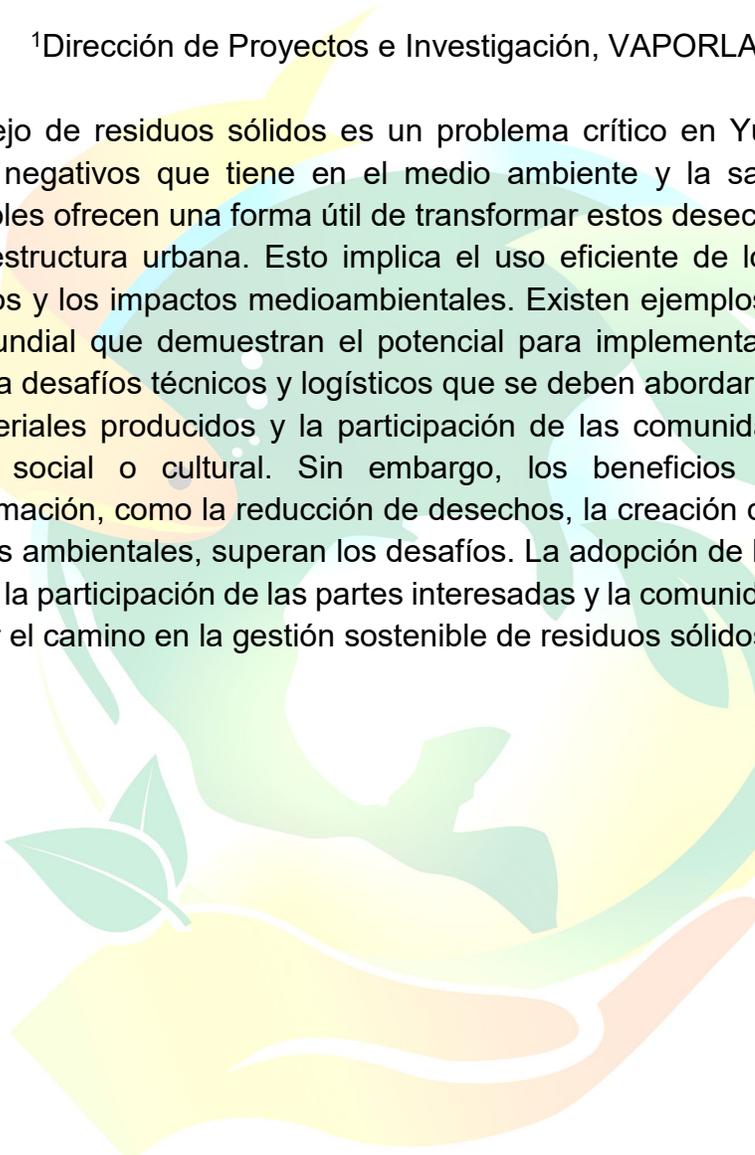
XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

9. Soluciones Sustentables: Transformación de Residuos Sólidos en Materiales Útiles para Infraestructura Urbana en Yucatán, México

D.A.S. José de Jesús Vázquez¹

¹Dirección de Proyectos e Investigación, VAPORLATIERRA, Yucatán.

El manejo de residuos sólidos es un problema crítico en Yucatán, México debido a los efectos negativos que tiene en el medio ambiente y la salud pública. Las soluciones sostenibles ofrecen una forma útil de transformar estos desechos en materiales útiles para la infraestructura urbana. Esto implica el uso eficiente de los recursos para reducir los desechos y los impactos medioambientales. Existen ejemplos exitosos de este proceso a nivel mundial que demuestran el potencial para implementar esta solución en Yucatán. Presenta desafíos técnicos y logísticos que se deben abordar para garantizar la calidad de los materiales producidos y la participación de las comunidades para superar cualquier barrera social o cultural. Sin embargo, los beneficios que se obtienen de esta transformación, como la reducción de desechos, la creación de empleos y la reducción de impactos ambientales, superan los desafíos. La adopción de los principios de la economía circular, la participación de las partes interesadas y la comunidad pueden ayudar a Yucatán a liderar el camino en la gestión sostenible de residuos sólidos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

10. **Acciones para mitigar los efectos del cambio climático en la producción acuícola de Yucatán**

Neith Pacheco¹, Elizabeth Gordillo-Cruz¹ y Sergio Valdivia-Rivera¹

¹Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco,
Subsede Sureste

El cambio climático no solo impacta océanos, mares, lagos, ríos, y la vida en dichos ecosistemas; también especies de producción acuícola se ven afectadas, lo que pone en riesgo la soberanía alimentaria de las comunidades (Kassam et al., 2022). Estas afectaciones se vinculan a los cambios experimentados por el ciclo hidrológico en gran escala, debido al calentamiento observado durante décadas (Wu et al., 2008). Los efectos en la producción acuícola pueden ser directos al influir en la condición fisiológica de las especies en los sistemas de producción, o pueden ser indirectos al alterar la productividad y estructura de los ecosistemas, los suministros de insumos o los precios de otros productos de primera necesidad (Borja, 2002). Por ello, se deben realizar acciones que garanticen el acceso físico, social y económico a alimentos seguros y nutritivos, considerando un desarrollo sostenible y el uso responsable de los patrimonios naturales. Por ejemplo:

- Realizar planes de gestión y desarrollo integral en zonas costeras.
- Realizar análisis de riesgos y vulnerabilidad al cambio climático en la producción acuícola, en distintos puntos: actividades económicas, sistema natural, infraestructura y población beneficiada.
- Prevenir y reducir los impactos ambientales de la acuicultura y en zonas costeras.
- Reducir los riesgos sanitarios por consumo de productos acuícolas.
- Promover proyectos para pagos de servicios ambientales, para unidades de producción acuícola con manejo sustentable y menor vulnerabilidad.
- Fomentar programas o proyectos en los niveles federal, estatal y municipal de asistencia técnica, para mejor uso y manejo.
- Actualización de la normativa vigente con respecto al cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

11. Los impactos ambientales de la economía de Yucatán

Lilian Albornoz Mendoza

Facultad de Economía, Universidad Autónoma de Yucatán

En años recientes, la economía de Yucatán ha estado creciendo a tasas por arriba del promedio nacional. Ha pasado de ocupar la posición 23 a nivel nacional en cuanto a tamaño de la economía a ocupar la posición 20, está escalando posiciones entre las entidades federativas del país. Es decir, la economía de Yucatán está aumentando de tamaño y se están generando empleos e ingresos entre la población local. Sin embargo, queda por ver si este crecimiento está siendo inclusivo, si está contribuyendo a reducir la desigualdad socioeconómica y si este crecimiento económico está siendo sostenible ambientalmente. Son dos temas importantes: el uso de agua subterránea para posibilitar ese crecimiento y los efectos que el cambio en los patrones del ciclo hidrológico podría tener en la economía local. Algunos sectores de la economía dependen en mayor medida del uso de agua que otros sectores, lo que los hace más vulnerables a cambios en la disponibilidad del agua subterránea, así como en la generación de empleos e ingresos de la población. Las recomendaciones para una mayor sostenibilidad ambiental y social de la economía son las siguientes: cambio tecnológico en las industrias con mayor uso de agua para un uso eficiente del recurso, monitoreo y vigilancia de la autoridad de los volúmenes extraídos de agua subterránea por las industrias que tienen concesiones de agua subterráneas y de las descargas de aguas residuales que estén de acuerdo a los parámetros establecidos en la normatividad vigente.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

12. Iniciativa empresarial: Coalición Empresarial Contra el Cambio Climático

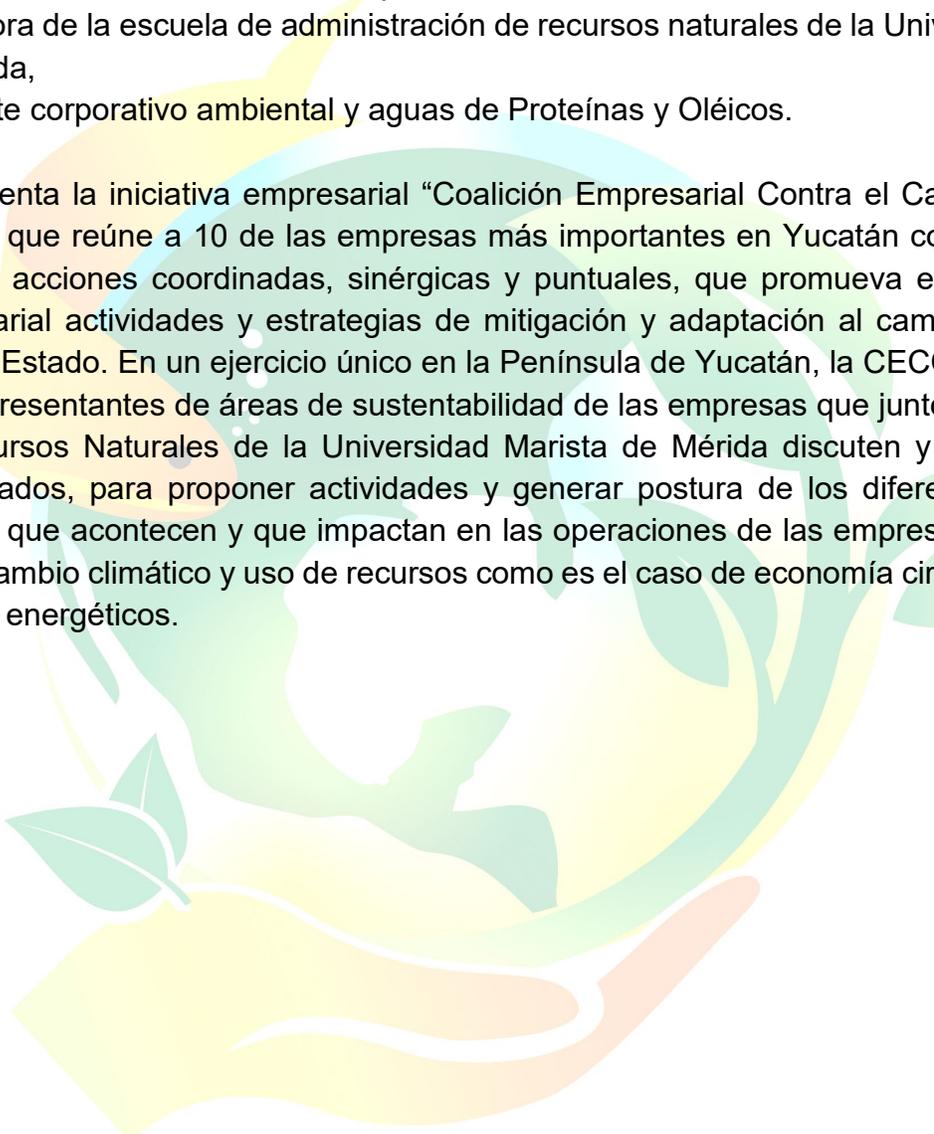
¹Miguel Carbajal Rodríguez¹, Karla Amador Baranda ², Angel Abelardo Mayor Ricalde ³

¹Director de sustentabilidad de Grupo Porcícola mexicano;

² Directora de la escuela de administración de recursos naturales de la Universidad Marista de Mérida,

³ Gerente corporativo ambiental y aguas de Proteínas y Oléicos.

Se presenta la iniciativa empresarial “Coalición Empresarial Contra el Cambio Climático” (CECC) que reúne a 10 de las empresas más importantes en Yucatán con el objetivo de ejecutar acciones coordinadas, sinérgicas y puntuales, que promueva en el ecosistema empresarial actividades y estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático en nuestro Estado. En un ejercicio único en la Península de Yucatán, la CECC está integrada por Representantes de áreas de sustentabilidad de las empresas que junto con la Escuela de Recursos Naturales de la Universidad Marista de Mérida discuten y analizan temas relacionados, para proponer actividades y generar postura de los diferentes sucesos y eventos que acontecen y que impactan en las operaciones de las empresas relacionados con el cambio climático y uso de recursos como es el caso de economía circular, emisiones y temas energéticos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

13. La vulnerabilidad y resiliencia de las comunidades costeras de Yucatán, un reto interdisciplinario e interinstitucional

Cuevas-Jiménez A.¹, de Yta-Castillo, D.², Vidal-Hernández, L.³, Paredes-Chi, A.²
Hernández Herrera, I.⁴

¹Universidad Marista de Mérida

²CONACYT-Facultad de Ciencias UMDI-Sisal UNAM

³Facultad de Ciencias, UMDI-Sisal, UNAM, Mérida, Yucatán

⁴ENES-Mérida.

Las comunidades costeras son altamente dinámicas por la interacción entre atmósfera, tierra y océano y, sus modos de vida, fuentes de trabajo e ingresos dependen de actividades económicas (pesca, turismo, acuicultura, portuarias y comercio) altamente susceptibles a los efectos del cambio climático (CC). Sus condiciones, ambientales, físicas, de infraestructura, sociales, económicas, políticas y de regulación, las coloca en situación de particular vulnerabilidad. Por tanto, para planear e implementar acciones oportunas de mitigación y adaptación de éstas ante el CC es preciso evaluar su vulnerabilidad. En una investigación realizada por un equipo multidisciplinario e interinstitucional que incorpora métodos cuantitativos y cualitativos de análisis se ha evaluado la vulnerabilidad y resiliencia frente al CC de 3 puertos de la costa yucateca (Progreso, San Felipe y Sisal) empleando diferentes dimensiones (ambiental, económica, educativa y regulatoria). Se evidenció que: la vulnerabilidad se presenta de manera espacialmente heterogénea tanto en cada dimensión como al interior de cada comunidad; hace falta un esfuerzo local específico para obtener indicadores de vulnerabilidad, particularmente si la comunidad es rural; existen debilidades y contradicciones regulatorias, educativas y de los sectores productivos para comprender y responder al riesgo causado por el CC. Las principales recomendaciones son: diversificar los capitales en los negocios turísticos; reforzar desde la educación básica los conocimientos sobre CC; reforzar la protección de ecosistemas costeros que disminuyen la vulnerabilidad física; elaborar acciones de prevención y respuesta según las necesidades y características de cada sitio y, buscar la congruencia regulatoria intersectorial ante el riesgo causado por el CC.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

14. Cambio climático, vulnerabilidad, adaptación y resiliencia maya yucateca. Mónica Chávez Guzmán

Unidad de Ciencias Sociales. Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi.
Universidad Autónoma de Yucatán

Yucatán enfrenta crecientes y acelerados problemas ante el cambio climático planetario, potenciado por la afectación de los ecosistemas naturales regionales y los servicios que brindan. Algunos ejemplos son las dificultades agrícolas de la milpa y del solar ante la ampliación y severidad de las sequías, la incertidumbre de las lluvias, y las dificultades de acceso al agua subterránea, inundaciones y huracanes más intensos. Incluso el severo calor en las “modernas” casas, medios de transporte, y lugares de trabajo no adaptados para amortiguar el incremento de las temperaturas, se observan ya como un riesgo para la salud pública. Estas dificultades tienen un origen complejo y multifactorial que se suman al cambio climático global, con aspectos sociales, políticos y económicos que no permiten la adaptación y mitigación de los daños. Entre otros, el abandono de las costumbres y saberes mayas adaptados a las condiciones regionales, y también del campo y de la cohesión comunitaria, con la migración maya para incorporarse a las urbes en condiciones precarias de bienestar. Se requieren políticas y estrategias públicas nuevas y coordinadas que consideren proyectos en los tres niveles de gobierno, con educación ambiental, revaloración de nuestros saberes adquiridos a través de siglos de ensayo y error, la conservación y restauración de los recursos naturales, la organización comunitaria, y la participación maya en diálogo de saberes intercultural, interdisciplinario e intersectorial. Incluida la facilitación de acceso a las nuevas tecnologías, sumadas a lo mejor de nuestro propio patrimonio biocultural, entre otros aspectos, dirigidos a la prevención, adaptación y resiliencia, para superar las adversidades del cambio climático, cuyo pronóstico de daños se vislumbra cada vez mayor.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15. Impactos del cambio climático en las aguas subterráneas: revisando el caso del acuífero kárstico de Yucatán

¹Arcega-Cabrera, F., ²Robledo-Ardila, P., ¹Oceguera-Vargas, I., ¹Lamas Cosío, E. y ²Álvarez Alonso, R.

¹ Unidad de Química en Sisal, Facultad de Química, UNAM.

² Centro Nacional Instituto Geológico y Minero de España en las Islas Baleares. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Ministerio de Ciencia e Innovación

Se espera que los cambios en el clima global afecten el ciclo hidrológico y tengan un impacto directo en las aguas superficiales, y particularmente, en las aguas subterráneas. Además, el cambio climático puede afectar a los ecosistemas y geosistemas naturales que dependen de las aguas subterráneas y, sobre la disponibilidad de agua dulce para los seres humanos. Los efectos del cambio climático en las aguas subterráneas de los acuíferos kársticos aún no se conocen muy bien. Sin embargo, los estudios realizados muestran una disminución significativa de las reservas de agua subterránea y una disminución de la calidad del agua debido a la intrusión de agua de mar, cambios en la recarga y en la descarga del acuífero, menos capacidad de autodepuración o mayor sobreexplotación. El acuífero kárstico de la Península de Yucatán es un sistema transfronterizo que se extiende sobre aproximadamente 165,000 km² y contiene entre 20% y 30% del agua dulce de México. Es altamente vulnerable a la contaminación y, por tanto, a los efectos adversos del cambio climático, que pueden incidir directamente en este sistema con un cambio en el régimen de precipitaciones, que se podría observar en el cambio en la recarga y en la descarga del acuífero. Este aspecto también puede modificar la dinámica regional de los flujos de agua subterránea que pueden alterar los sistemas naturales de Yucatán como la geomorfología kárstica, los manglares y los ecosistemas acuáticos de la costa litoral. Además, también se debe abordar el cambio en la hidroquímica de las aguas subterráneas y en el ciclo del carbono, con un aumento en la liberación de CO₂ debido a la variación en la interacción agua, roca y atmósfera y una progresiva acidificación del agua. En este trabajo presentamos una breve revisión de las consecuencias del cambio climático sobre las aguas subterráneas, analizando la depresión del nivel freático, la intrusión de agua de mar, la contaminación de las aguas subterráneas y el agotamiento de las aguas superficiales interconectadas con el acuífero. El objetivo es enfocar las acciones futuras del gobierno y la sociedad organizada en estos temas centrales y que los esfuerzos sean eficientes en tiempo y costo, y mejoren la resiliencia del acuífero kárstico.





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

PANEL 2

Carteles

1. Impulsores del blanqueamiento del coral en el Arrecife Alacranes.

Jesús Ernesto Arias-González¹, Aarón Israel Muñoz-Castillo²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.-Unidad Mérida; ²Healthy Reefs Initiative

El estudio del blanqueamiento del coral en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (PNAA) en 2015 se encontró que, a pesar de un estrés térmico sin precedentes, el blanqueamiento del coral era bajo. Los arrecifes más profundos se vieron más afectados por el blanqueamiento, lo que contrasta con la hipótesis de los "refugios de profundidad". Esto sugiere que los arrecifes más complejos pueden ser más susceptibles al estrés térmico. Las conclusiones de este estudio subrayan la importancia de seguir generando evaluaciones en zonas poco estudiadas y durante episodios de gran estrés térmico. El estudio también subraya la relevancia de los marcos multidimensionales, ya que los indicadores y supuestos tradicionales pueden no ser los mejores descriptores de la respuesta de los corales al blanqueamiento en todos los escenarios.

He aquí algunas de las principales conclusiones del estudio: En 2015 se produjo un estrés térmico sin precedentes, pero el blanqueamiento del coral fue escaso. La profundidad fue la variable más relevante relacionada con el blanqueamiento del coral. Los arrecifes más profundos se vieron más afectados por el blanqueamiento, lo que contrasta con la hipótesis de los "refugios de profundidad". Los arrecifes más complejos pueden ser más susceptibles al estrés térmico. Los resultados subrayan la importancia de seguir generando evaluaciones en zonas poco estudiadas y durante episodios de gran estrés térmico. El estudio subraya la pertinencia de los marcos multidimensionales. Los resultados del estudio pueden utilizarse para fundamentar las decisiones de gestión y ayudar a proteger el arrecife de futuros episodios de blanqueamiento.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

2. Percepción social del riesgo al cambio climático: ¿clave para estudiar el comportamiento pro-ambiental?

María de los Ángeles Milán Salinas

Universidad Autónoma de Baja California

En mi presentación abordaré una parte primordial del proyecto de doctorado que estoy realizando, en el cual he comenzado a investigar y aplicar metodologías para la conservación de un ecosistema arrecifal bajo un marco socioecológico. La población de la comunidad del Parque Nacional Cabo Pulmo, B.C.S., donde la población ha dependido por más de 20 años de los servicios que ofrece el arrecife de coral adyacente y por lo tanto, sus acciones para la protección de tal ecosistema es clave. Se evaluó la percepción social de la comunidad humana ante los riesgos asociados al cambio climático, para explicar el comportamiento pro ambiental que llevan a cabo para la conservación del arrecife. Se está trabajando en la identificación de las variables que aportan o disminuyen los motivos de la comunidad para trabajar en las estrategias de conservación del Parque; los cuales pueden servir como eslabones en la cadena causal del comportamiento pro ambiental (la percepción social del riesgo al cambio climático, el conocimiento y la certeza en que este cambio global está sucediendo, la conexión con la naturaleza, entre otras), aportar información valiosa para la evaluación de problemáticas en los sistemas socio ecológicos y apoyar la formulación de estrategias para la conservación a corto, mediano y largo plazo.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

3. Disminución en poblaciones de abejas derivado de actividad antropomórfica y cambio climático analizando la relación con el impacto en la agricultura y ecosistemas de la península de Yucatán.

Br. Carlos Alberto Quej Aké

Universidad Autónoma de Yucatán

La apicultura es una actividad económica, social y cultural dentro de las comunidades mayas en la península de Yucatán incluso desde antes de la llegada de los europeos, en las regiones correspondientes a la península de Yucatán (Campeche, Quintana Roo y Yucatán) se trata de una actividad importante. Las meliponas pueden encontrarse en regiones tropicales y subtropicales de África, Asia, Australia y América, en México con un total de 46 especies de abejas de las cuales 17 se encuentran en la península de Yucatán. Durante los tiempos de los mayas peninsulares el nivel de producción de miel y cera se podía comparar con la Europa del medioevo ya que entre los siglos III y X estos 2 productos eran los más abundantes en los trueques.

Las abejas son polinizadores vitales ya sea para flores en estado natural o cultivadas por el ser humano, en la actualidad las poblaciones están reduciéndose y generando una alarma sobre una “crisis de la polinización” donde las causantes son patógenas, parásitos, actividad humana y cambios climáticos, siendo algunas medidas para mitigar y tener un registro de los cambios

- verificar periódicamente los comportamientos de las colmenas de las abejas.
- Relacionar el comportamiento climatológico con los cambios poblacionales de las abejas.
- Relacionar actividad antropomórfica con cambios poblacionales de las abejas.
- En el caso de niveles críticos en la población promover la crianza en cautiverio de especies de abejas presentes en la zona.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

4. **Papel de las poblaciones silvestres de Yucatán, en el mejoramiento de la tolerancia a factores del cambio climático en cultivos agrícolas**

Jorge Santamaría, Gabriela Fuentes, Amaranta Girón, Yessica Bautista, Erick Arroyo, Tiffany Cevallos, Nelly González

Centro de Investigación Científica de Yucatán

Uno de los mayores impactos del cambio climático será en la agricultura y en la producción de alimentos, acrecentando el gran reto de producir alimentos para una creciente población mundial. El reto técnico que implica, es mejorar genéticamente la tolerancia de los cultivos agrícolas comerciales, a factores del cambio climático como la sequía, las altas temperaturas y las inundaciones.

Una manera de lograr aumentar la tolerancia a estos factores del cambio climático, es voltear hacia los parientes silvestres cercanos (existentes en la biodiversidad presente en Yucatán) que han estado expuestos por cientos de años a factores adversos y deben haber desarrollado mecanismos de tolerancia a condiciones climáticas extremas.

Es posible que, durante la domesticación de estas especies silvestres, se haya favorecidos la selección para características de rendimiento, tamaño de frutos, etc., dejando de lado importantes genes de tolerancia que siguen presentes en dichas poblaciones silvestres.

Si somos capaces de entender a nivel fisiológico y molecular los mecanismos que dichas poblaciones silvestres han desarrollado para tolerar factores climáticos cambiantes, tal vez podamos desarrollar de manera eficiente, nuevas variedades de cultivos agrícolas comerciales con mayor tolerancia a dichos factores climáticos, permitiendo mantener su capacidad de producir alimentos, aún bajo el embate del cambio climático en beneficio de la sociedad.

Lo anterior implica primero entender los mecanismos bioquímicos y moleculares que las plantas han desarrollado para lidiar con estos factores abióticos que limitan el crecimiento y rendimientos de los cultivos agrícolas y posteriormente desarrollar plataformas para su mejoramiento genético encaminado a producir cultivos más tolerantes a ellos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

5. **Prácticas agroecológicas para fortalecer la resiliencia de agroecosistemas tropicales**

Mariana I Soberanis Poot, José Fidel Rodríguez Tuz, José Tuyub Sosa, Reyes Torres Lugo y Francisco J Solorio.

Universidad Autónoma de Yucatán. Licenciatura en Agroecología.

La demanda por la producción de alimentos y las necesidades de conservación de la biodiversidad biológica son aspectos que al parecer se contraponen. Por lo general, los sistemas de producción agropecuarios demandan de un uso intensivo de los recursos y un excesivo uso de insumos externos, provocando una deforestación masiva, escasez de agua, pérdida de biodiversidad, agotamiento del suelo y niveles elevados de emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque, en la actualidad existen considerables avances para solucionar la falta de alimentos, el hambre y la degradación de los recursos naturales siguen siendo, de los principales desafíos mundiales. Incluso en las regiones más productivas, persisten la contaminación, la degradación y el abandono de cientos de hectáreas, lo que dificulta la erradicación de la pobreza y la mitigación al cambio climático.

Ante este panorama, desde hace varios años el Cuerpo Académico de Producción Animal y Medio Ambiente de la Universidad Autónoma de Yucatán ha venido contribuyendo a la solución de la problemática aplicando principios agroecológicos. La agroecología, es un componente esencial en la respuesta mundial a este clima de inestabilidad y a través de sus principios ofrece un planteamiento único para hacer frente a los aumentos de nuestras necesidades alimentarias, de restauración eficiente de los agroecosistemas y de conservación de la biodiversidad. Uno de los principales objetivos para el diseño y la gestión de los sistemas agropecuarios en la producción sostenible de alimentos, ha sido optimizar las interacciones entre las plantas, los animales, los seres humanos y el medio ambiente. Entre las estrategias más eficientes para la península de Yucatán resaltan el uso de cultivos de cobertera para la protección y fertilidad del suelo, el uso eficiente de especies locales en la producción de alimentos y mitigación de gases de efecto invernadero y la restauración de paisajes ganaderos con especies arbóreas y arbustivas locales.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

6. Bromeliáceas epífitas y su uso como biomonitor en la calidad del ambiente

Nahlleli Civi Chilpa Galván¹, Roberth Armando Us Santamaría¹, Ángel Arturo Medrano Collí, Jessica Marrón García y José Luis Andrade Torres¹

¹Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.;

²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán; ³Unidad Mérida, Escuela Nacional de Estudios Superiores.

Las zonas urbanas han incrementado considerablemente, provocando una disminución preocupante de la vegetación, lo que genera incrementos de temperatura, así como el aumento de agentes contaminantes contrarrestando la calidad ambiental, propiciando escenarios de cambio climático. Las bromeliáceas epífitas, han sido utilizadas como modelo para ser bioindicadores de salud de los ecosistemas, en específico se les ha utilizado como biomonitor para analizar la calidad del aire en algunas ciudades. El área de estudio es la Zona Metropolitana de Mérida (ZMM), Yucatán, México; conformada por seis municipios: Conkal, Kanasín, Mérida, Progreso, Ucu y Umán. El 77 % del total de la ZMM está cubierta por vegetación como selva baja caducifolia, vegetación hidrófila y vegetación secundaria, y cuerpos de agua (algunos cenotes). Se evaluó la población de las bromeliáceas epífitas en los municipios para la posterior colecta y análisis de variables fisiológicas y anatómicas, se analizará la información de los contaminantes reportados por el de Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire en Mérida. Tillandsia brachycaulos fue la especie más abundante y presente en las avenidas más transitadas en los municipios de la ZMM, donde su estado fotosintético se encuentra en el rango óptimo, con excepción de las colocadas en Progreso, que presentaron un estado fotosintético crítico, mientras que los contaminantes reportados para el área son ozono y monóxido de azufre. Se pretende generar información para desarrollar programas de educación ambiental dirigidos a estudiantes con el objetivo de generar una conciencia colectiva sobre la conservación de la vegetación urbana.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

7. **Propuesta para el monitoreo y evaluación de las selvas tropicales secas mediante el análisis dendrocronológico de la vegetación leñosa**

Thalia GonzalezOrtega-Gamboa¹

¹Estudiante del Doctorado en Desarrollo Sostenible de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, unidad Cozumel

Los bosques tropicales secos son ecosistemas vulnerables a los efectos de la variabilidad climática. Se ha estimado que la temperatura de la superficie terrestre en las regiones tropicales ha aumentado en $\sim 0,25^{\circ}\text{C}$ por década desde mediados 1970 y se espera que aumente entre 3 y 6 $^{\circ}\text{C}$ este siglo, mientras que la precipitación disminuirá en algunas regiones del mundo. Como consecuencia, las especies leñosas que habitan este tipo de ecosistemas y con ello su biodiversidad, se encuentran comprometidas, ocasionando cambios en su fisiología y por consiguiente en su crecimiento y desarrollo. Es por ello que se proponen dos acciones que conduzcan a la generación de conocimiento y la evaluación de los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas tropicales, secos, particularmente hacia las especies leñosas que conforman su flora: 1) la implementación de un monitoreo y evaluación de las especies leñosas mediante la utilización de técnicas dendrocronológicas las cuales permitan analizar el efecto de las variables climáticas en el crecimiento y desarrollo de los tejidos de crecimiento con base en la formación de anillos de crecimiento y; 2) la creación de una colección científica de muestras dendrocronológicas y base de datos con especies leñosas tropicales. Ambas acciones permitirán entender mejor la dinámica de las comunidades vegetales de las selvas tropicales secas como las selvas del norte Yucatán y Quintana Roo, la variación del clima presente y pasada en un área determinada y las implicaciones para la biodiversidad.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

8. Huertos urbanos didácticos con especies nativas para la resiliencia ante la sequía en la Península de Yucatán en escuelas de nivel Bachillerato.

Máximo Cancino Gómez

Red de Jóvenes Embajadores por el Clima México – Unión Europea
Docente de Ciencias en nivel Bachillerato

La población de escasos recursos en la Península de Yucatán constituye un sector vulnerable ante los efectos del cambio climático manifestados en forma de sequías y huracanes que provocan escasez alimentaria y problemas de salud. Por otro lado, se ha demostrado que los huertos urbanos constituyen una estrategia de aprendizaje, de integración comunitaria y aprendizaje colaborativo en países alrededor del mundo, como Brasil, España y Singapur. En Yucatán, se cuenta con especies nativas, como la chaya, la piñuela, la jícama y la pitahaya que se han adaptado a condiciones adversas de suelo, clima y radiación solar y son una buena opción de cultivo en huertos escolares, al mismo tiempo que se cumplen los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Educación de Calidad y Hambre Cero en las comunidades urbanas más vulnerables. En este sentido, se propone una campaña de creación de huertos urbanos en escuelas de Bachillerato de la Península en un marco de metodologías activas de Aprendizaje Basado en Proyectos. Esto se lograría a través de la articulación de esfuerzos con el apoyo del Gobierno, centros de investigación, iniciativa privada, organizaciones no gubernamentales, la sociedad civil y las comunidades mismas para lograr la autosubsistencia alimentaria, fomentar el emprendimiento comunitario y materializar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Tierra en las escuelas de Bachillerato y, con ello, lograr una cultura de resiliencia ante los efectos del cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

9. Propuesta de acciones de mejora relacionadas con el estado de salud de tres socioecosistemas costeros en Yucatán

Armando Carmona-Escalante^{1,2}, Sophie Ávila-Foucat^{1,2}, Nuno Simoes^{2,3}, Elsa Noroña-Barroso^{2,4}, Jorge Herrera-Silveira^{2,5}, Deneb Ortigosa-Gutiérrez², Karol Granados-Martínez², Paulo Salles Afonso de Almeida^{2,6} y Alec Torres Freyermuth^{2,6}

¹Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM; ²Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC); ³Facultad de Ciencias, UMDI-Sisal, UNAM; ⁴Facultad de Química, UMDI-Sisal, UNAM; ⁵CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida; ⁶Instituto de Ingeniería, UMDI-Sisal, UNAM.

Los esfuerzos por reconocer que los humanos influyen y son afectados por procesos naturales permite desarrollar estrategias de manejo basadas en la comprensión de las interacciones de los subsistemas, así como transmitir el conocimiento a todos los usuarios que dependen y demandan los recursos naturales. Un instrumento de comunicación para evaluar el estado de salud de socioecosistemas costero-marinos son las Tarjetas de Reporte (TR), las cuales permiten simplificar la información, comunicar resultados para todo el público, así como servir de apoyo en la toma de decisiones. Particularmente en Yucatán desde 2021 se cuenta con tres TR a nivel de socioecosistemas: 1) Sisal, 2) Celestún y 3) Arrecife Alacranes. A través del proceso de elaboración de cada TR fue posible obtener en promedio un total de 21 indicadores, la participación de 51 actores de diversos sectores y recomendaciones en sitios cuyo estado de salud ambiental se encuentra calificado como regular. Los resultados señalan que aún falta reforzar la creación de indicadores relacionados con aspectos socioeconómicos y de manejo (en promedio 2 y 4 indicadores propuestos respectivamente), a pesar de que cada sitio cuenta o es considerado un espacio protegido. Se encontró que cada TR comparte acciones como: 1) el manejo de residuos y 2) la protección de las especies. En relación a las recomendaciones fue posible notar un llamado de atención a fortalecer la inspección y vigilancia en espacios protegidos, así como el monitoreo de especies de flora y fauna que proveen información de la salud de los diferentes ecosistemas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

10. Iniciativas para la conservación de la cacerolita de mar en la península de Yucatán

Juan José Sandoval-Gío¹, Héctor Javier Ortiz-León², Gerardo Alfonso Avilés-Ramírez³, José Germán Nic Matos¹ y Roberto Zamora-Bustillos⁴

¹Tecnológico Nacional de México campus Tizimín; ²Tecnológico Nacional de México campus Chetumal; ³Tecnológico Nacional de México campus Chiná; ⁴Tecnológico Nacional de México campus Conkal

La cacerolita de mar *Limulus polyphemus* es una especie de importancia en la ecología costera en la península de Yucatán, sin embargo, la atención dirigida a su conservación por parte de los gobiernos locales y las comunidades donde habita es insuficiente. Prueba de esto, es que las poblaciones de la cacerolita (llamada en lengua Maya *mex*), han disminuido drásticamente en las últimas décadas. Entre los factores de riesgo que han causado esta reducción están la pérdida del hábitat para desoves, el uso ilegal como carnada para el pulpo y la contaminación. Aunque podría considerarse que el cambio climático es un factor indirecto global para que *L. polyphemus* esté al borde de la extinción en la región, no hay estudios confirmatorios. Este grupo de investigación propone las siguientes iniciativas para promover la conservación de las poblaciones de la cacerolita de mar en la península de Yucatán: a) Fomentar actividades de educación ambiental y participación comunitaria en localidades costeras de los tres estados de la península; b) Vincular a los gobiernos municipales costeros de la zona en una red que vigile los hábitats reproductivos de la cacerolita de mar; c) Incrementar la colaboración entre grupos académicos de la región y aumentar los estudios sobre el efecto de estresores ambientales (cambios en la temperatura y la salinidad) en la reducción de la especie; d) Realizar experimentos que promuevan el repoblamiento de la especie en hábitats críticos; y e) Difundir los logros de estas iniciativas en un sitio web específico y redes sociales de instituciones participantes.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

11. **Maricultura como alternativa para la transformación social**

Nicolás Vite García

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Actualmente la producción de alimentos se basa en un modelo económico cuya prioridad es la ganancia monetaria. Este modo de producción tiene como característica principal una desigualdad en el modo de repartición de la riqueza que produce, además de que es indiferente a los problemas ambientales que puede provocar. Para hacer frente al cambio climático es imprescindible una transformación en el modelo económico.

Se propone a la maricultura como una alternativa de actividad sostenible para la península de Yucatán. La utilización y aprovechamiento de especies marinas nativas a través de tecnología adaptada para la región, desarrollada por grupos con una organización social tipo cooperativas, sin una estructura jerárquica, al interior de la cual se pongan en práctica los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 de la ONU. El objetivo principal de esta actividad no es la producción de dinero, sino la obtención de múltiples beneficios, tanto para las personas que la llevan a cabo, como para el medio ambiente en el cual se desarrolla la actividad. A través de la investigación acción participativa, los diferentes grupos sociales encuentran una forma de organizarse que vaya de acuerdo con los ODS, en un proceso que combina la teoría y la praxis, y que posibilita el aprendizaje, la toma de conciencia crítica de la población sobre su realidad, su empoderamiento, el refuerzo y ampliación de sus redes y estructuras sociales, su movilización colectiva y su acción transformadora.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

12. Microplásticos en Yucatán y acciones para mitigar este nuevo contaminante

¹Tania Paulina Gil Cortés, ¹Nayeli Rodríguez Fuentes, ¹José Manuel Cervantes Uc y ²Gilberto Acosta Gonzales

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), ¹Unidad de Materiales; ²Unidad de Ciencias del Agua

Los microplásticos (MP) son partículas menores a 5 mm generadas por el desgaste de plásticos más grandes (secundarios) o son producidos de manera inicial de ese tamaño (primarios). Estos están presentes en todos los ecosistemas incluyendo pozos y cenotes de la península de Yucatán. En diversas investigaciones se ha reportado los efectos que tiene este contaminante en organismos marinos y modelos in vitro, se ha registrado que pueden provocar obstrucción del sistema digestivo, cambios de comportamiento, reducción de capacidad reproductiva, tumoraciones, entre otros. Por lo que es de suma importancia tener planes de acción tanto individual como colectiva para controlar los MP y salvaguardar la salud de los habitantes. Propuestas: 1) Desarrollar campañas digitales y presenciales informativas para todo público donde se informe sobre la problemática de los MP y se invite a reducir el consumo plástico, así como a separar los residuos en casa. 2) Impulsar nuevas leyes donde sea un requisito para las empresas utilizar un porcentaje mínimo plástico reciclado en la elaboración de sus productos y empaques plásticos con el objetivo de llegar al 90 – 100% de plástico reciclado en una fecha estimada. 3) Que el sector empresarial haga un rediseño de sus productos para eliminar el plástico de sus productos. 4) Crear sistemas gratuitos y efectivos de separación y recolección de residuos para todo el estado incluyendo comunidades vulnerables. 5) Desarrollar leyes y ponerlas en acción para eliminar el uso de plásticos de un solo uso (desechables).



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

13. Construcción de un Índice de Vulnerabilidad Individual ante los efectos del cambio climático en localidades rurales del sureste mexicano

Wilma Ruiz García¹, Francisco D. Gurri García¹, Dolores O. Molina Rosales¹, Mirna I. Vallejo Nieto¹.

¹Departamento de Ciencias de la Sustentabilidad. El Colegio de la Frontera Sur, Campeche

El cambio climático es responsable de muchos desastres anualmente y sus efectos se han vivido fuertemente en el sureste mexicano. Algunos índices de vulnerabilidad guían los planes de prevención y atención de emergencias. Estos índices generalmente derivan de datos agregados a nivel de país, estado o municipio. Si bien este enfoque “top down” ha sido útil para planificar y ayudar en los esfuerzos de rescate, ignora la variabilidad individual y de los hogares que puede influir significativamente en la sensibilidad y la capacidad de respuesta individual y familiar. Construimos un índice de vulnerabilidad individual de fácil aplicación e interpretación de sus resultados que es susceptible de pruebas empíricas y puede adaptarse a cualquier amenaza o entorno ecológico. El valor de Vulnerabilidad del Individuo (V_i) se estimó a partir de características únicas para él/ella, agregado a las compartidas con personas de su hogar, luego por aquellos miembros de su unidad doméstica y finalmente por miembros de la comunidad. Esta herramienta se aplicó en 14 localidades de la cuenca del río Grijalva, Tabasco, México donde se obtuvo V_i para 994 personas en 129 unidades domésticas. Correlaciones bivariadas permitieron identificar variables con mayor influencia en la estimación de V_i en general y por región. Estos resultados permitieron hacer sugerencias de políticas destacando las necesidades específicas de cada región. Concluimos que este enfoque “bottom up” da al índice un valor que refleja las condiciones individuales y las interacciones que afectan la vulnerabilidad que otros índices derivados de datos de mayor escala son incapaces de proporcionar.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

14. Potencial de mitigación del cambio climático por la conservación de los manglares de cuatro áreas naturales protegidas de la península de Yucatán, México

Astrid Helena Huechacona Ruiz¹, Jorge Alfredo Herrera Silveira¹, Claudia Teutli-Hernández², Andrea Camacho-Rico¹, Siuling Cinco-Castro¹, Heimi Us-Balam¹ y Eunice Pech-Poot¹

¹Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional

²Escuela Nacional de Estudios Superiores de la Universidad Nacional Autónoma de México

La conservación y restauración de los ecosistemas de manglar representa una valiosa estrategia para la mitigación y adaptación del cambio climático global. Sin embargo, son pocos los estudios que cuantifiquen el potencial de mitigación de manglares, que incluyan información específica de diferentes regiones. En el presente estudio se cuantificó el potencial de mitigación debido a la reducción de emisiones de carbono derivadas de la deforestación en cuatro Áreas Naturales Protegidas de la península de Yucatán: Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, Reserva de la Biósfera Ría de Celestún y Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté. El potencial de mitigación por reducción de la deforestación se estimó considerando el histórico de pérdida de cobertura entre 1981 y 2010 y los almacenes de carbono observados en cada ANP. El almacén de carbono (aéreo y subterráneo) en los manglares de las cuatro ANP se encontró entre 481 ± 164 y 573 ± 471 Mg C ha⁻¹ (Yum Balam y Celestún, respectivamente). La pérdida de cobertura de manglar osciló entre 16.3 ha año⁻¹ (Celestún) y 54.9 ha año⁻¹ (Sian Ka'an). En un escenario de conservación, cada una de las áreas naturales protegidas podría evitar anualmente entre 34,262 y 86,948 Mg CO₂e. Los resultados de este estudio ratifican la importancia del fortalecimiento de estrategias de conservación de los manglares como aliado indispensable en la búsqueda de soluciones sostenibles para enfrentar el cambio climático en la península de Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15. Potencial de restauración de manglares en Yucatán como una solución basada en naturaleza

Diana Cisneros de la Cruz¹, Claudia Teutli-Hernández², Siuling Cinco-Castro¹, Helena Huechacona-Ruiz¹, Juan Mendoza- Martínez¹, Oscar Pérez-Martínez¹, Javier Robles-Toral¹, Israel Flores-Puerto¹, Frida Castillo-Infante¹, Teresa Mora-Ortiz³, José Luis Cortés-Esquivel¹, Heimi Us-Balam¹, Eunice Pech-Poot¹, Silvia Ramírez-García¹, Yaxíri Aguilar-López¹, Lucía Guerra-Cano¹, Reymundo Ku May¹, Jahir Morales- Castellanos¹, Ameyali Moreno Martínez¹, Jorge Herrera Silveira¹

¹Laboratorio de Producción Primaria, Departamento Recursos del Mar, CINVESTAV, Unidad Mérida. ²Escuela Nacional de Estudios Superiores, Mérida, UNAM. ³Instituto de Ingeniería, Sisal, UNAM.

Los manglares proporcionan servicios ecosistémicos que han sido valorados hasta en 194 mil dólares por hectárea al año. Entre los servicios que proporcionan destaca la protección de las costas y su importante contribución para la mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático. En México, la península de Yucatán tiene el 60% de la cobertura de manglares, siendo Yucatán el tercer estado con mayor extensión; sin embargo, también el que tiene mayor tasa de pérdida a nivel nacional. En el marco del proyecto Chaac se determinó la extensión total de manglar, se identificaron 117,863 ha, de las cuales el 32% se encuentran degradadas y con el potencial de ser restauradas. Estos resultados contrastan con el 1% reportado por CONABIO, destacando la importancia de elaboración de mapas regionales y locales con mayor precisión. La degradación del manglar en el estado ha ocurrido principalmente por la salinización del paisaje, causado por la construcción de caminos, carreteras, dársenas y pasos de agua insuficientes o mal diseñados, aunado al impacto de eventos hidrometeorológicos. La restauración de manglares en Yucatán es una solución basada en naturaleza que contribuye a la mitigación del cambio climático, evitando la emisión de CO₂ por la degradación, y por otra capturando el carbono resultado de la recuperación de la vegetación y el suelo. En Yucatán, la restauración de manglares representa la remoción de aproximadamente 1 millón de toneladas de CO₂e anuales. Además de contribuir a la disminución de la vulnerabilidad y alternativas económicas para las comunidades costeras.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

16. Capacidad de almacenamiento y emisiones de carbono evitadas en manglares en proceso de restauración: progreso, Yucatán

José Luis Cortes-Esquivel¹, Ameyali Moreno-Martínez¹, Jorge Herrera-Silveira¹ y Claudia Teutli-Hernández¹

¹ Departamento de Recursos del Mar, Laboratorio de Producción Primaria, CINVESTAV Unidad Mérida, Km 6, Antigua Carretera Mérida-Progreso, Cordemex, 97310, Mérida, Yucatán, México.

Los manglares representan uno de los almacenes más importantes de carbono en el mundo. Su importancia reside en su contribución en la mitigación del cambio climático con la captura y almacenamiento de CO₂. Sin embargo, son amenazados por deforestación y cambio de uso de suelo para actividades económicas, lo que ha repercutido en la degradación de más de 20,000 ha en Yucatán. Por ello, se han propuesto acciones de restauración en diferentes sitios de Yucatán, con la finalidad de mitigar los efectos del cambio climático. El objetivo fue identificar el potencial de almacén de carbono de los manglares de Progreso y estimar las emisiones evitadas de CO₂ en manglares en proceso de restauración. Se muestrearon 25 parcelas en el manglar de la ciénega de progreso. Como resultado de las acciones de restauración en el sitio mostró la contribución en la mitigación de GEI, principalmente de CO₂, con valores de almacenamiento de hasta 107 Mg C h⁻¹. Tomando en cuenta la superficie restaurada de 66.5 ha, representaría un total de 26,211 Mg CO₂e. Esto equivale a las emisiones de CO₂ por uso de combustible fósil de 7,200 personas al año, lo que se podría traducir en la compensación de las emisiones de casi todos los habitantes de Celestún. Se concluye que es de suma importancia generar proyectos de restauración de manglares, ya que si no se generan acciones de restauración podría liberarse este CO₂ a la atmósfera por degradación, así como perder la capacidad de almacenamiento de carbono en los manglares.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

17. Efecto de una tormenta tropical atípica (Cristóbal) sobre la condición de manglares en una zona de Dzilam de Bravo, Yucatán.

Juan E. Mendoza Martínez¹, Juan Andrés Mauricio¹ y Jorge A. Herrera Silveira¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. CINVESTAV-IPN. Laboratorio de Producción Primaria. Antigua Carretera a Progreso Km.6, CP 97310 Mérida Yucatán.

El cambio climático (CC) ha provocado un aumento significativo en la intensidad y frecuencia de eventos hidrometeorológicos extremos, lo que representa un desafío para los ecosistemas costeros en todo el mundo. En particular, los manglares, valiosos ecosistemas costeros que contribuyen a mitigar los efectos del CC, pueden verse impactados por estos cambios. En este trabajo, evaluamos el impacto de la tormenta tropical atípica Cristóbal en 2020 en los manglares de la zona de Dzilam de Bravo, Yucatán, utilizando imágenes multiespectrales tomadas con drones en tres momentos distintos: antes (2019), durante (2020) y posterior (2021) a la tormenta. Las imágenes de los tres momentos se procesaron para obtener un área de análisis de 17.5 ha con una resolución de 5 cm por píxel. Se estimaron tres umbrales a partir del índice de vegetación NDRE para caracterizar la condición del manglar (manglar sano, manglar impactado, manglar muerto). La tormenta Cristóbal impactó un área total de 2.31 ha. Entre 2019 y 2020, 2.02 ha fueron defoliadas debido a los vientos, y entre 2020 y 2021, 0.29 ha se degradaron debido a cambios en la salinidad y niveles de inundación. Este estudio resalta la necesidad de utilizar parámetros como índices espectrales obtenidos con drones de alta precisión para comprender y mitigar los impactos negativos de los eventos hidrometeorológicos extremos. Además, proporciona una visión crucial sobre los efectos del cambio climático en los manglares de la región.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

18. Manglares y eventos ciclónicos

Juan Enrique Mendoza Martínez

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional

Aunque la Península de Yucatán se considera una sola región, existen importantes diferencias a nivel climático (p. ej. gradiente de humedad, frecuencia de eventos ciclónicos), geomorfológicas (p. ej. microtopografía, tipo de suelo), así como de procesos ecológicos (p. ej. hidroperiodo, nutrientes), que brindan diferentes características a los manglares de la región, creando diferentes tipos ecológicos (p. ej. del tipo chaparro, de franja). En cada localidad, las características de los manglares poseen particularidades en altura, densidad y DAP, pudiendo ser respuesta adaptativa a la frecuencia de la incidencia de eventos ciclónicos. Respecto al impacto de ciclones sobre los manglares, se estudiaron cinco casos que tienen diferencias notables en las características de los manglares. Esto es altamente relevante, ya que el uso del NDVI resultó no ser tan sensible para la detección de cambios cuando bajo ciertas condiciones (agua con manglares poco densos), pudiendo enmascarar cambios importantes. Por ello, se recomienda el uso de otros índices como el Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI) o el Diferencia Normalizada de Borde Rojo (NDRE), para casos como éstos que puedan servir de manera complementaria. Aunque la Península de Yucatán sea una misma región existe alta variación en las características climáticas de las localidades que se reflejan en características de los manglares, y muy probablemente, en las diferencias de factores que influyen en la capacidad de resiliencia de estos en cada localidad. La condición pre-existente es determinante para la recuperación (total o parcial) o no, del manglar tras un evento ciclónico.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

19. Almacenes de carbono en manglares: Una oportunidad para evitar emisiones a escala local.

Siuling Cinco Castro, Jorge Herrera Silveira, Claudia Teutli Hernández, Eunice Pech Poot,
Heimi Us Balam, Héctor Hernández Núñez, Jorge Montero Muñoz.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN - Unidad Mérida

El carbono azul se captura y almacena en los ecosistemas costeros. Los manglares almacenan más carbono por área que otros ecosistemas terrestres, sobre todo cuando se considera el almacén subterráneo, donde el carbono permanece almacenado por largos períodos. En la zona norte de la Reserva de la Biósfera Ría Celestún (ZN-RBRC), el almacén de carbono total es de 434.6 Mg C ha⁻¹, del cual el 81% se encuentra en el suelo (354.5 ± 186 Mg C ha⁻¹). Sin embargo, se debe tomar en cuenta la variabilidad de los tipos ecológicos de manglar: los manglares chaparros tienen almacenes de 214 Mg C ha⁻¹ y los de petén presentan almacenes de 684 Mg C ha⁻¹. Considerando la extensión de manglar en la ZN-RBRC (22,263 ha), estos ecosistemas poseen 9.7 TgC, lo que equivale a 35.5 MtCO_{2e} contenidos en las estructuras aéreas y subterráneas de los manglares. Sin embargo, estas estimaciones varían de acuerdo con los datos de extensión oficial de CONABIO, CONAFOR e INEGI, resultado en 29.8, 32.2 y 29.3 MtCO_{2e}, respectivamente. Se requiere 1) estimaciones locales de carbono, 2) considerar la variabilidad interna del ecosistema en las estimaciones, y 3) generar productos cartográficos más precisos. Esto permite que las estimaciones de carbono sirvan como insumos adecuados cuando se trata de medidas de compensación y de otros compromisos internacionales.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

20. Impacto de eventos hidrometeorológicos asociados al cambio climático sobre áreas de manglar en la costa de Yucatán: Dzilam de Bravo

Mora-Ortiz, Teresita de Jesús¹; Salles, Paulo¹; Herrera-Silveira², Jorge A.; Teutli-Hernández, Claudia³; López-González, José¹ & Torres-Freyermuth, Alec¹

¹Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-Sisal); ²Laboratorio de Producción Primaria del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida; ³Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación de la Facultad de Ciencias en Sisal, Yucatán. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM-Sisal); ⁴Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera

Los manglares son ecosistemas importantes y diversos que albergan numerosas especies de flora y fauna; ofrecen servicios ecosistémicos vitales para las comunidades locales. Su distribución en las costas depende de la hidrodinámica del lugar; por lo que, la topografía del sitio, disponibilidad de agua y su grado de salinidad son cruciales para incentivar la capacidad de resiliencia de estas especies. Sin embargo, estos ecosistemas están amenazados por el cambio climático, incluido el aumento del nivel del mar, la erosión costera y eventos climáticos extremos, que a nivel global genera preocupación por su supervivencia.

Es necesario implementar medidas más efectivas para conservar y proteger los manglares; que se basen en un entorno hidrológico en equilibrio. De ahí que, esta investigación propone identificar la relación entre el cambio de área de cobertura de manglar y la variabilidad de los patrones hidrometeorológicos del ecosistema costero Dzilam de Bravo, tomando en cuenta posibles eventos asociados al cambio climático (sequías, inundaciones, nortes y tormentas); así como, la vulnerabilidad ante procesos antrópicos en la zona.

Los escenarios del modelo numérico desarrollado para el sitio han demostrado que la relación hidrológica que favorece el intercambio de flujos dentro de la Ciénega, es aquella donde no se compromete la conectividad del ecosistema con los flujos del mar y cuerpos de agua contiguos. Haciendo evidente que, aun bajo condiciones de estrés; garantizar la cantidad y continuidad del flujo mediante acciones de estabilidad sedimentaria de la boca y trabajos de reconexión hídrica (red de canales, construcción y desazolve de pasos de agua) reduce la vulnerabilidad del manglar y permite la preservación (o aumento) de su área de cobertura.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

21. **Potencial de restauración arrecifal en corales blandos (*Gorgoniidae* y *Plexauridae*) a través de viveros artificiales**

Baeza-Márquez Dulce¹, Villegas-Hernández Harold¹

¹ Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimná, Mérida CP 97100, México.

En las últimas décadas, se ha documentado una degradación y pérdida de cobertura coralina debido a factores derivados de actividades antropogénicas como son el calentamiento y acidificación de los océanos, la tasa acelerada de desarrollo costero, y la sobreexplotación de recursos pesqueros arrecifales, por lo que, en respuesta a la alarmante situación se han buscado alternativas que permitan recuperar la integridad funcional de estos ecosistemas a través de la restauración coralina. En este ámbito los corales duros representan un grupo de organismos altamente estudiado, sin embargo, los octocorales también conocidos como corales blandos tienen de igual manera un papel importante en el ecosistema y representan un grupo bioindicador de perturbaciones en el medio, además de mostrar una alta resiliencia y una tendencia a dominar el arrecife en condiciones de estrés. Dicho esto, se puede suponer que estos representan una alternativa para los procesos de restauración coralina, tales como algunos representantes de las familias *Gorgoniidae* y *Plexauridae*. En el presente estudio se emplearon fragmentos de oportunidad de 4 especies de octocorales, *Antillologorgia rigida*, *A. bipinnata*, *Pseudoplexaura flagellosa* y *Plexaura homomalla*, que fueron sujetos en una estructura hundida, para el posterior monitoreo de supervivencia y crecimiento, con la finalidad de transferir las colonias sobrevivientes directo al sustrato y así conocer cuál de las especies sería la más idónea para la restauración. Se propone: 1) Determinar la viabilidad de restauración ecológica de otras especies coralinas; 2) Diseñar una guía de manejo de octocorales para su uso en viveros artificiales en arrecifes coralinos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

22. Cambios estacionales en la distribución y abundancia de la medusa invertida, *cassiopea xamachana*, en la caleta de xel-há y su relación con los parámetros fisicoquímicos del agua

Herrera-Martín Ivanna¹, Manzanero-Vázquez Eddie², Monroy-López Juan Carlos¹, Diana Aguilera Rivera³, López-Aguilar Korynthia⁴, Villegas-Hernández Harold¹, Raigoza-Figueras Rodolfo², Pech-Puch Dawrin^{1,3}

¹Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimná, Mérida CP 971000, México.

²Departamento de Conservación de Grupo Xcaret, Carretera Chetumal Puerto Juárez, Km 282. Municipio de Solidaridad, Playa del Carmen, Quintana Roo, CP 77710, México.

³Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (ENES Mérida), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carretera Mérida-Tetiz km 4.5, Tablaje, Catastral No. 6998, Municipio de Ucu CP 97357, México.

⁴Unidad de Química de Sisal, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Puerto de Abrigo, 97355 Sisal, Yucatán, México.

La medusa *Cassiopea xamachana* es una especie reconocida por poseer una alta capacidad de adaptación para prosperar en ambientes costeros. En este sentido y en los últimos años, se ha registrado un incremento en la abundancia de *C. xamachana* en la caleta de Xel-Há en Quintana Roo. Estos episodios de proliferación de medusas pueden estar relacionados con varios factores que parecen estar interactuando, principalmente cambios en las variables fisicoquímicas del agua, tal como el aumento de la temperatura. Este tipo de escenarios del cambio climático junto con la presencia excesiva de nutrientes procedentes del sargazo o actividades antropogénicas pueden exacerbar de manera desproporcionada las proliferaciones masivas de *C. xamachana* en la costa. Durante el presente estudio se han detectado cambios espaciotemporales en la abundancia y distribución de frecuencias por tallas de los ejemplares, asimismo, cómo su relación con los factores externos puede influir en la variación de la estructura poblacional y a su vez repercutir en la estructura de las comunidades faunísticas de la caleta. Debido a esto y tomando en consideración la calidad de agua del sitio, se propone: 1) monitorear la abundancia de medusas y su impacto en la composición faunística, 2) determinar el factor detonante de la proliferación de las medusas en la caleta de Xel-Há, 3) implementar un plan de acción para la reducción de la carga de nutrientes.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

23. Cambios anuales en la biomasa y abundancia de peces loros (pisces: scaride) y su relación con la cobertura arrecifal en el contexto del cambio climático

Monroy-López Juan Carlos¹, Herrera-Martín Ivanna¹, Jesus Adrián Couoh Sosa¹, Pech-Puch Dawrin^{1,2}, Villegas-Hernández Harold¹

¹ Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimná, Mérida CP 97100, México.

² Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (ENES Mérida), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carretera Mérida-Tetiz km 4.5, Tablaje, Catastral No. 6998, Municipio de Ucu, Ucu CP 97357, México.

Las comunidades ícticas están siendo presionadas directa e indirectamente a causa del cambio climático. La pesca de organismos herbívoros y el incremento del aporte de nutrientes de origen antropogénico conducen de manera rápida y constante al dominio de macroalgas en muchos ecosistemas marinos y a su consecuente degradación; sumado al aumento de la temperatura y la acidificación del océano, los ecosistemas arrecifales se encuentran muy vulnerables hoy día. Los peces de la Familia Scaridae son organismos herbívoros que cumplen numerosas funciones en el arrecife, entre ellas el control de la proliferación de cobertura algal, proveyendo un sustrato que ayuda al reclutamiento coralino. La pesca indiscriminada de esta familia y falta de regulación, han desencadenado efectos dentro de la composición del arrecife. En el Caribe Mexicano se han detectado cambios en la abundancia y la distribución de la frecuencia de tallas, disminución de aproximadamente seis veces el valor de la biomasa total a lo largo de los seis años y un incremento del triple en la proliferación algal, causando un decremento en la cobertura coralina dentro del arrecife, el crecimiento algal parece estar ligado al incremento de la temperatura, la disminución de organismos herbívoros y el exceso de nutrientes por la escorrentía continental. Debido a la exposición de los problemas dentro del estudio se propone a) Desarrollo de programas de regulación de uso y aprovechamiento de los peces loro, b) Diseñar programas de educación ambiental y producción acuícola para reemplazar la sobreexplotación de estas especies por otras alternativas.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

24. Evaluación preliminar de productos naturales marinos como potenciales tratamientos de enfermedades en corales

Mariana Paulina Núñez-Pérez¹, Eloy Ramírez Mata², Eddie Alejandro Manzanero-Vázquez², Rodolfo Raigoza Figueras², Susana Eunice Calva-Pérez^{1,3}, Harold Villegas-Hernández¹, Dawrin Pech-Puch^{1,3*}

¹ Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimná, Mérida CP 97100, México.

² Departamento de Conservación de Grupo Xcaret, Carretera Chetumal Puerto Juárez, Km 282, Municipio de Solidaridad, Playa del Carmen, Quintana Roo, C.P.77710, México.

³ Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (ENES Mérida), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carretera Mérida-Tetiz km 4.5, Tablaje, Catastral No. 6998, Municipio de Ucú, Ucú CP 97357, México.

Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más diversos conteniendo alrededor del 25% de la biodiversidad marina, al mismo tiempo nos brindan una gran cantidad de servicios ecosistémicos, como la protección de la zona costera contra la erosión y recursos pesqueros. Actualmente, los arrecifes se han visto expuestos a una gran cantidad de estrés causado por actividades antropogénicas, entre estas la más preocupante es el aumento de la temperatura del mar, ocasionada por el cambio climático, lo que ha causado el blanqueamiento de corales, así como, un cambio en la composición microbial de los corales volviéndolos más susceptibles a ser hospederos de diversas enfermedades coralinas. En los últimos años se ha tratado estas enfermedades con fármacos de uso humano y hasta el momento han sido exitosos disminuyendo el tamaño y número de lesiones, sin embargo, no se sabe cómo estos medicamentos pueden llegar a afectar al ecosistema y al resto de las especies que lo habitan, o la resistencia del patógeno al medicamento. Con base en esto se plantea el uso de Productos Naturales Marinos (PNM) con actividades antibacterianas, antifúngicas y antivíricas (patógenos causantes de enfermedades de coral) para atender las enfermedades emergentes en los corales. Se propone: 1) Realizar bioensayos para evaluar la actividad de los PNM en corales enfermos. 2) Determinar si los PNM son una alternativa viable con el resto de la comunidad arrecifal para el tratamiento de enfermedades coralinas. 3) Reemplazar el uso de antibióticos de origen terrestre por PNM.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

25. **Madera transparente, una alternativa de material de construcción en el sureste mexicano con perspectiva sustentable**

David Canto Reyes¹, Pascual Bartolo Pérez¹, Milenis Acosta Díaz², Itzel Polanco Ortiz²

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Unidad Mérida

²Universidad Autónoma de Yucatán

La madera transparente ofrece varias ventajas que la convierten en un material prometedor para contrarrestar el cambio climático. En primer lugar, su producción implica el uso de madera renovable, lo que reduce la dependencia de los recursos fósiles no renovables utilizados en materiales de construcción convencionales. Además, también tiene un potencial significativo para mejorar la eficiencia energética de los edificios. Al permitir la entrada de luz natural, reduce la necesidad de iluminación artificial durante el día, lo que puede disminuir el consumo de energía eléctrica. Además, su baja conductividad térmica puede ayudar a mejorar el aislamiento, reduciendo así la necesidad de calefacción y refrigeración, lo que a su vez reduce las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de energía.

La madera transparente es un material novedoso con un gran potencial, cuyo proceso de fabricación consiste en eliminar la lignina, compuesto que le da a la madera su color característico y opacidad, e infiltrarla con un polímero transparente. El material resultante no solo es estéticamente atractivo, sino que también tiene propiedades mecánicas y térmicas superiores al vidrio tradicional.

Este trabajo presenta una metodología para la fabricación y caracterización de la madera transparente y evalúa su uso como alternativa de material de construcción enfocándose en comparar diferentes características de la madera típica del sureste mexicano.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

26. El manejo del sistema productivo alimentario Maya, economía y política pública: en el contexto del Cambio Climático y un mundo hiper-globalizado.

Javier Becerril

Facultad de Economía UADY

Existe un consenso global sobre los impactos negativos del Cambio Climático (CC), entre los más significativos se cuentan la pérdida irreparable de biodiversidad, y en particular de la agrobiodiversidad, con efectos adversos en la población humana que mantiene, conserva y depende de sistemas productivos: milpa, solar, animales de traspatio, apicultura y acceso a la selva (monte), entre otros sistemas, que es también la población más vulnerable en términos de pobreza y marginación. Además del CC, factores demográficos, económicos, sociales e instrumentos de política pública (PP) inciden sobre los cultivos de subsistencia, y particularmente sobre la Milpa Maya. Las comunidades Mayas, en Yucatán, no están exentas de los efectos del mercado global: precios internacionales, Covid-19 e invasión de Rusia sobre Ucrania, la inversión extranjera directa y la alta y rápida movilidad de personas y mercancías de y hacia la Península de Yucatán. Con fundamento en la teoría económica, el análisis de políticas públicas y el análisis empírico, se presenta este estudio sobre la milpa maya en Yucatán, un componente esencial del Patrimonio Biocultural.

El manejo del sistema productivo alimentario (agrobiodiversidad) Maya, agroecológico de facto, está conformado por los subsistemas: Milpa, Solar, Animales de traspatio, Apicultura, y gestión de la selva o localmente llamado “Monte” (MSAAM), como una muestra fehaciente del aprovechamiento de los servicios ecosistémicos; aprovechamiento que está estrechamente relacionados con la comunidad y su contexto local, nacional y global. Este conjunto de subsistemas productivos alimentarios MSAAM se caracterizan por la relación indisoluble entre: el humano y la naturaleza; i.e., el conocimiento ancestral (individual y comunitario), y la forma de habitar los territorios, articulado con la transferencia de conocimientos a través de un sin número de acciones de organizaciones públicas, privadas y de la sociedad civil. Los subsistemas productivos MSAAM se desenvuelven en un mundo altamente complejo, que reciben señales de mercado –entre la oferta y demanda de bienes y servicios—; señales de PP que frecuentemente resultan contradictorias entre sí, un ejemplo de ello: los programas enfocados en alta productividad que normalmente comprenden paquetes tecnológicos en su mayoría con altos subsidiados, entre ellos innovación: física (maquinaria, equipo, herramienta), química (fertilizantes, herbicidas y fungicida) y biológicas (semillas de alto rendimiento), contraria a los programas sobre el



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

cuidado y protección ambiental, del tipo agroecológico con prácticas sustentables, incorporación de abonos orgánicos, manejo de plagas, uso de semillas nativas, cosecha de agua de lluvia, entre otros. Un aspecto muy importante, es la ubicación geográfica de la Península de Yucatán, altamente vulnerable al CC, y la orografía: suelos kársticos, altamente permeables que permite la contaminación de los mantos freáticos de agua, de donde se aprovecha para beber y descargas de drenaje.

Los MSAAM se pueden caracterizar someramente:

- a) La Milpa Maya es un sistema agroforestal tradicional, formado por un policultivo que conforma un espacio vital dinámico de recursos genéticos. Se caracteriza por sus conocimientos y adaptaciones culturales, así como por su estrategia diversa basada en sembrar una gran variedad de plantas (maíz, frijol, calabaza y otros cultivos) y realizar múltiples actividades productivas. La condición actual con diferentes amenazas: i) abandono del campo, ii) desinterés de jóvenes para continuar su producción, iii) efectos del CC, sequías prologadas, escasez de lluvia y excesos de lluvia [tormentas tropicales y huracanes], iv) Proceso productivo intensivo en mano de obra y poco tecnificado, con diferentes etapas: roza, tumba y quema. Siembra, abono, deshierbe, fertilizar, cosecha, y almacenamiento de la producción.
- b) Solar (producción de traspatio), ocupa un lugar importante en el desarrollo económico de la unidad familiar, entre sus funciones: producción de alimentos, plantas medicinales, material para construcción, utensilios, forraje y otros productos destinados para cubrir necesidades familiares. Disposición de agua, riego, cosecha de agua de lluvia, composta, huerto y animales de traspatio (aves y porcícola).
- c) Animales de traspatio: gallina, pavo, cerdo, codorniz.
- d) Apicultura: una actividad importante para la generación de ingreso familiar: venta local, regional, nacional en internacional. Alimento familiar. Contribuye también al entorno florístico –milpa—y diversificación de la selva tropical. Apicultura un mecanismo de salud ambiental, Abejas Trigonas (*Apis mellifera*) y Meliponas (*Melipona* Spp).
- e) Acceso a la selva baja o “Monte”, su aprovechamiento es basto: para la construcción de la vivienda tradicional (Casa Maya); la vivienda está estrechamente relacionada con el Solar y el Monte, por los elementos y materiales que se requieren: más de 20 tipos de recursos maderables y vegetales para su construcción.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

27. Posibles efectos del cambio climático en la captura de camarón y jaiba en la ría de Celestún, Yucatán

Armando T. Wakida-Kusunoki

Centro Regional de Investigación Pesquera de Yucalpetén.

Instituto Nacional de Pesca

Los principales recursos que se capturan en la ría de Celestún son la jaiba *Callinectes sapidus* y el camarón *Penaeus spp.* Estos recursos son de importancia socio económica. Al ser especies con una dependencia a los ecosistemas estuarinos y costeros, sus abundancias están altamente influenciadas por variables hidrológicas. Para el caso de la cuenca de la Ría de Celestún, los modelos predictivos mencionan como principales efectos del CC serán: la disminución de la precipitación y número de frentes fríos, el aumento del nivel de mar, y de la velocidad de reflujos de marea. Para el caso de pesca de camarón, es posible que el CC provoque un incremento de las capturas a mediano plazo, como resultado del aumento de zonas y periodos de captura y para la pesca de jaiba, se estima que, al reducirse las zonas críticas de crianza, se presentará una disminución de la abundancia y un aumento de la capturabilidad, por lo que se podría esperar una disminución de las capturas en un mediano plazo. Para verificar los posibles efectos y recomendar acciones de mitigación de los efectos del CC, es necesario a) Continuar monitoreo biológico pesquero y de las condiciones ambientales claves para el desarrollo de estas poblaciones pesqueras, b) evaluar la aplicación de medidas de manejo para la reducción del esfuerzo pesquero en zonas y periodos claves para estas especies y c) promover la reglamentación y gobernanza en ambas actividades.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

28. Manejo y protección de las pesquerías secundarias en la costa de Yucatán: caso de estudio del balá (*Hypanus americanus*, *Chondrichthyes: Dasyatidae*).

Couoh Sosa Jesus Adrián¹, Monroy López Juan Carlos¹, Pech-Puch Dawrin^{1,2*}, Villegas-Hernández Harold^{1*}

¹ Departamento de Biología Marina, Universidad Autónoma de Yucatán, Km. 15.5, Carretera Mérida-Xmatkuil, A.P. 4-116 Itzimná, Mérida CP 97100, México.

² Escuela Nacional de Estudios Superiores Unidad Mérida (ENES Mérida), Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carretera Mérida-Tetiz km 4.5, Tablaje, Catastral No. 6998, Municipio de Ucú, Ucú CP 97357, México.

Los altos índices de esfuerzo pesquero en Yucatán han ocasionado una reducción en la abundancia de las capturas de los principales recursos pesqueros. Además, hoy día los pescadores de los diferentes puertos que conforman la costa de Yucatán están sufriendo las diferentes consecuencias económicas y ambientales del cambio climático, tales como el aumento de las temperaturas del océano, cambios en la dirección e intensidad de las corrientes y fenómenos naturales. En Yucatán la flota pesquera se divide en ribereña y mediana, siendo el Puerto de Progreso en donde más del 50% del volumen de captura es por la flota mediana, lo cual ha generado que exista una alta presión sobre los principales recursos marinos de peces (como meros y pargos) y algunos invertebrados (como el pulpo y la langosta). Ante este panorama, es de vital importancia iniciar con la implementación de nuevas medidas de manejo sobre aquellos recursos pesqueros secundarios con gran potencial, tal es el caso de la raya *Hypanus americanus* (balá), un recurso pesquero que presenta altos índices de captura dada su rentabilidad por el tamaño de los organismos y el bajo costo de inversión para su captura. Se propone: (1) Realizar un análisis de su pesquería a partir de los subproductos de la pesca, (2) Determinar la estacionalidad de las capturas, historia de vida y aspectos reproductivos de la especie, (3) Proponer estrategias de manejo de la pesquería, y (4) Realizar campañas de concientización en ambas flotas pesqueras para el mejor conocimiento de recurso y la pesquería.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEV

29. Impacto del incremento de la temperatura oceánica en la costa de Sisal-Yucatán, sobre el pulpo rojo *Octopus maya*, una especie de importancia comercial: Secuelas del cambio climático.

Norma Alejandra Plata-Díaz¹

¹Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.

La pesquería de pulpo es una de las más importantes del país, encontrándose dentro de los primeros cinco lugares a nivel mundial. De las dos especies de pulpo que sustentan esta pesquería, se encuentra el pulpo rojo *Octopus maya*, un organismo endémico de la Península de Yucatán. Esta especie es vulnerable a las alteraciones térmicas que presenta el ecosistema que habita debido al cambio climático. De acuerdo con los resultados encontrados en las diversas investigaciones realizadas en el pulpo rojo, se ha inferido que, si estas alteraciones ambientales sobrepasan la capacidad de respuesta de los organismos, presentarán daños que podrían ser irreversibles; afectando su sobrevivencia en el ambiente. Es por ello que se proponen los siguientes puntos como soluciones viables para mitigar los daños que ejerce el cambio climático sobre el pulpo rojo, *Octopus maya*: a) proseguir con el monitoreo de las poblaciones silvestres en las costas de Sisal-Yucatán; b) desarrollar pequeñas producciones acuícolas de pulpo rojo, que generen un ingreso económico para la comunidad pesquera de la zona; c) implementar programas de concientización dirigidos a pescadores; sobre el manejo del recurso pesquero y el posible panorama futuro de este; d) crear conocimiento sobre la importancia del cumplimiento de la veda para preservación y abundancia de la especie.



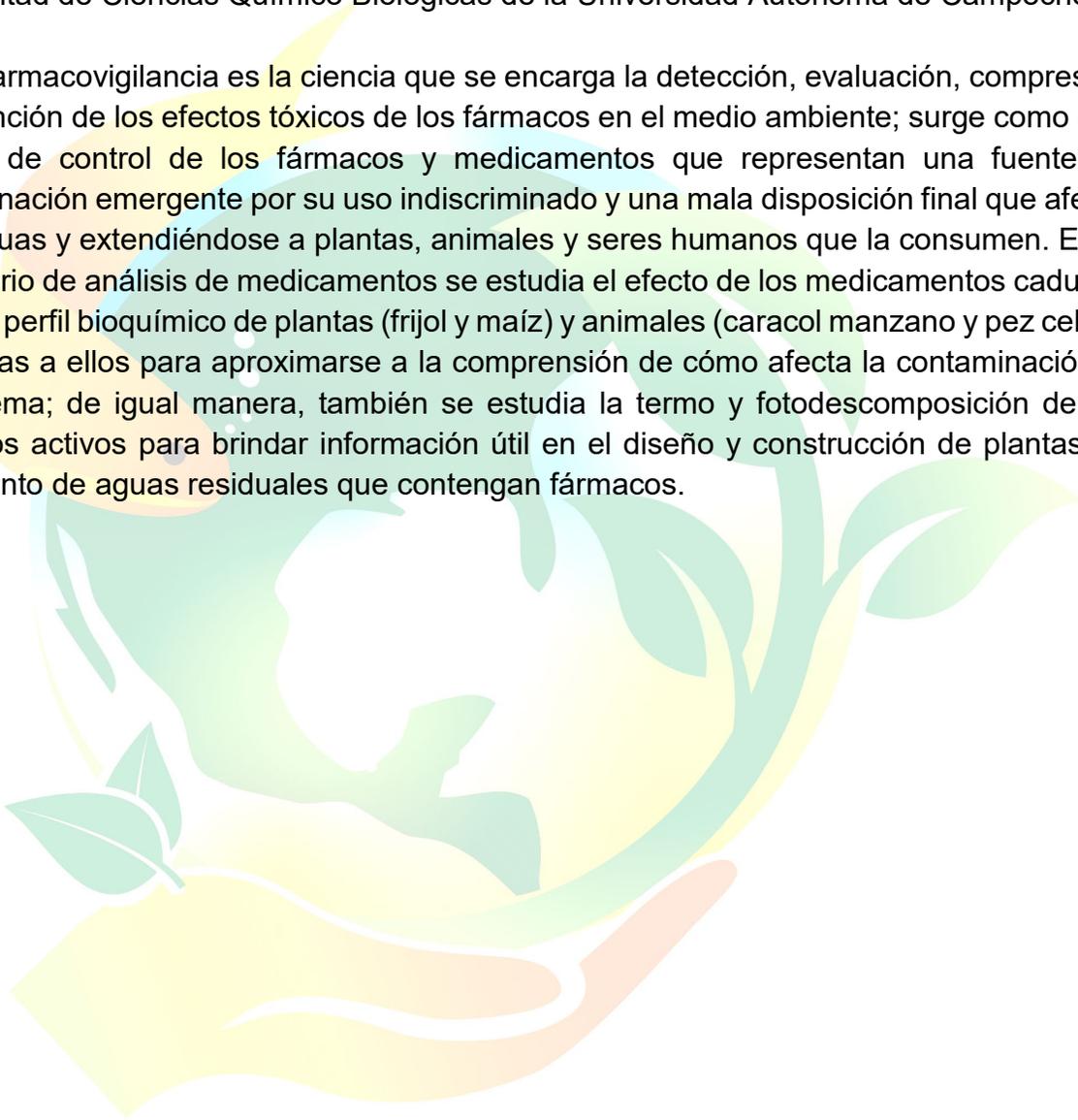
XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

30. Ecofarmacovigilancia de medicamentos caducos

Rafael Manuel de Jesús Mex Álvarez; María Magali Guillen Morales; David Yanez Nava;
Roger Enrique Chan Martínez; Edwin Román Chulin Canul.

¹Facultad de Ciencias Químico Biológicas de la Universidad Autónoma de Campeche.

La ecofarmacovigilancia es la ciencia que se encarga la detección, evaluación, comprensión y prevención de los efectos tóxicos de los fármacos en el medio ambiente; surge como una medida de control de los fármacos y medicamentos que representan una fuente de contaminación emergente por su uso indiscriminado y una mala disposición final que afecta a las aguas y extendiéndose a plantas, animales y seres humanos que la consumen. En el laboratorio de análisis de medicamentos se estudia el efecto de los medicamentos caducos sobre el perfil bioquímico de plantas (frijol y maíz) y animales (caracol manzano y pez cebra) expuestas a ellos para aproximarse a la comprensión de cómo afecta la contaminación al ecosistema; de igual manera, también se estudia la termo y fotodescomposición de los principios activos para brindar información útil en el diseño y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales que contengan fármacos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

31. **Descubriendo historias en la zona costera de Yucatán a partir de registros ambientales y sociales: estratigrafía de sedimentos recientes y herramientas de análisis espacial**

Dr. Misael Díaz Asencio, Gustavo Martín Morales y Elizabeth Álvarez Padilla

Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES). Unidad Mérida. UNAM

Los sedimentos se encuentran presentes en todos los sistemas acuáticos y son el resultado de la acumulación de materiales de diferente procedencia y composición en las zonas sumergidas o en la propia zona litoral. Por sus características la columna sedimentaria se convierte en un registro integral de los cambios ocurridos en una región a lo largo del tiempo, almacenando información sobre las características del ambiente en el momento de su formación. La Península de Yucatán posee una amplia zona costera, con cuerpos de agua poco profundos que brindan muchos servicios ecosistémicos pero muy vulnerables a los efectos de los cambios globales. En el trabajo se establece la relación existente entre el uso y cubierta del suelo (obtenido por análisis de imágenes y fotos aéreas) y la estratigrafía de los sedimentos recientes evaluado en diferentes sectores de la costa de Yucatán. Esta información se complementó con la memoria histórica de los pobladores de estos sitios logrando confluír el conocimiento natural (sedimentos, mapas), lo antropogénico (comunidad) y el imaginario popular (cultura) de la comunidad. Este tipo de evaluación empodera a la comunidad con herramientas de análisis espacial que los ayude a la toma de decisiones informadas y para el aprovechamiento sustentable desde lo local. Además, permite formular medidas de adaptación a partir de sus vivencias ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos y el aumento del nivel del mar (factores históricos del cambio climático).



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

PANEL 3

Presentaciones orales

1. Evaluación social de la inserción de mototaxis eléctricos para el transporte urbano en Mérida, Yucatán

Alfredo Arias Trinidad¹, Patricia Yolanda Contreras Poot¹, Rodrigo T. Patiño Díaz², Juan C. Chavarría Hernández³, Luis C. Ordoñez López³, Raúl Chiu Nazará¹

¹Universidad Modelo; ²Cinvestav - Unidad Mérida; ³Centro de Investigación Científica de Yucatán.

México se encuentra entre los primeros 10 lugares a nivel mundial en cuanto a emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en el sector transporte. En el país, el transporte es responsable de la emisión de 148 millones de toneladas de CO₂ y representa la segunda fuente de emisiones de GEI después de la generación de electricidad. El autotransporte, constituido principalmente por autos privados, contribuyen con el 80 % de las emisiones y es la principal causa del incremento en la demanda de energía. En este sentido, la electrificación del transporte vehicular en las próximas décadas se explora como posibilidad para disminuir el impacto ambiental. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la operatividad y la aceptación social del operario hacia mototaxis eléctricos para el transporte público en el estado de Yucatán, particularmente en los municipios de Umán y Ticul, y en la comisaría de Popolá, Valladolid. La transición hacia la electromovilidad está en marcha en el mundo, por lo que es vital generar políticas públicas integrales que promuevan la electrificación vehicular, de la mano de la industria automotriz y energética, junto con la sociedad, buscando la replicabilidad de este cambio en diferentes contextos locales.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

2. El Poder de Criminalizar el Ecocidio

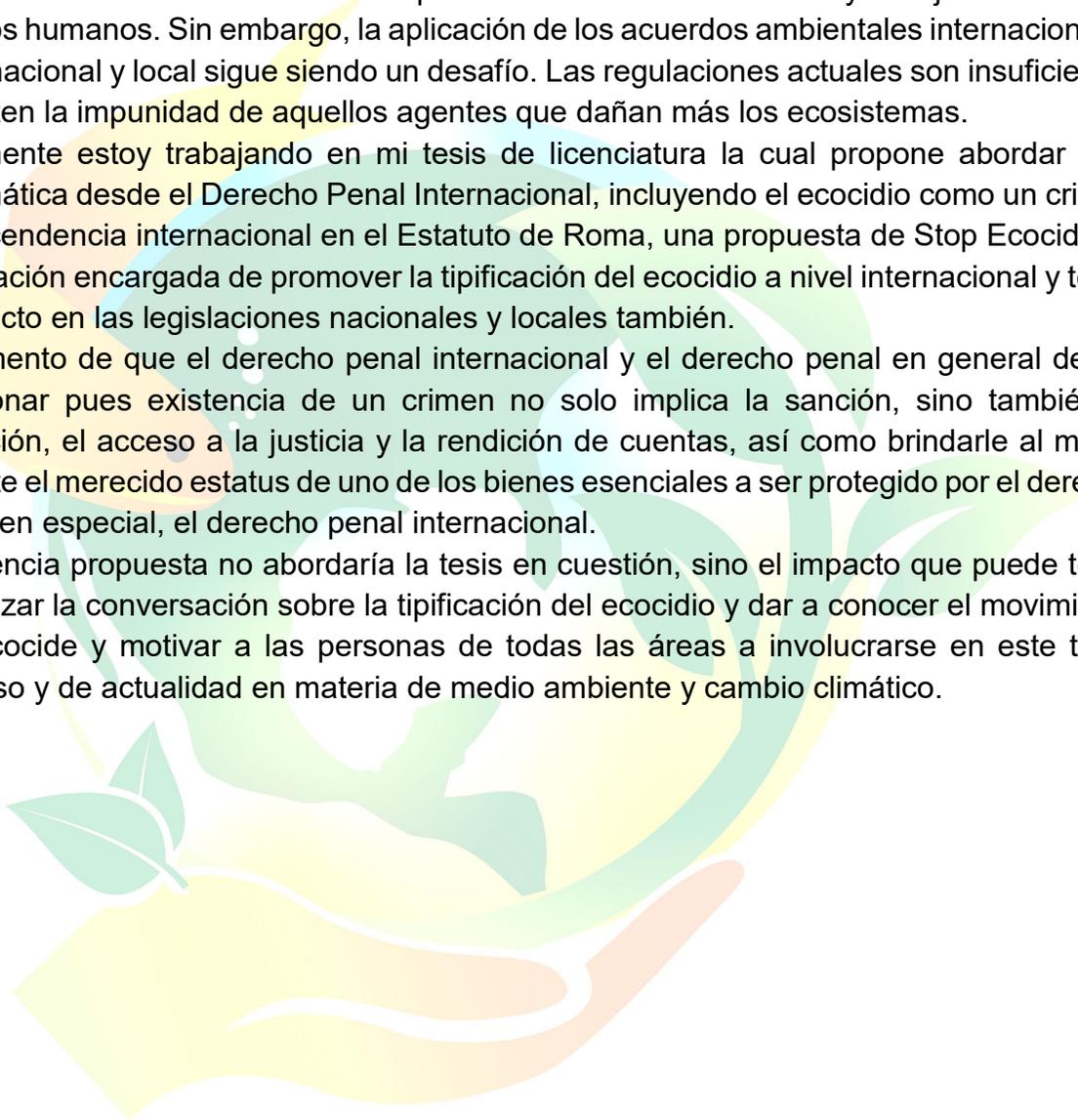
Ana Laura Moreno Méndez

El medio ambiente es fundamental para el desarrollo sostenible y el ejercicio de los derechos humanos. Sin embargo, la aplicación de los acuerdos ambientales internacionales a nivel nacional y local sigue siendo un desafío. Las regulaciones actuales son insuficientes y permiten la impunidad de aquellos agentes que dañan más los ecosistemas.

Actualmente estoy trabajando en mi tesis de licenciatura la cual propone abordar esta problemática desde el Derecho Penal Internacional, incluyendo el ecocidio como un crimen de trascendencia internacional en el Estatuto de Roma, una propuesta de Stop Ecocide, la organización encargada de promover la tipificación del ecocidio a nivel internacional y tener un impacto en las legislaciones nacionales y locales también.

Es momento de que el derecho penal internacional y el derecho penal en general deben evolucionar pues existencia de un crimen no solo implica la sanción, sino también la prevención, el acceso a la justicia y la rendición de cuentas, así como brindarle al medio ambiente el merecido estatus de uno de los bienes esenciales a ser protegido por el derecho penal y en especial, el derecho penal internacional.

La ponencia propuesta no abordaría la tesis en cuestión, sino el impacto que puede tener el empezar la conversación sobre la tipificación del ecocidio y dar a conocer el movimiento Stop Ecocide y motivar a las personas de todas las áreas a involucrarse en este tema novedoso y de actualidad en materia de medio ambiente y cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

3. Acciones referentes al diagnóstico del cambio climático sobre la actividad pesquera y sus repercusiones en la seguridad alimentaria en el puerto de Progreso, Yucatán.

Daniel San Roman Ávila¹ y Mariana Delgado García²

¹Universidad Abierta y a Distancia de México ²Tecnológico de Monterrey, Escuela de Ingeniería y Ciencias, Campus Guadalajara.

Actualmente la actividad pesquera ha sufrido diversas modificaciones, derivado de diferentes factores, entre ellos los causados por el cambio climático, lo que ha incrementado alteraciones en los patrones de conducta de organismos acuáticos y a su vez preocupaciones por la subsistencia de la comunidad del puerto de Progreso, Yucatán. El objetivo del presente trabajo fue realizar un diagnóstico de los principales factores que tiene el cambio climático con sus respectivas repercusiones en la seguridad alimentaria en el puerto de Progreso, Yucatán. Para ello se aplicó un instrumento cualitativo teniendo una población de n=72 pescadores; los resultados obtenidos están representados por tres áreas: datos generales de los pescadores, el cambio climático y la seguridad alimentaria. Basado en lo anterior se plantean acciones y/o propuestas: A) Proponer un programa de control de captura de las especies marinas que más se atrapan como derivado de la actividad pesquera, para evitar su extinción, B) Propiciar políticas de sanción para evitar la contaminación en mares y suelos a todas aquellas personas que contribuyan al calentamiento global. C) Establecer programas para implementar la seguridad alimentaria en los habitantes del municipio de Progreso. D) Desarrollar programas desde la educación básica y superior para el cuidado de los mares y protección de especies marinas que ayuden a mantener el equilibrio ecológico, E) Con ayuda de Universidades públicas, dotar de conocimientos científicos a través de cursos o talleres a los pescadores de Progreso para que tengan las herramientas necesarias y desempeñen con mayor eficiencia su trabajo.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

4. **Importancia de la incorporación de una perspectiva de equidad, derechos humanos y justicia social para la instrumentación de política pública y cambio climático**

Dolores Molina-Rosales, Mirna Isela Vallejo Nieto, Wilma Ruíz García y Francisco Gurri-García¹

¹Laboratorio de Antropología Ambiental y Género, El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Unidad Campeche

Durante la primera década de este siglo, en nuestro país se realizaron documentos importantes en materia de política pública en relación con cambio climático, como el primer Programa Especial de Cambio Climático a nivel nacional, posteriormente, cada estado se encargó de la elaboración de sus propios programas estatales para el tema. En el sureste de México, Tabasco fue pionero en incorporar la perspectiva de género para hacer operativa la ejecución de sus programas en materia de cambio climático. En esta ponencia les compartiremos la experiencia de El Colegio de la Frontera Sur en la elaboración de la primera (y hasta ahora única) Agenda de Género ante el Cambio Climático que existe en América Latina. Este documento surgió gracias a la colaboración de una secretaría de estado (SERNAPAM) y un proyecto transdisciplinario gestado en 2010, al interior de un centro público de investigación (ECOSUR), por lo que también queremos invitarles a identificar mecanismos de colaboración común, entre distintos sectores involucrados en la solución de problemas compartidos, incluyendo a la sociedad civil desde la elaboración de una agenda común. Finalmente, también nos interesa promover una reflexión sobre la importancia de incorporar desde la planeación de la política pública perspectivas que garanticen procesos equitativos, avalen los derechos humanos y promuevan la justicia social para atender las problemáticas sociales que surgen ante la presencia de fenómenos relacionados con cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

5. Políticas y acciones del gobierno en Mérida Yucatán, ante los objetivos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Una mirada al Desarrollo Social y Sostenible de la comunidad para las periferias de la región.

Martín Uriel Valdez Lima

Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES). Unidad Mérida. UNAM

El gobierno de Mérida se ha comprometido a abordar los objetivos de desarrollo sostenible y mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero. Implementado políticas y acciones para promover un desarrollo social y sostenible en la región. Incluyendo mecanismos de coordinación urbana, como supervisar el cumplimiento de normas ambientales en municipios y mejorar la conectividad mediante sistemas de transporte eficientes (B.R.T.). En términos de energías renovables, se ha promovido el uso de celdas fotovoltaicas en hogares y empresas, aprovechando la radiación solar abundante en la región.

Además, se ha construido un parque eólico en Progreso que representa una parte significativa del consumo de energía del estado. Estas iniciativas buscan reducir las emisiones y disminuir la dependencia de los combustibles fósiles.

El gobierno ha enfocado esfuerzos en el desarrollo de proyectos productivos en la región, brindando apoyo y educación a jóvenes y comunidades para satisfacer sus necesidades de autoconsumo e integrarlos en cadenas productivas.

Estas políticas y acciones promueven un desarrollo sostenible que mejore la calidad de vida, proteja el medio ambiente y contribuya a la mitigación del cambio climático.

Generado conciencia y participación ciudadana, especialmente entre los estudiantes, quienes han compartido su aprendizaje a través de diversos medios de divulgación.

En resumen, el gobierno de Yucatán se ha comprometido a abordar los desafíos del cambio climático y promover un desarrollo sostenible mediante políticas y acciones que incluyen coordinación urbana, uso de energías renovables y apoyo a proyectos productivos; estas iniciativas han generado conciencia y participación ciudadana.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

6. Propuesta para la reglamentación legal en el manejo de las dunas costeras de la península de Yucatán

Gabriela Mendoza González^{1*}, Alejandra Calzada Vázquez Vela², Jaime Villarreal², Carolina Rosales³, Fernando Secaira³, Calina Zepeda³, Melania C. López Castro⁴, Pavel E. Popoca Cruz¹, Frank Ocaña Borrego⁵

¹LANCIS, Unidad regional Mérida del Instituto de Ecología, UNAM, México; ²Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF); ³The Nature Conservancy (TNC); ⁴Pronatura Península de Yucatán A. C.; ⁵ENES-Mérida, UNAM.

Las dunas costeras son ecosistemas ubicados en la interfaz entre el mar y la tierra, por lo que son de los primeros en recibir el impacto de los fenómenos meteorológicos provenientes del mar. En la Península de Yucatán, estos ecosistemas son afectados por la creciente demanda de infraestructura costera. Además, son sumamente frágiles y vulnerables a los impactos del cambio climático como el incremento del nivel del mar y las tormentas tropicales. A pesar de funcionar como primera barrera de protección y ser reconocidos por regular los impactos del clima como inundaciones y erosión, en la actualidad no tienen atención especial en la legislación de la región. Debido a lo anterior, se conformó un esfuerzo entre entidades académicas y de la organización civil nacional e internacional con experiencia en la generación de conocimiento, asesoría y fortalecimiento de capacidades para el manejo y restauración de dunas costeras de los estados de Yucatán y Quintana Roo. Su objetivo es proponer ajustes en políticas públicas con el fin de proveer herramientas regulatorias para la protección, mantenimiento y recuperación de la cobertura vegetal nativa de dunas costeras, y recomendaciones para la construcción sustentable en y alrededor de ellas y así mantener los flujos sedimentarios imprescindibles para su conformación. Este trabajo refleja la importancia de la participación de personas expertas en el manejo de ecosistemas y en el diseño y mejoramiento de políticas públicas, contribuyendo a la sustentabilidad de las comunidades, la infraestructura y los ecosistemas, en particular en un contexto de cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

7. Ganadería de precisión regenerativa

Ing. Gregorio Cabrera Bernat

Director Agroinvc, Agroservicios Integrales Victoria SA de CV

La ganadería de precisión regenerativa es un método mediante el cual podemos producir carne y leche en equilibrio con el medio ambiente, en bienestar animal y con un producto de alto valor biológico.

En este sistema se evitan las quemas, el uso de agrotóxicos para los forrajes y en los animales derivados de la abamectina y ningún tipo de agroquímico para el control de ectoparásitos.

El sistema se basa en el correcto balance de los intereses de la vida del suelo (microorganismos), la fisiología vegetal y el bienestar animal. El objetivo es aumentar la oferta forrajera por metro cuadrado y con ello aumentar la captura de CO₂ a través de la fotosíntesis, llegando a capturar con este sistema de 15 a 20 toneladas de CO₂ por hectárea/por año. El uso de vehículos aéreos no tripulados (Dron) nos permite, a través de imágenes multiespectrales, conocer el contenido proteico, energético, minerales, digestibilidad de la fibra, cobertura y biomasa por metro cuadrado, permitiendo así dirigir una nutrición de precisión bajando costos en este segmento.

Es un sistema que no demanda grandes inversiones económicas, ya que la inversión por hectárea es alrededor de los \$2500 pesos. Y con esto podemos aumentar hasta 10 veces la producción por hectárea.

Siguiendo estos principios podemos ayudar al planeta a regenerarse sin dejar de alimentar a la población creciente del mundo.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

8. Fomentando la resiliencia urbana en Yucatán: aprendiendo del caso de Mérida.

Hector Becerril

Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías

México es considerado altamente vulnerable a la mutación climática: 68.2% de su población y 71% de su Producto Interno Bruto están expuestos al cambio climático. Más aún, 20% de sus municipalidades, sobre todo del sur y sureste del país, son consideradas de alta o muy alta vulnerabilidad ante los eventos climáticos extremos (Prieto-González 2020; Neri y Magaña 2016). De acuerdo con el Banco Mundial, esta vulnerabilidad aumentará ya que se espera que las temperaturas medias en México incrementen, mientras que la cantidad media de lluvias media decrezca (GFDRR, 2015). En este contexto, las ciudades juegan un rol esencial. Por un lado, estas impactan negativamente la sostenibilidad de los territorios (construcción de infraestructura y edificaciones), y sus dinámicas socioeconómicas, amplificando la vulnerabilidad social y los efectos del cambio climático. Sin embargo, de acuerdo con el IPCC (2018), las ciudades representan también uno de los cuatro sistemas críticos globales que pueden acelerar las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Consecuentemente, a nivel global se ha impulsado la resiliencia urbana como lo muestra la iniciativa 100 ciudades resilientes de la fundación Rockefeller y la campaña “Desarrollando ciudades resilientes”, de la UNDRR. En el caso de Yucatán, en 2017 se elaboraron las Estrategias Municipales para la Resiliencia Urbana (EMRU) a partir de una metodología híbrida propuesta y desarrollada por el IMPLAN Mérida. Esta ponencia tiene por objetivo presentar el análisis de las EMRU, considerando las lecciones aprendidas para fomentar la resiliencia urbana en Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

9. **Biocarbón: estrategia integral para la revalorización de residuos urbanos con mitigación del cambio climático e impacto social**

Erick A. Aguilera Cauich, Roxanna P. Ramirez López, Diana Cabañas Vargas y Julio C. Sacramento Rivero

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán.

En Yucatán, se promueve la descarbonización del consumo eléctrico y el incremento de sumideros de carbono con el objetivo de reducir emisiones y alcanzar la neutralidad de carbono. Por su parte, Mérida aplica estrategias dirigidas a varios sectores, incluyendo desechos sólidos. En este contexto, este trabajo propone un esquema de revalorización de residuos municipales de biomasa urbana (BUR) que representa un inmenso potencial para el secuestro de carbono, a la vez que se generan mercados internos de nuevos productos. El corazón de la propuesta es la conversión de BUR en biocarbón, el cual se utiliza como mejorador o recuperador de suelos agrícolas, principalmente. En 2021, se produjeron solamente en parques y jardines de Mérida, 1,258 t de BUR (base seca); esto se traduciría en un secuestro neto de 192 t CO₂eq, lo que equivale al ahorro de emisiones de 73,926 litros de gasolina o al carbono secuestrado por 2,870 árboles durante 10 años. Resultados previos de la estrategia comprueban que existen beneficios ambientales adicionales, en categorías como acidificación, eutrofización, toxicidad humana, y formación de smog. Se propone un programa piloto para convertir BUR en biocarbón para que: en el corto plazo, estimar los volúmenes de producción geotemporal de toda la ciudad y zonas periurbanas y definir la logística de recolección, acopio y transformación; a mediano plazo, generar programas comunitarios para el uso de biocarbón en la producción agrícola y la comercialización de excedentes; y a largo plazo, generar reglamentación y legislación que permita su escalamiento.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

10. Las Tarjetas de Reporte como herramientas para la toma de decisiones y gestión de Áreas Naturales Protegidas

Nuno Simoes^{1,2}, Karol Granados-Martínez², Elsa Noreña Barroso^{3,2}, Deneb Ortigosa², Armando Carmona-Escalante^{2,4}, Jorge Herrera-Silveira^{5,2}, Alec Torres Freyermuth^{6,2}, Paulo Salles Afonso de Almeida^{6,2}

¹Facultad de Ciencias, UMDI-Sisal; ²Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC); ³Unidad de Química en Sisal, Facultad de Química, UNAM; ⁴Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM; ⁵CINVESTAV-Unidad Mérida, ⁶Instituto de Ingeniería, UNAM.

Las Tarjetas de Reporte (TR) son herramientas de comunicación que se utilizan para evaluar el estado de salud de los socioecosistemas costeros. En el marco del Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera (LANRESC) se realizaron las TR de Sisal, Celestún y Arrecife Alacranes, ubicados en el estado de Yucatán, en colaboración con actores clave como el gobierno, la academia, la sociedad civil y el sector privado. Estas TR se realizaron en consenso con los actores mencionados, quienes identificaron indicadores clave sobre el desempeño del manejo y gobernanza de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que se encuentran dentro de los socioecosistemas costeros. Los resultados obtenidos de las TR en los socioecosistemas costeros de Yucatán, sugieren la necesidad de ampliar y mejorar las acciones de manejo y gobernanza tanto dentro como fuera de las ANP correspondientes. Estos resultados sirven de línea base para que las instituciones encargadas de la gestión de las ANP puedan a) implementar monitoreos de especies o variables clave, b) aumentar las acciones de vigilancia e inspección y c) diseñar estrategias complementarias con la academia en pro de eficientizar el presupuesto disponible por ambas partes. En resumen, las Tarjetas de Reporte del LANRESC son herramientas que permiten evaluar el desempeño de las ANP en cuanto a la gestión y conservación de los socio-ecosistemas costeros, proporcionando información valiosa para respaldar la toma de decisiones y la implementación de acciones que promuevan la resiliencia de estas áreas ante los desafíos del cambio climático.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

11. Acciones climáticas para la sustentabilidad de Yucatán desde la bioregión y biocultura

Mayanin, Sosa-Alcaraz¹, Regina, Mercado-Bustillos¹, José F., Sarmiento-Franco¹

¹Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Mérida. Ingeniería Ambiental y Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional.

La conciencia y entendimiento de los territorios son esenciales para la cultura climática. De hecho, considerando la complejidad que implica la educación ambiental, el tema de bioculturalismo y ecociudadanía es fundamental incluirlo en la elaboración de los planes y programas municipales e institucionales sobre la acción climática. Por eso, la participación, aprendizaje activo e ideas de jóvenes, familias, académicos, líderes sociales, órganos de gobierno, junta de pobladores y expertos en el área son invaluable para la construcción de un conjunto de estrategias y acciones viables ante el cambio en el clima. Se requiere una propuesta a nivel comisaría/municipio, donde tanto los ciudadanos como las instituciones públicas y privadas tienen la oportunidad de involucrarse en las soluciones y acciones sobre resiliencia, vulnerabilidad, efecto invernadero y calentamiento global. Esto permitirá a los participantes la habilidad de incrementar sus capacidades, a través de evaluar y elegir las mejores soluciones, emprender acciones, y aprender de las experiencias vivenciales y colaborativas. Para ello, la capacitación de líderes climáticos empresariales y municipales, desde la educación ambiental (bioregional y biocultural) e investigaciones inter y transdisciplinarias, serán elementos clave para que Yucatán responda ante el cambio climático. Esta propuesta también podría considerar algunas estrategias como: a) Observatorios sociales, culturales y climáticos desde la transdisciplina en los territorios y empresas regionales, b) Clubes climáticos y ambientales interdisciplinarios en las escuelas de las comisarías (ciencias básicas: biología, ecología o geografía, y también ciencias sociales y artes), c) Material didáctico y referencias sobre el cambio climático ad hoc a la identidad cultural y lengua maya.





XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

12. Promoviendo una alianza entre fundaciones y organizaciones latinoamericanas y caribeñas por el clima:

Tania Merino Gómez¹, Rudy Montero Mata², Odalys Aldana Mazorra³

¹Directora General de la Gerencia merinotania39@gmail.com. ²Fundación Climática IRIS, Presidente. Fundación Climática IRIS, ³Gerente de Asesoría Legal. Fundación Climática IRIS

Cuba, con esfuerzos propios y de la cooperación internacional, ha conseguido avanzar en su visión de desarrollo sostenible y mantener su alto compromiso con los esfuerzos globales para enfrentar el cambio climático y sus devastadores efectos. Como pequeño Estado insular del Caribe, se caracteriza por la alta vulnerabilidad climática de sus ecosistemas naturales y sociales, el desarrollo económico-social del país se hace cada vez más susceptibles a pérdidas económicas y de medios de subsistencia. Acciones como el Plan de Estado “Tarea Vida”, han encaminado estrategias nacionales, sectoriales y territoriales a la reducción de emisiones y al fortaleciendo de la capacidad de adaptación de las comunidades. La Fundación Climática IRIS, Unidos por el Clima como organización dinamizadora para el área ambiental con personalidad jurídica propia, pública, inclusiva y en alianza con organizaciones similares en Cuba, se enfoca en promover la gestión integrada de riesgos climáticos en el contexto nacional e internacional; la implementación de acciones climáticas con actores de la sociedad civil y la cooperación Sur-Sur, en particular con los estados insulares y países de la región latinoamericana. El objetivo con nuestra participación oral consistirá en exponer las bases para una Alianza entre Fundaciones y Organizaciones Unidas por el Clima para Latinoamérica y el Caribe, y extender su convocatoria a los interesados.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

13. **Sisal, hacía una ciudad sustentable y resiliente** José Luis Fernández Zayas¹, Deneb Ortigosa^{2,3} y Paulo Salles^{2,4}

¹ Instituto de Ingeniería, UNAM (Ciudad Universitaria); ² Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera LANRESC; ³ Instituto de Biología, UNAM; ⁴ Instituto de Ingeniería, UNAM (Sisal)

El equilibrio entre la sostenibilidad ambiental y el beneficio económico de las comunidades pocas veces se ha logrado. Sisal es una localidad costera en el noroeste de la península de Yucatán con una historia desde la época prehispánica y un primer auge en el siglo XIX como el principal puerto comercial de la región. Después de ser un centro de intercambio de mercancías, Sisal tuvo una vocación de pesca, de acuicultura con una granja camaronícola, seguida por la presencia UNAM como fuente de trabajos y servicios directos e indirectos. En 2020 Sisal fue nombrado Pueblo Mágico por parte de la Secretaría de Turismo acelerando el crecimiento inmobiliario, la demanda de espacios e insumos para el turismo de sol y playa y de movilidad, con pocos servicios de transporte públicos. Impulsado por el proyecto de Grupos Interdisciplinarios del Instituto de Ingeniería, UNAM, desde el 2022 se propuso una colaboración que involucra actores de la sociedad civil, academia, gobierno e iniciativa privada cuyo objetivo es el de identificar áreas de oportunidad que permitan encontrar una mejor calidad de vida para sus habitantes, sin demeritar o extinguir la riqueza ambiental que presenta Sisal, a través del trabajo en conjunto, utilizando los saberes y necesidades de la comunidad, como la experiencia y conocimiento de tecnologías y metodologías de vanguardia.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEX

PANEL 3

Carteles

14. Transformación de granjas porcícolas en agrosistemas productivos

Antonio Zumarraga y Juan Manuel Márquez

Grupo Porcícola Chapab

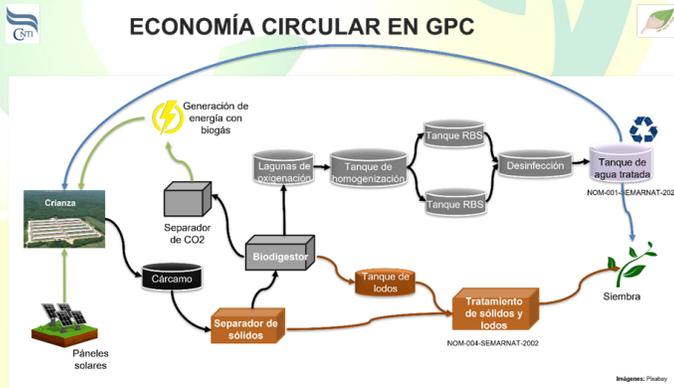
El grupo porcícola Chapab ha desarrollado una serie de estrategias para la transformación del sector porcícola a sistemas de bajo impacto ambiental.

Se presentan las estrategias que se han seguido para completar con el esquema de economía circular las cuales han sido pilar del desarrollo de una norma técnica ambiental publicada por el Gobierno del Estado de Yucatán.

El sistema implementado es referente a nivel internacional siendo el único en lograr una certificación integral en ISO 9001 y 14001. Este sistema se basa en las siguientes acciones:

- En la transformación de los residuos en materias primas para su aprovechamiento en otros procesos.
- En la generación negocios complementarios que demandan recursos humanos, impulsando la economía de la región.

En este sistema de aprovechamiento de recursos, el pilar es el uso de las cuatro "R": reducir, reutilizar, reparar y reciclar.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

15. Acciones referentes al diagnóstico de consumo energético en residencias: zona norte y sur del municipio de Mérida, Yucatán

Carlos Vázquez Encalada¹, Alfredo Arias Trinidad¹ y Daniel San Román Ávila²

¹Escuela de Ingeniería, Universidad Modelo Campus Mérida ² Escuela Nacional de Estudios Superiores, Universidad Nacional Autónoma de México-Unidad Mérida.

Este proyecto se centró en el diagnóstico energético en la zona norte y sur del municipio de Mérida debido a un crecimiento importante de población y por ende un incremento en las emisiones de CO₂ y de temperatura por el uso de equipos obsoletos; Estas dos zonas se resaltan como importante, según el geoportal de Yucatán desde el 2017 la zona norte tiene 1°C más que la sur de ahí de estudiar estas dos áreas. Los resultados con el censo y datalogger fueron que la zona norte comparado con la sur presenta un mayor consumo bimestral promedio de 2489.42 kW/h y 1341.25 kW/h generando una emisión promedio de 114.01 kg/CO₂/kW/h y 61.42 kg/CO₂/kW/h respectivamente según el coeficiente de correlación lineal ($R^2=1$) existe una fuerte relación del consumo energético con la emisión de CO₂. A partir de estos resultados algunas propuestas para mitigar el cambio climático en el estado son: A) En la zona norte sugerir a aquellas familias que tienen una economía superior a la del promedio colocar paneles solares, B) Evitar construcciones y generar espacios verdes para que las residencias usen con menor frecuencias equipos de alto consumo como son los aires acondicionados, C) Para ambas zonas sería importante el cambio o sustitución de equipos obsoletos para que los consumos de energía disminuyan y por ende se mantengan en bajas concentraciones la producción de CO₂. D) Generar políticas que permita a las familias yucatecas tener la posibilidad de adquirir tecnologías más amigables con el ambiente.



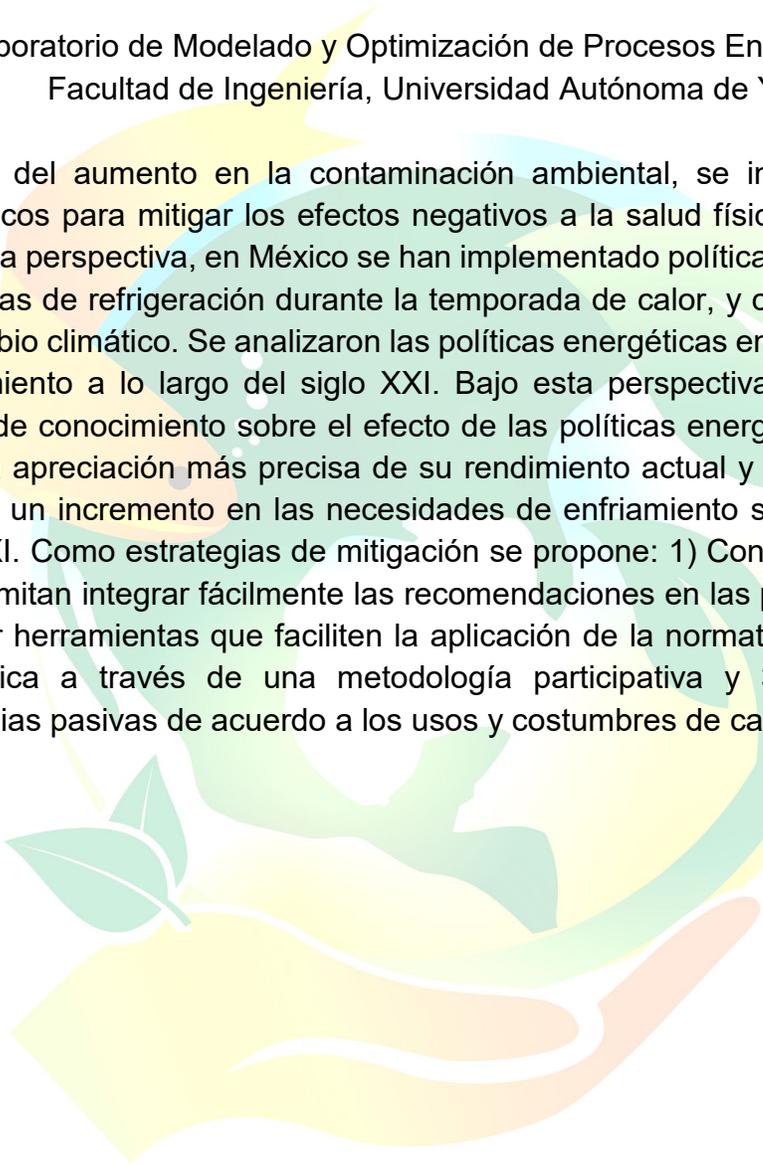
XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

16. Políticas energéticas para viviendas de interés social con clima cálido húmedo a lo largo del siglo XXI con enfoque en cambio climático

Claudia Eréndira Vázquez-Torres¹, José Gabriel Hernández Pérez¹, A. Bassam¹

¹ Laboratorio de Modelado y Optimización de Procesos Energéticos y Ambientales, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, México.

A partir del aumento en la contaminación ambiental, se implementaron compromisos energéticos para mitigar los efectos negativos a la salud física y mental de los usuarios. Bajo esta perspectiva, en México se han implementado políticas energéticas para disminuir las cargas de refrigeración durante la temporada de calor, y con ello, mitigar el fenómeno del cambio climático. Se analizaron las políticas energéticas en edificación, para evaluar su cumplimiento a lo largo del siglo XXI. Bajo esta perspectiva, los resultados reducen la laguna de conocimiento sobre el efecto de las políticas energéticas actuales en Yucatán, con una apreciación más precisa de su rendimiento actual y futuro en climas cálidos. Se observó un incremento en las necesidades de enfriamiento superior al 50% a finales del siglo XXI. Como estrategias de mitigación se propone: 1) Contar con políticas energéticas que permitan integrar fácilmente las recomendaciones en las primeras fases de diseño. 2) Generar herramientas que faciliten la aplicación de la normatividad vigente sin formación académica a través de una metodología participativa y 3) recomendar sistemas y estrategias pasivas de acuerdo a los usos y costumbres de cada región.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

17. Soluciones verdes para la ciudad blanca: implementación de infraestructuras basadas en ecosistemas para mitigación térmica en Yucatán

Rodrigo Méndez Alonzo

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C.

Yucatán es una de las entidades con mayor calidad de vida en el país y un modelo de sustentabilidad urbana para el resto de México. Sin embargo, tiene un alto riesgo de ocurrencia de ondas de calor, afectando la salud, la economía y el ambiente en el Estado. Presentaré diferentes soluciones basadas en ecosistemas para la mitigación térmica en el medio urbano estudiadas por mi grupo de investigación, las cuales pueden aplicarse para incrementar la infraestructura verde en las ciudades de Yucatán, contribuyendo a la mitigación y adaptación estatal al cambio climático antropogénico.

La flora de la Península de Yucatán puede funcionar para mitigar las islas de calor urbanas (ICU), que son el incremento en temperatura de las ciudades respecto al campo por los materiales de construcción. Las ICU pueden mitigarse mediante la implementación de diferentes estrategias, incluyendo:

1. Arbolado urbano. La conversión de lotes baldíos a parques de bolsillo puede detonar redes de áreas verdes urbanas que pueden funcionar como islas de frescor ante eventos extremos de calor.
2. Techos verdes y muros verdes: Esta infraestructura puede mejorar la calidad de aire y disminuir la isla de calor urbana, además de disminuir el consumo energético. Proponemos el uso de vegetación nativa de dunas costeras para establecer techos verdes, y de lianas nativas para muros verdes.
3. Generación de guía para infraestructura verde urbana que permita detonar el uso de vegetación como solución basadas en ecosistemas para mitigar los efectos del cambio climático antropogénico en Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETAY

18. La gobernanza de los sistemas vivos: tejiendo gobiernos conectivos

Eder J. Noda Ramírez

Universidad Autónoma de Yucatán

Elizabeth Kolbert habla sobre una sexta extinción en la era del Antropoceno, una premisa que se ha reforzado con las condiciones actuales del calentamiento global, además de las altas temperaturas, las altas emisiones de CO₂ o la contaminación del agua por la industria y los servicios de la actividad económica, son algunas causas importantes de la incidencia del hombre occidentalizado en el planeta tierra. Ante ello, los gobiernos actuales han estado pensado en un esquema de racionalidad moderna que deja fuera al entorno y lo que hemos llamado naturaleza, construyendo un dominio lógico-funcional que solo se acerca “ambientalmente” a la realidad, alejado de la vida planetaria; por tanto, las políticas planteadas en los últimos siglos solo obedecen a la lógica de acumulación del capital y al desarrollo “sostenible”.

Escobar reconoce que vivimos en una era de terracidio, lo cual pone en juego la prevalencia del ser humano y otras especies, y los gobiernos pensados en el Estado moderno no han dado con las soluciones efectivas a los problemas cada vez más complejos. Es así como surge la emergencia de plantear el objetivo de reflexionar sobre aquellos componentes que podrían ir perfilando una “gobernanza de los sistemas vivos”, pensada como una organización política del territorio, el entorno, la naturaleza y la interculturalidad, lo que permite abrir la conjetura de conectar a los procesos de gobierno a la vida misma.

Palabras clave: Gobernanza, Sistemas Vivos, Antropoceno, Calentamiento Global, Gobiernos Conectivos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

19. Retos del diseño de la envolvente arquitectónica asociados al consumo energético y gases de efecto invernadero

Gabriela de Jesús Bacelis Dorantes y Karen Estrella Martínez Torres

Universidad Autónoma de Baja California

El aumento de la temperatura como consecuencia del cambio climático combinado con las propiedades de los materiales utilizados en la envolvente de las viviendas de interés social, tiene como resultado espacios interiores con deficiencias de habitabilidad y una necesidad para mantener las condiciones ambientales dentro de los rangos de confort térmico, por lo que se suele recurrir al uso de equipos eléctricos para enfriamiento. El consumo de energía de los equipos para acondicionar el ambiente es elevado, a nivel nacional el porcentaje de energía que se consume para la refrigeración va en aumento. Para poder cubrir el alto consumo, la producción de energía registra un incremento lo que significa también una mayor producción de gases de efecto invernadero derivados de los combustibles fósiles que se utilizan. El mejoramiento del rendimiento térmico de la envolvente de las viviendas se convierte en un área de oportunidad para disminuir el consumo y producción de energía, así como la generación de gases de efecto invernadero. Las propuestas se dirigen a la caracterización de materiales de acuerdo a las condiciones climáticas de la península, determinar las propiedades termo físicas así con ópticas que favorezcan a la disminución del consumo de energía. Además de la selección de estrategias que permitan optimizar el ambiente térmico interior disminuyendo el consumo de energía para enfriamiento.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

20. **Herramientas digitales para el fomento de acciones de sensibilización que repercutan en la eficiencia energética y disminución del cambio climático**

Ignacio Miguel Luna Medina

Universidad Internacional Iberoamericana

En Campeche de acuerdo a datos nacionales se superan las 260, 000 edificaciones residenciales habitadas, las cuales tienen un patrón de consumo energético significativo durante todo el año. La tendencia de patrones de consumo en estos edificios se encuentra en aumento producto del cambio climático por lo que es imperativo generar proyectos de concientización a la población en materia energética. La iniciativa en este proyecto es el desarrollo de un software de fácil implementación el cuál permita concientizar a la comunidad en general sobre el excesivo requerimiento energético. Este proyecto se puede extrapolar en el sureste mexicano, particularmente la península de Yucatán. En esta región de acuerdo a reportes nacionales se duplica el consumo energético respecto a otras zonas del país con clima templado. A través de dicha propuesta se pueden promover estrategias y recomendaciones simples los cuales se puedan ejecutar de manera simple por las familias; dichas técnicas, sin embargo, tendrán gran aval técnico que permita disminuir el consumo energético y apoyar a combatir el cambio climático. Esta metodología se extrapolaría a diversos sectores, ejemplificando el sector hotelero. (Completar información) Este proyecto considera como pilar fundamental el marco normativa nacional e internacional en materia energética y medio ambiente.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

21. **Acciones de concientización sobre la importancia de la preservación de las plantas locales de Yucatán consideradas como “hierbas malas” para el bien climático, ambiental y cultural** Joaquín Armando Cámara Rivera

La flora local de estado de Yucatán se ha visto rechazada y desplazada como consecuencia de la pérdida de información a nivel cultural sobre sus posibles cualidades en beneficio de la salud del medio ambiente, su clima y los habitantes de la región yucateca. Aunado a la creencia sobre la falta de carácter estético para fines ornamentales en hogares y zonas públicas, se ha normalizado la creencia, de considerar como “hierbas malas” a la mayoría de las plantas locales, las cuales, son capaces de crecer fácilmente en el territorio yucateco sin la necesidad de un riego excesivo o diario como es el caso de muchas plantas introducidas a la región, únicamente con un fin ornamental, como los diferentes tipos de césped que necesitan de un riego constante para su preservación en él cada vez más riguroso clima yucateco.

A partir de la iniciativa del Ing. Joaquín Cámara, se ha llegado a la conclusión de que entre las posibles soluciones es necesario destacar las que sean más accesibles para el ciudadano común, de las cuales se encuentran:

- A) Permitir el crecimiento de la “hierba mala” local.
- B) Seleccionar una y experimentar con ella para brindarle un carácter ornamental.
- C) Investigar las propiedades de la planta seleccionada para una documentación personal.
- D) Difundir entre los vecinos la información.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

22. Principios de justicia frente al futuro climático en Yucatán

Joaquín Eduardo Franco Navarrete¹, Amarella Eastmond Spencer¹,
Rodrigo T. Patiño Díaz²

¹ Universidad Autónoma de Yucatán; ² Cinvestav Unidad Mérida

Yucatán es particularmente vulnerable a los efectos del Cambio Climático (CC). Sin embargo, prevalece una incipiente acción gubernamental para mitigar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), aunado a la débil regulación de los sectores más contaminantes y la falta de un seguimiento constante para cuantificar dichas emisiones. El CC no crea las desigualdades socioeconómicas, pero su impacto las acentúa y amplía de tal forma que son las personas más vulnerables y menos responsables las que más sufren las consecuencias. Estas personas merecen una mejor protección. Sabemos que tenemos que reducir rápida y drásticamente las emisiones de GEI de forma absoluta y que, si no se toman las decisiones fundamentadas en la justicia social, no tendremos éxito en evitar consecuencias catastróficas para muchas regiones y poblaciones del mundo. Por lo tanto, lo que se propone aquí son tres principios básicos que deben guiar la gobernanza, la formulación de políticas estatales y las acciones específicas. Estos principios son: 1) responsabilidad en la causa del CC - los que contaminan deben pagar; 2) transparencia - debe haber acceso abierto y fácil a toda la información relevante y participación igualitaria en las decisiones; y 3) rendición clara de cuentas, sin engaños ni cambios de reglas. En consecuencia, presentamos algunas acciones y mecanismos específicos relacionados con los presupuestos y huellas de carbono de personas y empresas, incluyendo el transporte público y sistemas distribuidos de energía solar, para poder contribuir a un combate efectivo y justo del CC en Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

23. Descarbonización por medio de la eficiencia energética en los edificios

María Milagrosa del Carmen Pérez Sánchez

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán

La descarbonización de los edificios mediante la eficiencia energética es crucial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Según el informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente, los edificios, en su fase de uso, son responsables del 15% de las emisiones totales. Sin embargo, esto no solo se debe al consumo de energía en la fase de uso, sino también al transporte de materiales, empleo de gases fluorados, generación de residuos y fabricación de materiales, como el cemento que contribuye al 5% de las emisiones totales de GEI. Para abordar esta problemática, es fundamental considerar tanto el consumo energético durante la vida útil de los edificios como los impactos asociados a su construcción. En nuestro país, no solamente no se consideran estos aspectos sino tampoco se implementan medidas de eficiencia antes de proceder a la instalación de sistemas de aprovechamiento de energías renovables.

En este contexto, propongo como medida inmediata la evaluación energética de los edificios a los que se les instale un sistema de aprovechamiento de energía renovable y verificación del cumplimiento de la normatividad correspondiente. A mediano y largo plazo, todo edificio para residencias, oficinas y comercios debe ser evaluado energéticamente con el fin de asegurar el desempeño energético eficiente de la envolvente y los edificios nuevos deben participar de la máxima eficiencia energética y llegar al estándar PASSIVHAUS o edificio de consumo cero de energía neta.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

24. Acciones y buenas prácticas para uso eficiente de la energía en la búsqueda de la satisfacción térmica y la reducción del costo del recibo de luz en la península de Yucatán

M. Jiménez Torres^{1,2}, O. May Tzuc³, Jorge Chan³

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, ²Universidad Internacional Iberoamericana, ³Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche

De acuerdo a datos del INEGI, actualmente la Península de Yucatán supera las 600, 000 viviendas habitadas, las cuales destinan un porcentaje significativo en la climatización de sus espacios internos. Esto es causado por las características de la región, la cual se supera los 30 °C, superando hasta los 36 °C en algunos momentos del día. Lo anterior es preocupante dado que se tienen estimaciones que en los próximos años existirá un aumento de la temperatura global de entre 2 °C – 4 °C, incrementando de un 20 % a un 50 % la demanda de energía para climatización en zonas tropicales. Esto afecta las emisiones de contaminantes y repercute al dinero destinado por la familia en el pago de electricidad afectando la economía familiar. Por ende, la presente iniciativa propone la siguientes estrategias para la mitigación de estos efectos y contrarrestar el aumento de la temperatura al interior de la vivienda debido al cambio climático: a) el desarrollo de programas o políticas estatales que fomenten la vegetación en las viviendas reforestando grandes áreas constructivas permitiendo el sombreamiento de los espacios residenciales; b) Desarrollar políticas que fomenten la obligatoriedad del uso de sistemas pasivos en los techos o muros de mayor incidencia solar; c) Desarrollar programas de educación energética a la sociedad partiendo de acciones simples que deriven en el decrecimiento del uso de equipos de refrigeración y contaminantes.



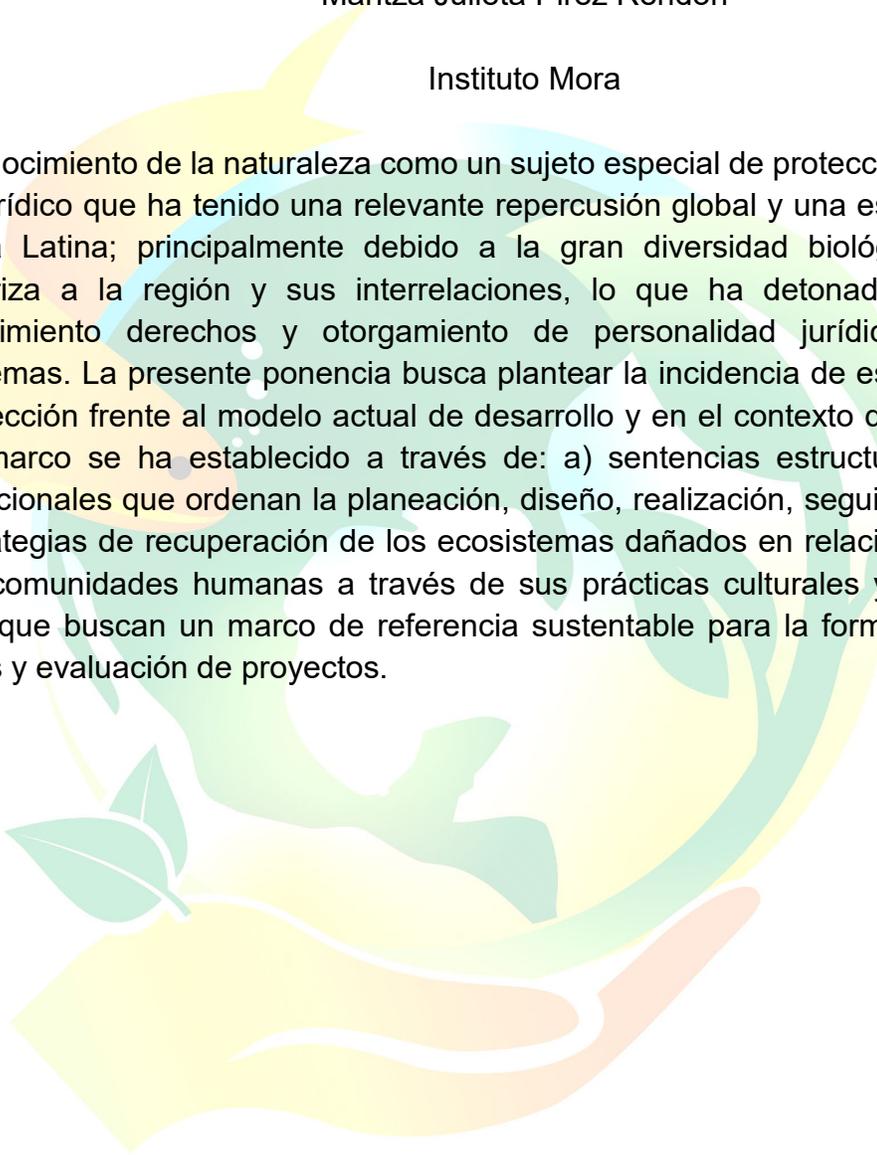
XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

25. El reconocimiento de la naturaleza como sujeto especial de protección ante los problemas socioambientales del modelo actual de desarrollo en el contexto del cambio climático

Maritza Julieta Pirez Rendon

Instituto Mora

El reconocimiento de la naturaleza como un sujeto especial de protección, es un fenómeno socio-jurídico que ha tenido una relevante repercusión global y una especial evolución en América Latina; principalmente debido a la gran diversidad biológica y cultural que caracteriza a la región y sus interrelaciones, lo que ha detonado en el progresivo reconocimiento derechos y otorgamiento de personalidad jurídica a determinados ecosistemas. La presente ponencia busca plantear la incidencia de este novedoso marco de protección frente al modelo actual de desarrollo y en el contexto del cambio climático. Dicho marco se ha establecido a través de: a) sentencias estructurales de tribunales constitucionales que ordenan la planeación, diseño, realización, seguimiento y evaluación de estrategias de recuperación de los ecosistemas dañados en relación con el desarrollo de las comunidades humanas a través de sus prácticas culturales y b) mediante leyes locales que buscan un marco de referencia sustentable para la formulación de políticas públicas y evaluación de proyectos.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

26. Una transición socioecológica justa para la región biocultural de Yucatán

Rodrigo T. Patiño Díaz^{1,2}, Jazmín Sánchez Arceo¹, Ivet Reyes Maturano¹

¹ Articulación Yucatán; ² Cinvestav – Unidad Mérida

La Península de Yucatán es una región que se reconoce como biocultural, es decir, que su población originaria y su entorno biodiverso han mantenido desde tiempos ancestrales una relación virtuosa, de respeto y reproducción mutua. Sin embargo, en distintos momentos, esta relación ha sido trastocada; especialmente en las últimas décadas, ha aumentado la vulnerabilidad de los sistemas socioecológicos locales frente a fenómenos globales como el desarrollismo neoliberal, la pandemia de COVID-19 o la Crisis Climática. Mientras que más de la mitad de la población del estado de Yucatán se autoreconoce como indígena, los conocimientos y modos tradicionales de vida son constantemente discriminados e ignorados, lo que se conoce como injusticia epistémica. También hay basta evidencia de la falta de garantía a los derechos humanos, particularmente a un medio ambiente sano, los de acceso a la información, participación y justicia ambiental, y el de las poblaciones originarias a decidir libremente sobre sus modos de vida presentes y futuros. En este contexto, es urgente avanzar hacia un sistema de gobernanza estratégico y eficaz que considere la participación plural y multicultural de sus poblaciones, abierto al diálogo continuo e integrado de sus conocimientos locales (tradicionales, científicos-tecnológicos e intergeneracionales), para construir una transición hacia propuestas de mitigación y adaptación climática. Este cambio de paradigma, dentro del marco de justicia ambiental, debe evitar decisiones verticales y con enfoques limitados o particulares, priorizando el bien común y reconociendo la inherente relación y dependencia de la sociedad con el cuidado de su territorio y del medio ambiente.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

27. **Uso de súper absorbentes para aumentar la supervivencia de árboles de restauración / reforestación y optimizar la captura de carbono**

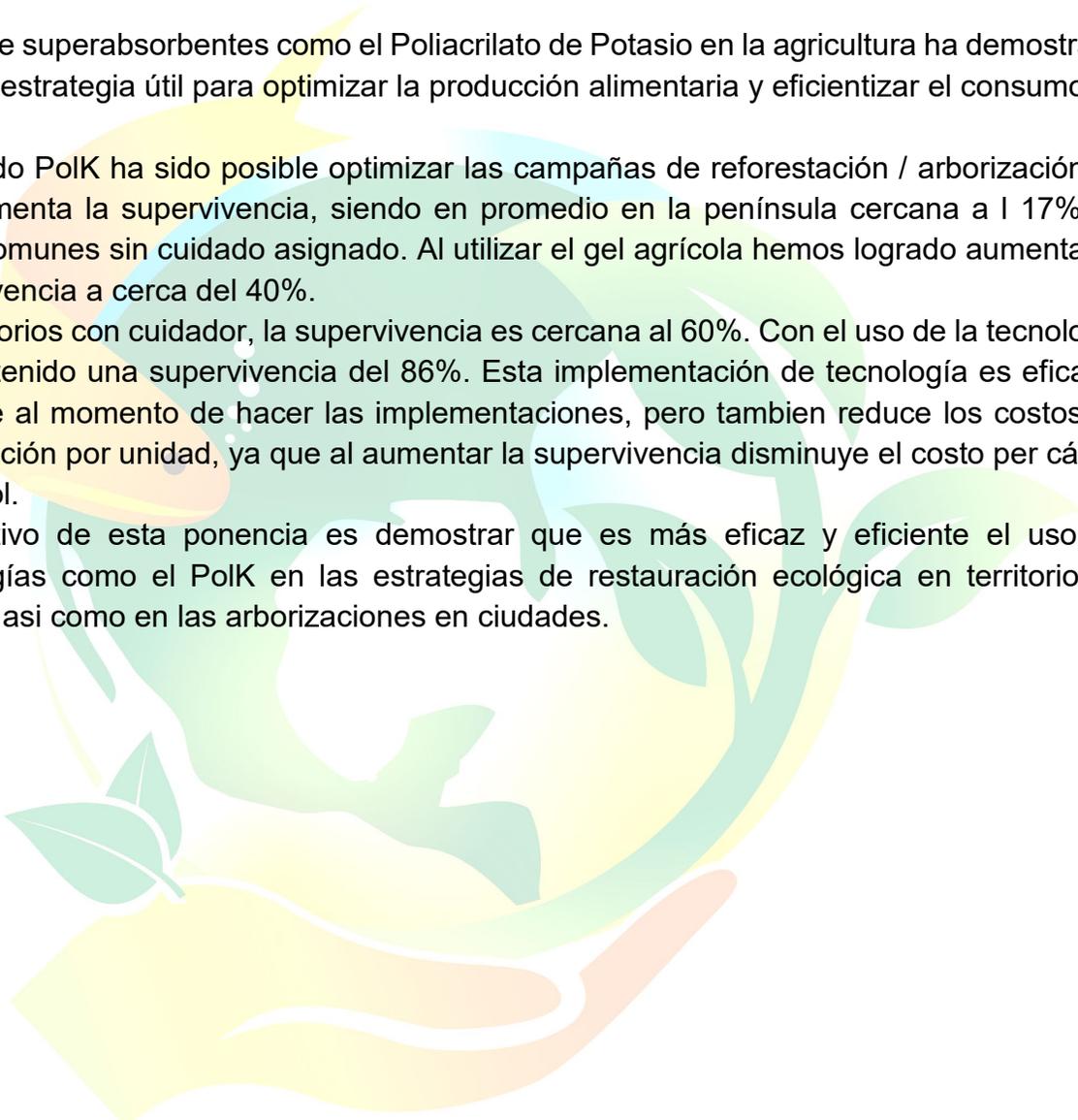
Salvador Elías Castell González

El uso de superabsorbentes como el Poliácridato de Potasio en la agricultura ha demostrado ser una estrategia útil para optimizar la producción alimentaria y eficientizar el consumo de agua.

Utilizando PolK ha sido posible optimizar las campañas de reforestación / arborización ya que aumenta la supervivencia, siendo en promedio en la península cercana a 17% en áreas comunes sin cuidado asignado. Al utilizar el gel agrícola hemos logrado aumentar la supervivencia a cerca del 40%.

En territorios con cuidador, la supervivencia es cercana al 60%. Con el uso de la tecnología hemos tenido una supervivencia del 86%. Esta implementación de tecnología es eficaz y eficiente al momento de hacer las implementaciones, pero también reduce los costos de arborización por unidad, ya que al aumentar la supervivencia disminuye el costo per cápita por árbol.

El objetivo de esta ponencia es demostrar que es más eficaz y eficiente el uso de tecnologías como el PolK en las estrategias de restauración ecológica en territorio no urbano, así como en las arborizaciones en ciudades.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

28. **Geo-inteligencia para el fortalecimiento de los mercados climáticos voluntarios subnacionales y el nuevo Sistema de Comercio de Emisiones en México**

Wilberth Jesús Peniche Jiménez¹

¹Posgrado en Ciencias Políticas y Sociales - UNAM, Iniciativa Climática de México A.C.

México ha sido parte del Acuerdo de París desde su firma en el año 2015, declarando sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). Para el cumplimiento de estas metas, se desarrollaron rutas de instrumentación desde el año 2017, entre las cuales destacan las orientadas a los mercados climáticos voluntarios y las orientadas a los sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) del sector Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra (AFOLU).

La información generada por los análisis de percepción remota, en conjunto con los inventarios forestales y otras bases de datos locales, permiten la generación modelos estadísticos que dan soporte tanto a los sistemas MRV para evitar la degradación forestal, como a los proyectos autorizados para la emisión de bonos de compensación en los mercados climáticos voluntarios a escala subnacional, e idealmente al nuevo Sistema de Comercio de Emisiones en México. En ese sentido, se propone:

- 1) La elaboración colaborativa de una ruta de acción para definir el papel del estado de Yucatán en el contexto de mercados climáticos voluntarios subnacionales y un nuevo Sistema de Comercio de Emisiones en México.
- 2) La implementación de un nuevo sistema MRV regional para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero del y compuestos de vida corta para el sector AFOLU, alineado con el sistema MRV nacional.
- 3) La incentivación del uso de tecnologías consolidadas y emergentes, como la percepción remota, la inteligencia artificial y los sistemas de información geográfica, para fortalecer los sistemas MRV y un mercado climático voluntario en Yucatán.



XX ANIVERSARIO DE LA UNAM EN YUCATÁN Y XV ANIVERSARIO DEL SIIDETEY

29. El sector salud y el cambio climático

Yolanda Campos-Uscanga¹, Vianey Guadalupe Argüelles-Nava¹, Kassandra Rosas-Campos²

Universidad Veracruzana

La salud es uno de los principales indicadores de éxito de las políticas públicas y reflejo del avance que tenemos como sociedad en ciencia y tecnología que debieran traducirse en sociedades más equitativas, justas y respetuosas con su entorno. Considerando el impacto negativo que la contaminación y el cambio climático tienen sobre la salud humana por condiciones de clima extremas, temperatura extrema, contaminación del agua, contaminación del aire, dificultades para la movilidad urbana y afecciones a la salud mental, proponemos algunas estrategias y acciones para favorecer la salud y el bienestar humano a través de la gestión sustentable de los establecimientos de salud, la recuperación de entornos verdes urbanos y la promoción ecológica de la salud. En este último se incluyen los estilos de vida que más impactan de forma directa en la salud: ejercicio verde, alimentación y movilidad sustentables. La gestión sustentable de los establecimientos de salud permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y también permitirá garantizar que sean resilientes ante las emergencias derivadas del cambio climático y se mantengan en funcionamiento durante las contingencias.

