INFORME PARCIAL TÉCNICO

1. Título del Proyecto:

OBSERVATORIO MEXICANO DEL CLIMA Y LA COMPOSICIÓN ATMOSFÉRICA (OMECCA)

2. Período de reporte:

1º de abril al 30 de junio del 2023

3. Objetivos alcanzados

3.1. Participación en Reunión TEMPO

Del 1 al 5 de mayo tuvo lugar la reunión *Joint Science Meeting for TEMPO, GeoXO ACX & TOLNet* en la Universidad de Huntsville, Alabama (EUA) en la que participó el Dr. M. Grutter (Fig. 1) representando a la UNAM/AEM con una ponencia en la sesión *"Validation Components and Plans" titulada "Validation Activities in Mexico"* y como panelista en la sesión *"Paving the Future of Geostationary Air Quality Observations"*. Los detalles de la agenda de trabajo se pueden consultar en: https://weather.ndc.nasa.gov/tempo/events/2023-joint-science-meeting/

La reunión sirvió para presentar los detalles del proyecto, los cuales se resumen en el cartel expuesto durante la reunión (Fig. 2), para conocer los detalles de la misión TEMPO (Tropospheric Emissions: Moitoring of Pollution) y entablar conexiones para las actividades de validación en las que estamos incluidos. Se puede decir que hay un interés muy grande por parte del grupo científico de la misión no solo para las actividades de validación tan escasas en territorio mexicano, sino también para proyectos de investigación a futuro explorando el transporte regional de la contaminación y los estudios que se pueden hacer en la región sobre las propiedades del suelo en el bosque tropical, salud de la vegetación e impactos por incendios.

Figura 1. Participación en la Reunión Anual de TEMPO. Universidad de Huntsville en Alabama, EUA.

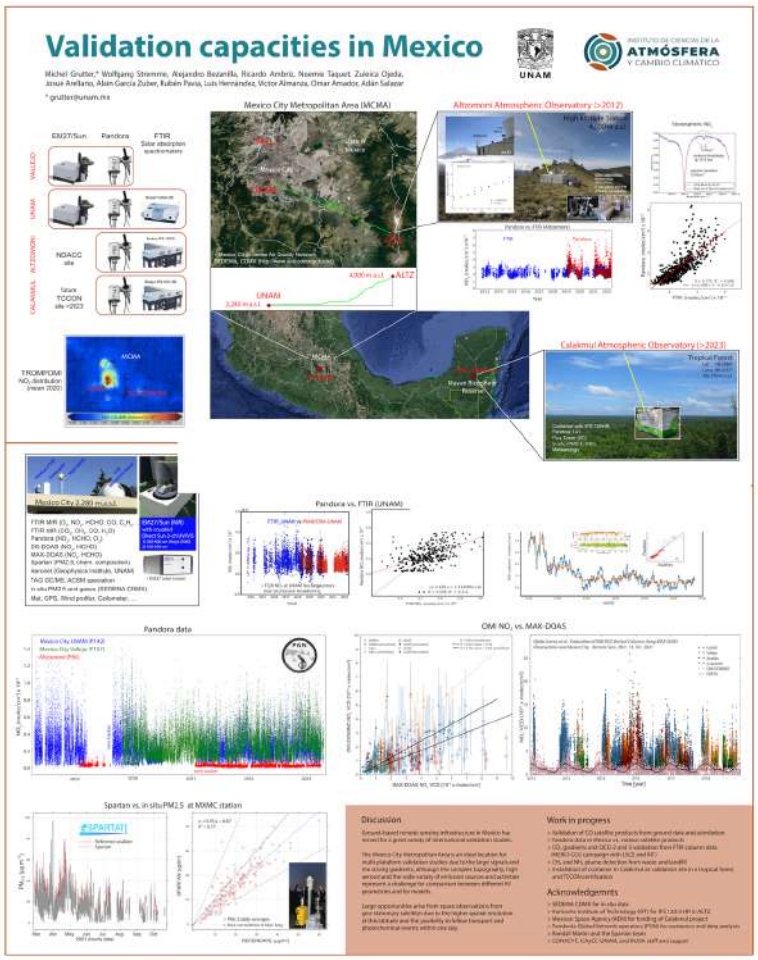

Figura 2. Póster del proyecto OMECCA presentado en la Reunión Anual de TEMPO (1-5 mayo 2023).

3.2. Trabajo de campo en Calakmul, del 16 al 20 de mayo 2023

La visita de campo aquí descrita se realizó como parte de los trabajos de medición del intercambio de gases de efecto invernadero (GEI) (dióxido de carbono CO_2, vapor de agua H_2O y metano CH_4), entre los ecosistemas y la atmósfera en Calakmul, Campeche, así como estimaciones de almacenamiento de carbono en los suelos de la zona. Estas mediciones forman parte del monitoreo integral de parámetros atmosféricos y ambientales que se llevarán a cabo como parte del proyecto OMECCA.

Objetivos

- Realizar una prospección de los sitios adecuados para establecer un monitoreo periódico de las emisiones de CO_2 del suelo hacia la atmósfera, en zonas con tipos de manejo o usos de suelo contrastantes pero representativos de la región.
- Realizar una prospección del sitio adecuado para la instalación y operación de una torre de flujos de GEI mediante la técnica de covarianza turbulenta en una zona cubierta por selva mediana subperennifolia.
- Establecer contactos con potenciales colaboradores locales (agencias gubernamentales, productores ejidales, organizaciones no gubernamentales, consultores en materia forestal o ambiental) interesados en participar en el monitoreo del intercambio de GEI en suelos y vegetación, así como en la estimación de almacenamiento de carbono en suelos.
- Realizar mediciones preliminares de las emisiones de CO_2 del suelo hacia la atmósfera en algunos sitios con tipos de manejo o usos de suelo diversos utilizando una cámara de acumulación equipada con un sensor infrarrojo no dispersivo de CO_2.

Participantes

- Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático (ICAyCC), UNAM, Ciudad de México.
  - Dra. María de la Luz Espinosa Fuentes
  - Biol. Eugenia González del Castillo
- ECOSUR Campeche
  - Dr. Jorge Mendoza Vega
  - M.C. Jesús Chi Quej
- Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR)
  - Dra. Rosa María Cerón Bretón
  - M.C. Martha Patricia Uc Chi

Actividades realizadas

16 de mayo

- Traslado del personal del ICAyCC y Ecosur Campeche al municipio de Calakmul.
- **Entrevista con José Zúñiga Morales, director de la Reserva de la Biosfera Calakmul (RBC)**: Durante la reunión se explicaron los objetivos y alcances del monitoreo del intercambio de CO_2, CH_4 y H_2O con la técnica de covarianza turbulenta. El Ing. Zúñiga reiteró la disposición de la CONANP para facilitar la operación de la torre de mediciones al interior de la RBC, y puso a disposición del proyecto una torre de comunicaciones existente en las instalaciones de la CONANP en la RBC.

17 de mayo

- Traslado a la RBC. Revisión del estado de la torre. Ésta se encuentra en buenas condiciones de operación y puede ser utilizada para la instalación de los equipos de covarianza turbulenta. El sitio es también apto para ubicar los paneles solares y las baterías necesarias para la operación de los equipos. Se realizaron mediciones de altura de la propia torre y de los árboles circundantes.
- Se efectuaron **mediciones preliminares de flujo de CO_2 del suelo** en cuatro puntos elegidos al azar, al este de las instalaciones de la CONANP en la RBC, empleando una cámara de acumulación equipada con un sensor infrarrojo no dispersivo de CO_2 (Fig. 3A).
- En la misma zona de medición se colectaron **muestras de suelo para determinar densidad aparente, contenido de materia orgánica y carbono almacenado** a dos profundidades.
- Adicionalmente y de manera exploratoria, personal de la **UNACAR colocó dos colectores pasivos de contaminantes presentes en el aire**. Cada colector consiste en un segmento de tubo de PVC relleno de un lecho mezclado con una resina de intercambio iónico, donde quedan capturados distintos iones que forman parte del llamado depósito atmosférico (Fig. 4)
- **Entrevista con personal de la Sociedad de Servicio Técnico Forestal (SOCETEC) 'Selvas de Calakmul SC de RL'**, en el ejido Valentín Gómez Farías. La SOSETEC proporciona servicios de asesoría a más de 20 ejidos de la zona en materia de manejo forestal, gobernanza territorial, monitoreo de fauna, entre otras. Durante la reunión se expusieron los objetivos del OMECCA, en particular del monitoreo del intercambio de GEI y del almacenamiento de carbono en suelos. El personal de la SOSETEC expuso los tipos de manejo forestal novedoso que promueven en la región. Se acordó la conveniencia de realizar las mediciones planeadas en el ejido Nuevo Becal, considerado un modelo de gobernanza y de diversificación de las actividades productivas. Nuevo Becal tiene la mayor parte de su territorio a la conservación

voluntaria y es el primer ejido en México en obtener una Certificación de Servicios Ecosistémicos.

- Visita a algunas parcelas demostrativas y experimentales en el ejido Gómez Farías que ilustran el tipo de manejo forestal que promueve la SOSETEC.
- Los participantes en estas actividades por parte de la SOSETEC Selvas de Calakmul fueron:
  - Ing. Juan Manuel Herrera Gloria
  - Ing. José Antonio Álvaro Méndez
  - Ing. Itzel Solís España

18 de mayo

- Traslado al ejido Nuevo Becal con el acompañamiento de personal de la SOSETEC.
- Medición preliminar de flujo de CO_2 del suelo con cámara de acumulación, toma de muestras de suelo y colocación de monitores pasivos de depósito atmosférico en dos sitios: la selva baja inundable y un área adyacente no inundable, en una zona cercana a la aguada Chumaquil, en el Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) del ejido Nuevo Becal (Fig. 3B y 3C).

19 de mayo

- Traslado al ejido Nuevo Becal con el acompañamiento de personal de la SOSETEC.
- Medición preliminar de flujo de CO_2 del suelo con cámara de acumulación, toma de muestras de suelo y colocación de monitores pasivos de depósito atmosférico en dos sitios: una parcela de selva mediana subperennifolia donde se practica un aprovechamiento forestal sustentable que consiste en la apertura de claros de 22 m de diámetro rodeados por áreas de selva intactas, y en la propia selva mediana adyacente sin aclarar (Fig. 3D).

Figura. 3. Sitios de muestreo de flujo de CO_2 del suelo: (A) Selva subperennifolia en la Reserva de la Biosfera Calakmul, (B) Selva baja no inundable, (C) Selva baja inundable y (D) Claro (primer plano) y selva mediana subperennifolia adyacente al claro (al fondo).

20 de mayo

– Regreso a la ciudad de Campeche

Figura. 4. Colocación de tubo con resina de intercambio iónico para monitoreo de depósito atmosférico.

Conclusiones

Los objetivos de la visita se cumplieron a cabalidad. Se eligieron sitios apropiados tanto para el emplazamiento de la torre de flujos como para los muestreos de superficie. Los resultados del monitoreo preliminar, en conjunto con la retroalimentación ofrecida por los colaboradores locales reorienta el muestreo de flujos de suelo y almacenamiento de carbono hacia comparaciones significativas por el tipo de manejo forestal ejercido en cada una. La información que se genere en estos sitios no sólo ofrecerá una visión más representativa de las consecuencias de dicho manejo forestal en los flujos de GEI del suelo y del ecosistema hacia la atmósfera, sino que proveerá a los colaboradores locales de un sustento científico en la gestión por servicios ambientales.

3.3. Mediciones con el espectrómetro infrarrojo IFS 125HR y adecuaciones

A partir de la segunda semana de marzo, se iniciaron las pruebas periódicas de medición de espectros solares en Ciudad Universitaria (CDMX) con el espectrómetro infrarrojo. También se instaló un segundo detector que requiere enfriamiento con nitrógeno líquido para cubrir una región espectral más cercana al infrarrojo medio.

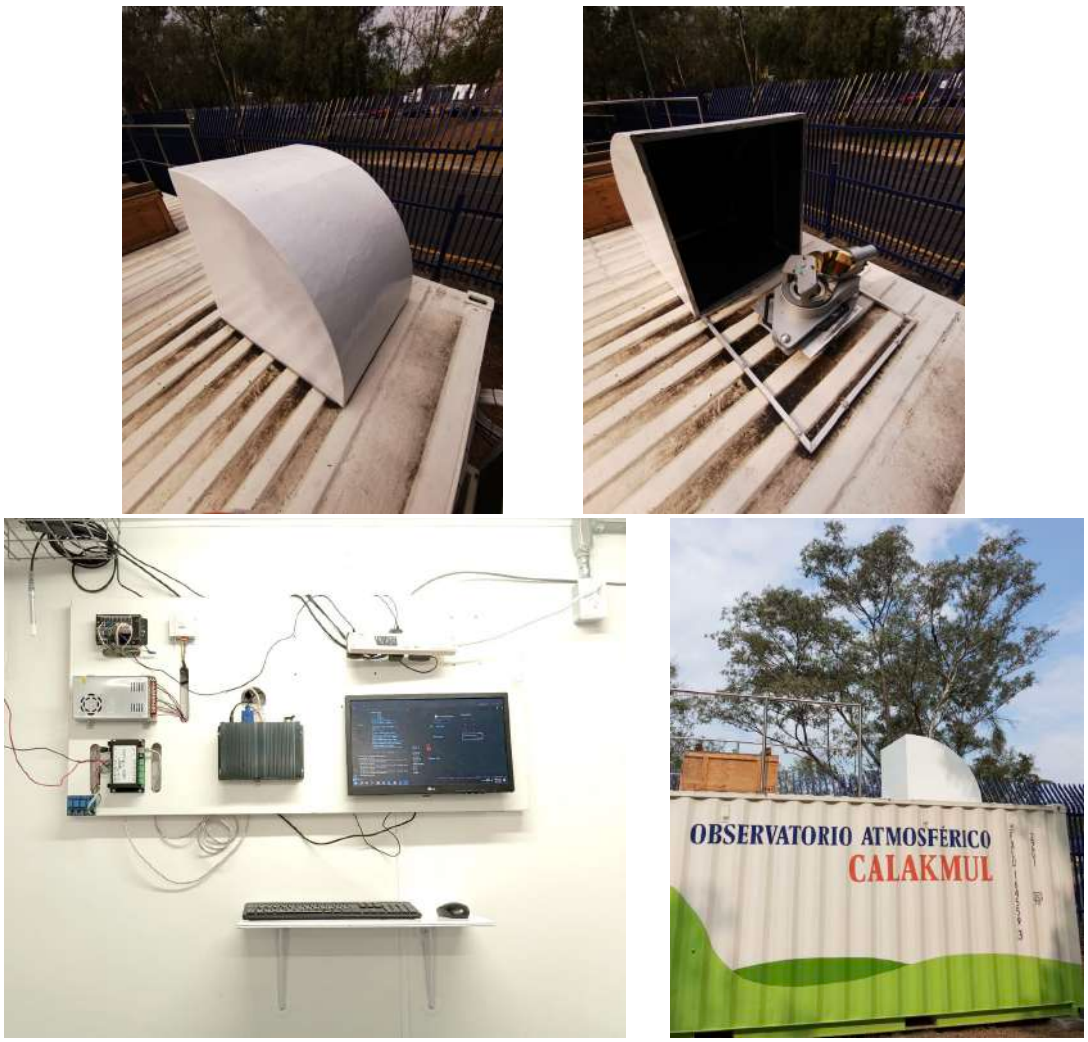

Figura 5. Nuevo domo fabricado de fibra de vidrio y aluminio para protección del sistema de seguimiento solar, con tablero de control y registro de parámetros automatizado.

Se terminó de construir el domo de fibra de vidrio y estructura de aluminio, cuya función es proteger la óptica del rastreador solar, pudiéndose cerrar de noche, cuando llueve y cuando no hay condiciones para medir. Además, se desarrolló un tablero (Fig.5, abajo) de control que cuenta con:

1. Fuente de poder DC 12V
2. Adquisidor de datos Campbell CR300

3. Sensores de presión barométrica, temperatura y humedad relativa dentro del contenedor
4. Sensor óptico de precipitación al exterior
5. Computadora compacta, monitor, teclado y mouse
6. Caja de relevadores conectada a la PC vía puerto ethernet

Se desarrolló una interfaz en *Python* para consultar y registrar continuamente los parámetros medidos y que están conectados al *data-logger*. El programa cuenta con botones para poder abrir y cerrar el domo a través de dos motores que están conectados a la caja de relevadores. El sensor de precipitación, en caso de lluvia, envía una señal que activa los motores para que se cierre el domo de manera automática.

4. Plan de trabajo

Dentro de las actividades programadas en los próximos meses están:

- Se continuarán realizando pruebas en el tablero de control y mejoras para volver mas robusto el sistema y que pueda operar de manera semi-automatizada.
- Se instalará un sistema con válvula solenoide para poder dispensar nitrógeno líquido al detector infrarrojo controlado remotamente a través del tablero.
- Se continuará la comunicación con el técnico alemán de Bruker para resolver unos problemas con la caja de electrónica del rastreador solar, que está impidiendo que uno de los motores se mueva correctamente.
- Se instalarán los analizadores *in situ* (Picarro G2401 y Teledyne T640) en el rack del contenedor para la medición de gases de efecto invernadero (CO_2, CH_4, CO y H_2O) así como el de partículas suspendidas (PM2.5).
- Se instalará un sistema de calibración de CO_2 y CH_4 con gases estándar. Los tanques ya han sido elaborados por la NOAA y estamos en proceso de compra e importación.
- Se están explorando opciones de transporte del contenedor al sitio final de mediciones. Aún no se tiene fecha definitiva de envío del contenedor a la Reserva de la Biósfera en Calakmul.

Dr. Michel Grutter de la Mora
Responsable técnico del proyecto por parte de la UNAM
Ciudad de México, a 30 de junio del 2023