

Informe trimestral de actividades realizadas Abril – Julio 2016.

Proyecto: 23071 ESTABLISH A NEW INTENSIVE CARBON MONITORING SITE IN LA ENCRUCIJADA, CHIAPAS, MEXICO", fuente USDA

Responsable del proyecto: **Dr. Cristian Tovilla Hernández**, Técnicos: I.Q. Juan Carlos de la Presa Pérez, Colaboradores Internos: I.F. Alejandro Lan Ramírez, Robby Maldonado Raymundo, Williams Iván Selvas Villafuerte. Colaboradores externos: Dr. Richard Birdsey, Mc. Marcela Olguín, Mc. Rafael Flores, Mc. David López Merlín.

Seguimiento al establecimiento de cuatro conglomerados (16 sitios más) dentro de la periferia de la torre de Eddy Covariance.



1. Introducción.	3
2. Estructura y biomasa arbórea madura.	4
3. Objetivo general.	4
3.1. Objetivo específico.	4
4. Selección de unidades de estudio.	5
5. Caída de hojarasca dentro de los sitios.	7
6. Cosecha de biomasa aérea.	9
7. Material leñoso caído.	9
8. Fisicoquímicos del conglomerado general.	11
9. Resultados de los análisis de suelo en los conglomerados del proyecto en la encrucijada	12
9.1. Resultados obtenidos de los análisis realizados en suelos:	12
9.2. Química del Carbono en el suelo.	12
9.3. Respiración biológica del suelo.	12
9.4. Parámetros in situ realizados.	13
10. ANEXOS:	14
11. Bibliografía.	18

1. INTRODUCCIÓN.

El proyecto nos permitirá estimar los contenidos de carbono forestal con el uso de modelos y la implementación de sitios de monitoreo intensivo de carbono (SMIC), que permiten cuantificar el carbono almacenado en estos sitios, sus flujos internos y externos, sus balances, y los procesos naturales y antrópicos que influyen en ello, para con ello proveer información sólida sobre la dinámica del carbono, por tanto, deben ser transparentes, precisos, consistentes, completos y comparables.

Así como en el diseño y evaluación de estrategias para la mitigación del cambio climático desde el sector forestal (Nabuurs et al. 2007, Canadell y Schulze 2014, Smyth et al. 2014). Los ecosistemas forestales proveen diversos bienes y servicios ambientales a la sociedad (Constanza et al. 1997, 2014), entre ellos la absorción y almacenamiento del dióxido de carbono (CO₂), uno de los principales gases de efecto invernadero (GEI), cuyas emisiones a la atmósfera por actividades humanas son las principales responsables del cambio climático.

Debido a los servicios ambientales que proveen y a las amenazas que sufren, es necesario identificar la composición, estructura y reservorios de carbono que contiene los manglares. Los manglares son un ecosistema de gran interés para el diseño de estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático como REDD+ (Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y Degradación) y el aumento de las reservas forestales de carbono en países en desarrollo, entre otros incentivos financieros ligados a la conservación de bosques. REDD+ es un mecanismo que pretende reducir la emisión de gases de efecto invernadero a través de compensaciones a países, a cambio de que estos reduzcan sus tasas de deforestación o degradación. Adicionalmente, REDD+ incluye un marco más amplio de compensaciones por conservación, manejo sustentable o aumento en las reservas de carbono forestales. Debido a su gran capacidad de almacenar carbono, los manglares tienen el potencial de ser ecosistemas clave en este tipo de estrategias.

El arbolado domina es la reserva de carbono en la zona costera, es un indicador evidente del cambio de uso del suelo, así como de la condición ecológica del manglar. El Dap y la altura son dos parámetros importantes que se utilizan para estimar la biomasa del árbol y su reserva de carbono y usando ecuaciones alométricas para cada especie.

2. ESTRUCTURA Y BIOMASA ARBÓREA MADURA.

En los bosques de manglar en la Reserva de Biosfera La Encrucijada, se establecieron; a partir de enero de 2016 cuatro nuevos conglomerados. Cada conglomerado está constituido por 4 sitios, haciendo un total de 8 conglomerados con 32 sitios en la periferia de la torre (figura 1), Para el monitoreo, indistintamente se consideró unidades circulares de Muestreo (UM) de 400m², siguiendo los criterios del INFyS (2004-2009). En cada UM, se estimó la estructura y composición del manglar, tipo de bosque, así como la madera muerta caída, además de los diversos impactos naturales y antrópicos sobre la vegetación. En cada UM, se georreferencio con el menor error posible, para ubicar las SMIC dentro del bosque de manglar.

3. •OBJETIVO GENERAL.

Generar información para la determinación de la biomasa en los bosques de manglar; así como de las especies que lo constituyen.

3.1 •OBJETIVO ESPECIFICO.

Determinación del carbono presente en los diferentes reservorios del bosque de manglar.

Ajustar un modelo o ecuación dasométrica para el cálculo de carbón presente en el bosque.

UBICACIÓN DEL SMIC LA ENCRUCIJADA

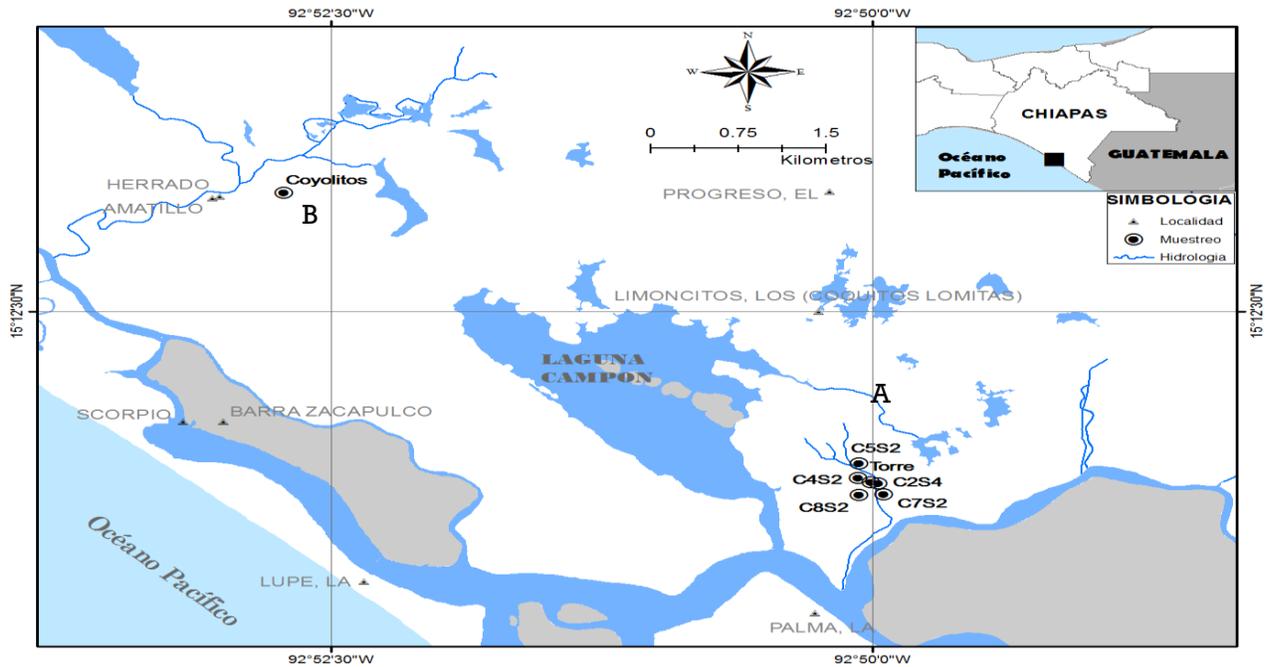


Imagen 1. Mapa de los sitios de muestreo

Zona A. Ubicación de los diferentes conglomerados alrededor de la torre de flujo de carbono

Zona B. El Coyolito, sitio de muestreo afectado por un incendio forestal

4. SELECCIÓN DE UNIDADES DE ESTUDIO

El Colegio de la Frontera Sur carretera antiguo aeropuerto km. 2.5 Tapachula, Chiapas México

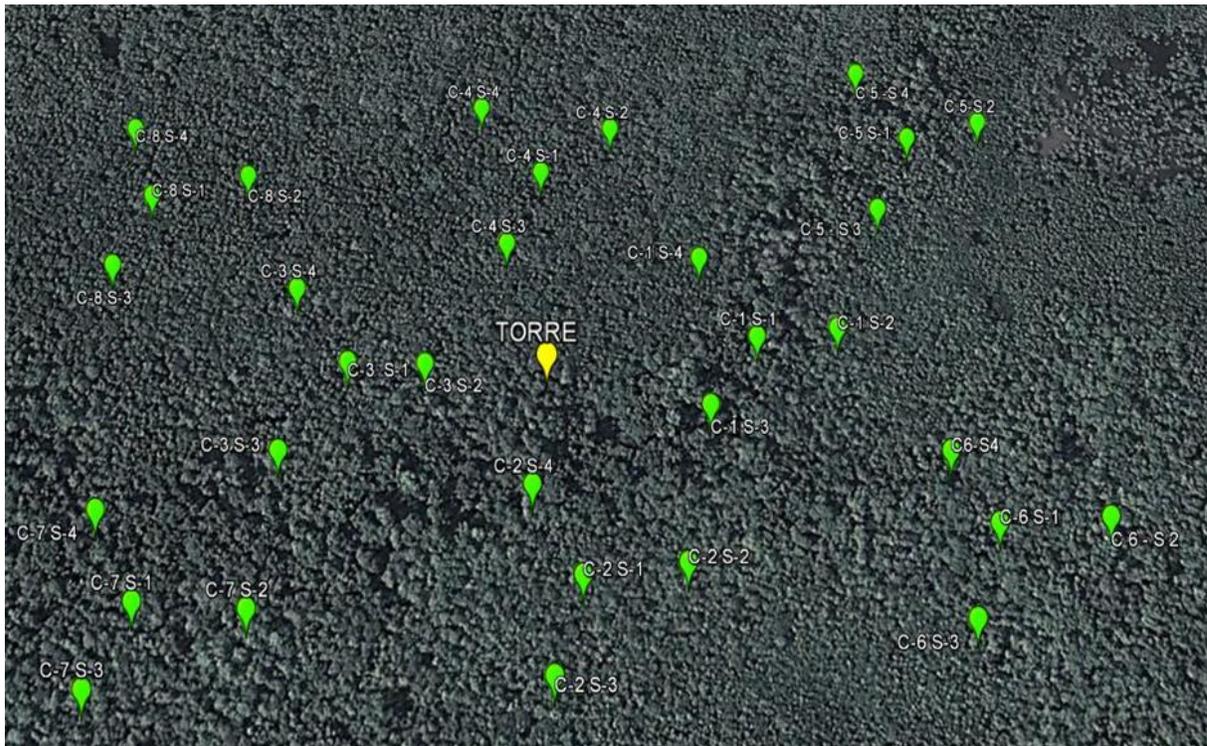


Figura 1 arreglo de los conglomerados completos en la periferia de la torre.

Los puntos fueron ubicados con un GPS marca Garmin Map 62s en centro de cada sitio, se identifico con un tubo de PVC color blanco para mejor visibilidad, de 1.5m de altura y de 1 pulgada, el cual se enterró en el suelo a 50 cm. Debido a la densa cobertura del arbolado, se registró un margen de error en la ubicación de los sitios. Actualmente están establecido 8 conglomerados, con 32 sitios. (Figura 1).

Tabla 1 de puntos de los sitios en los diferentes conglomerados

conglomerado	sitio	Latitud	Longitud	Altitud (m)
5	1	15.190335°	-92.834323°	15
	2	15.190701°	-92.834419°	17
	3	15.190124°	-92.834004°	6
	4	15.190098°	-92.834706°	15
6	1	15.190312°	-92.832512°	9
	2	15.190721°	-92.832544°	27
	3	15.190095°	-92.832164°	12
	4	15.190136°	-92.832859°	1
7	1	15.186707°	-92.832550°	19
	2	15.187081°	-92.832493°	18
	3	15.186464°	-92.832175°	17
	4	15.186407°	-92.833065°	19
8	1	15.186768°	-92.834442°	15
	2	15.187040°	-92.834366°	14
	3	15.186416°	-92.834085°	12
	4	15.186546°	-92.834866°	16

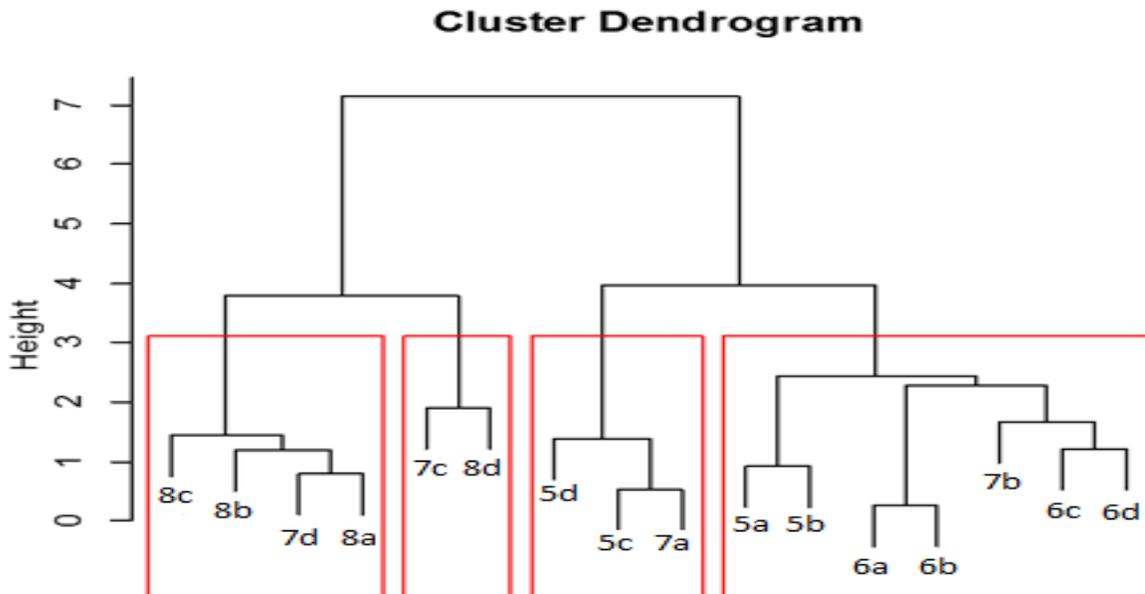


Figura 2 análisis clúster relación altura en los 4 conglomerados.

Este tipo de representación nos permite apreciar claramente las agrupaciones de los conglomerados, de acuerdo a su altura en relaciones de similaridad o cercanía entre categorías. Observando las sucesivas subdivisiones podemos hacernos una idea sobre

los criterios de agrupación de los mismos, la distancia entre los datos según las relaciones establecidas de los sitios presentes. (Figura 2).

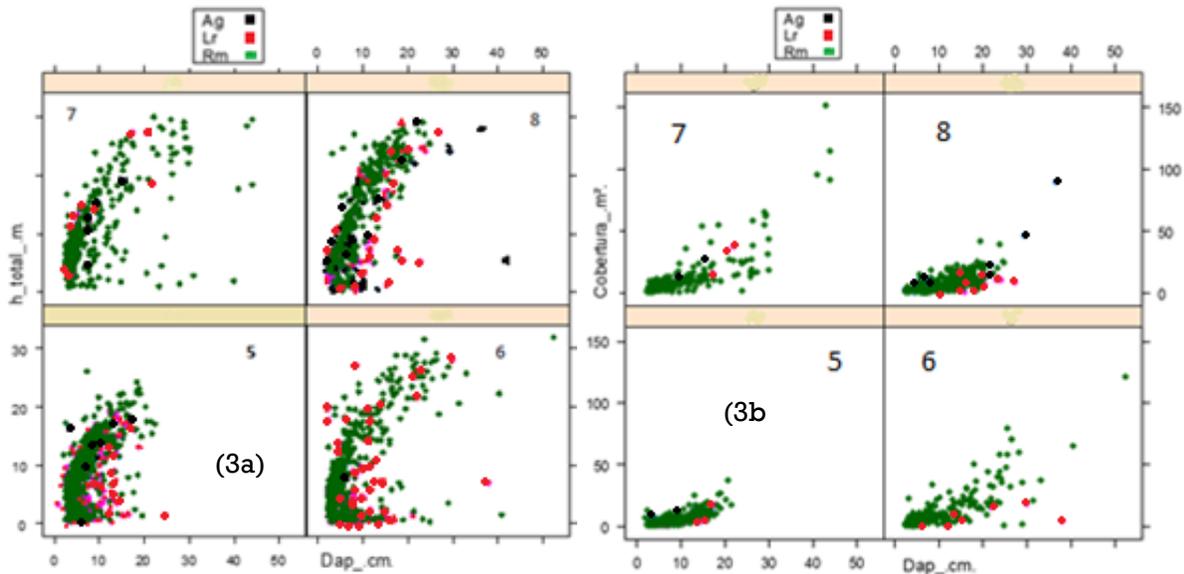


Figura 3 Dap – altura (3a), Dap - cobertura (3b)

En la figura 3a nos demuestra el dominio de *R. mangle* sobre las otras especies presentes como *L. racemosa* y *A. germinans* de acuerdo a su Dap contra altura en el conglomerado 8, tenemos árboles más altos y con mayor Dap este se encuentra cercano al canal principal de navegación y la presencia de marea es constante, relacionando con el conglomerado 5, que es un bosque de *A. germinans* con escasa inundación y muy seco en tiempo de estiaje, presentan algunos árboles seniles altos.

Así mismo en la figura 3b la relación Dap - cobertura el C-5 posee escasa cobertura debido al estrés en la alta salinidad presente y la mortalidad de individuos, estos árboles siendo de Dap medianos presentan mucha maduración en el bosque, *R. mangle* presenta la mayor cobertura del arbolado.

5. CAÍDA DE HOJARASCA DENTRO DE LOS SITIOS.

La hojarasca actúa como un sistema de entrada de carbono y nutrientes al suelo, considerándose como una fuente básica para el suelo y la biota asociada a este. Se estima que alrededor de 80% del total de los bioelementos que ingresan al suelo en los bosques tropicales, se deriva de la hojarasca (León-Rico 2003). Este ecosistema de manglar se considera como una de las más importantes fuentes de producción primaria ubicada en la interface tierra firme-mar abierto, caracterizado por cierta diversidad taxonómica y el grado de desarrollo del rodal. La biomasa se determina a partir de la hojarasca, ya que parte sustancial de la productividad de hojarasca neta se convierte en hojas, flores, fruto y estípulas, que eventualmente caen al suelo, y este flujo de materia orgánica representa El Colegio de la Frontera Sur carretera antiguo aeropuerto km. 2.5 Tapachula, Chiapas México

uno de los más importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983).

El patrón de productividad en los diferentes sitios ubicados en la periferia del área de la Torre Eddico Varianza de la isla Paxtalon, presenta mayor productividad en el mes de mayo, tal como se muestra e la figura 4, Debido a la entrada de temporada de lluvias, esto permite la caída de hojarasca (hojas, flores, ramas, propágulos, fruto, semillas y material diverso (refiriéndose a residuos de excrementos, exoesqueletos de crustáceos e insectos). En comparación al mes de marzo-abril los aportes de hojarasca fueron menores (figura 4) siendo estos meses uno de los más calurosos en el año.

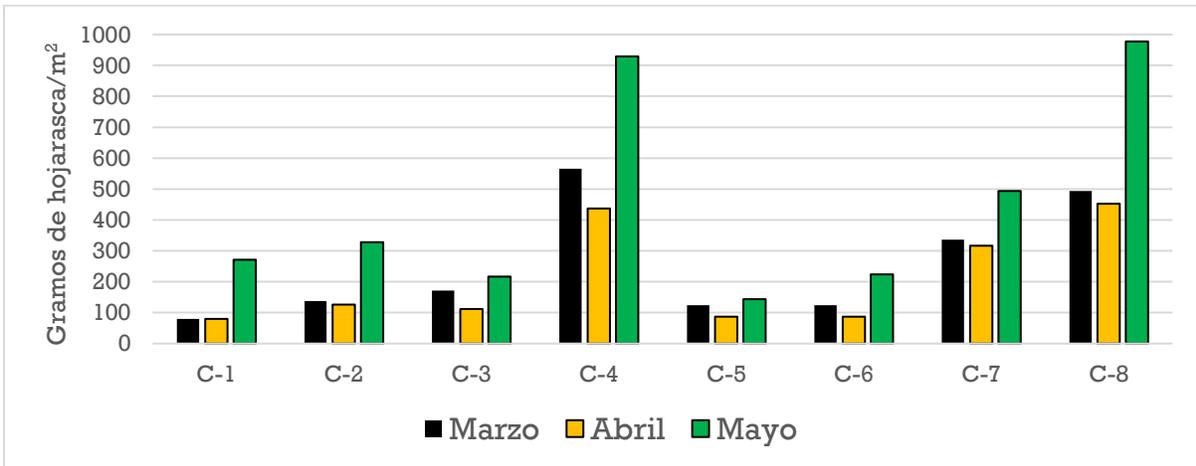


Figura 4 Producción de hojarasca en los bosques de mangle asociados a la torre de EV, durante los meses de marzo, abril y mayo de 2016

En el mes de mayo, el ingreso de agua dulce al sistema contribuye a reducir el estrés provocado por la salinidad en el suelo, lo que incrementa la caída de hojarasca. Por sitios el Conglomerado 8, registro la mayor biomasa promedio de todos los sitios con 787g/m², posteriormente se ubicaron los conglomerados C-4 y C-7; en comparación al C-5, con un peso promedio de 143.6g/m² esto refleja el nivel de estrés provocado por la salinidad en el suelo, al cual están sujetos el arbolado de estos sitios; lo que se traduce en menor producción de hojarasca, adicionalmente, este conglomerado, la poca cobertura de los árboles y la incidencia de insolación directa permiten una elevada evapotranspiración y provoca un pobre desarrollo del arbolado. Los componentes de hojarasca más abundantes fueron las hojas en todos los sitios, así como re registró gran cantidad de flores de *R. mangle* y *A. germinans*, en comparación con la poca cantidad de flores de *L. racemosa*. Esta situación se debe a la sincronía en la fenología reproductiva de las tres especies en el área (Johnstone 1981; 1983; Cintrón y Schaeffer 1985; Woodroffe, et al 1988; Day et al 1987; 1996; Tovilla 1998).

6. COSECHA DE BIOMASA AÉREA EN EL SUELO.

Es un componente importante en los manglares debido a que comprende una proporción relativamente mayor del ecosistema que en otros tipos de bosques terrestres. Este estudio indica la necesidad de estimar de forma local la tasa de renovación de raíces y plantas, especialmente en los sitios de menor productividad, dado los potenciales efectos importantes sobre las proyecciones de un crecimiento generado (Johnstone 1981; Cintrón y Schaeffer 1985; Woodroffe, et al 1988; Bunt 1992; Day et al 1996. En un estudio de campo, una estimación de esta tasa sería fácilmente ligada a una medición de la concentración de las raíces finas y la planta. Esta estrategia de muestreo de campo y calibración sería potencialmente más efectiva que la realización de estudios para reducir la incertidumbre en la relación biomasa subterránea/total tabla 2.

Tabla 2 Biomasa de raíces y plantas menores a 130cm de altura del conglomerado en general

kg cosechados (húmedo)	29,263
kg procesados (secado)	15,806
Fracción seca	19.75%
Biomasa obtenida	15.81

7. MATERIAL LEÑOSO CAÍDO.

El material leñoso caído (MLC), son las piezas de madera que están sobre el piso forestal y hasta una altura de dos metros, desprendidas de su fuente original y con menos de 45° de inclinación (Waddell, 2002; Morfín et al., 2012; CONAFOR, 2012). Los ecosistemas forestales tropicales se caracterizan por almacenar una gran cantidad de MLC de diferente tamaño; por su dinámica de descomposición y propiedades físico-químicas, se ha caracterizado al MLC como un sumidero de nutrientes y carbono en un periodo de corto a mediano plazo (Brown et al., 1996; Clark et al., 2002, Waddell, 2002). Se consideró como material leñoso caído (MLC) todas aquellas piezas de madera que estaban desprendidas de su fuente original, es decir, que no estaban pegadas al tallo de un árbol o arbusto en pie. Para la medición de este componente, en cada conglomerado se establecieron 4 transectos de intersección equidistantes en forma de cruz, del centro del conglomerado y orientados al norte-sur, este-oeste. Cada transecto tiene 20 m de largo, donde se midió todo el MLC grueso (diámetro ≥ 7.5 cm) que intersectaba en la línea de muestreo; el MLC mediano (diámetro ≥ 2.5 y ≤ 7.5 cm) se midió en un tramo de 10 m de cada transecto;

mientras que el MLC fino (diámetro ≥ 0.5 y ≤ 2.5 cm) se registró en un tramo de 5 m (Figura 6). A cada pieza se le registró el diámetro, longitud, categoría diamétrica, clase de descomposición.

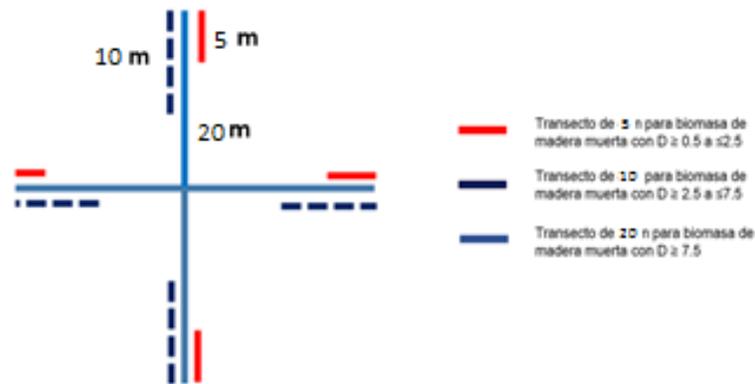


Figura 6 diseño de muestreo de material leñoso caído en cada sitio de los conglomerados.

La estimación de la biomasa en el MLC se hizo mediante la ecuación de Van Wagner (1982):

$$C = (k) \times (GE) \times \Sigma (Dc) \times (c) / L$$

Donde:

C: biomasa de MLC ($t\ ha^{-1}$); k: Constante equivalente a 1.234, derivada de la densidad del agua y de factores de conversión para obtener la biomasa del MLC en $t\ ha^{-1}$; Dc: Diámetro cuadrático, que es el diámetro intersectado elevado al cuadrado; GE: Gravedad o densidad específica de la madera ($g\ cm^{-3}$); L: longitud del transecto (m); c: Factor de corrección por la pendiente en una base horizontal, se calcula con la siguiente expresión:

$$c = \sqrt{1 + \left(\frac{pendiente\ (\%)}{100}\right)^2}$$

Para las piezas finas y medianas, para las que se registró la frecuencia por línea, la estimación de biomasa se hizo reemplazando Dc por Dcp (Diámetro cuadrático, que es el diámetro intersectado elevado al cuadrado) en la ecuación anterior.

Tabla 7 resultados de la mlc (materia leñosa caída)

tipo de mlc	Suma C (ton/ha)	Desvest	Promedio	Superficie ha	Estimador de razón (tonC/ha)	Incertidumbre
fino	151,72	2,25	1,83	4	37,93	1,21
grueso	133,57	7,29	1,94	4	33,39	3,69
mediano	376,27	4,10	4,28	4	94,07	0,94

De acuerdo a los datos obtenidos en mlc finos donde se tiene 151.72 ton de carbono /ha con una desviación de 2.25 y un promedio de 1.83 con un estimado de 37.93 y una incertidumbre de 1.21, esto es un acercamiento a la realidad en los manglares que son sitios inundados en la mayoría del año esto hace que ramas delgadas y gruesas en la temporada de lluvias donde la inundación es mucha mayor remueve una gran cantidad de estos elementos.

Por lo tanto tenemos un aproximado de carbono que producen las mlc en manglares de 661,56±4.93 ton de carbono/ha.

8. FISICOQUÍMICOS DE LOS CONGLOMERADOS GENERAL.

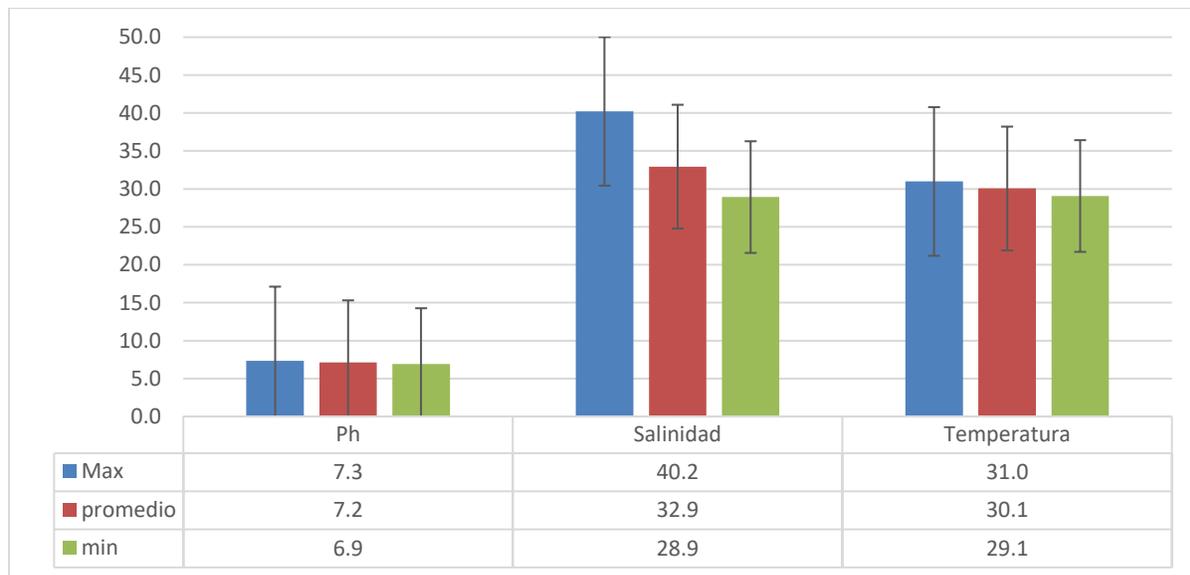


Figura 5 Variación del pH salinidad y temperatura en los conglomerados en el área del manglar.

El comportamiento general en la concentración de salinidad, pH y temperatura del agua intersticial en los bosques de mangle, es inversamente proporcional a la tendencia de la estructura forestal y a la concentración del oxígeno disuelto en el agua, esto se incrementa en tiempos de estiaje, la salinidad, de 28 hasta 45 ups y temperaturas de 29 a 31 °C, definiéndose condiciones normales en tiempo de lluvia con salinidades de 0.0 ups y temperaturas de 27 a 28°C, en estos sitios. Figura 5 la temperatura no perturba el sistema ya que cuentan con buenas condiciones de cobertura. Las altas condiciones de la salinidad temperatura y pH se dieron en el C-5 este conglomerado es un sitio muy alterado con condiciones estresantes de cuenca mucha vegetación muerta de *A. germinans*. Esta tendencia general es consecuencia de las diferencias que presentan las localidades; con respecto a los aportes del agua dulce (ríos) y marina (mareas), intensidad y dirección de los vientos por época del año o por la circulación del sistema lagunar y/o

frente marino. (Donde la evaporación supera a la entrada de agua dulce) y durante las lluvias (se detectaron las menores rangos de salinidades y temperatura en el agua intersticial, por el constante ingreso del agua dulce de los ríos.

9. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELO EN LOS CONGLOMERADOS DEL PROYECTO EN LA ENCRUCIJADA.

En años recientes los ecosistemas de manglar han sufrido diversos daños a causa de actividades antropogénicas, y esto repercute en el suministro, almacén en la captura de carbono y nitrógeno a nivel de suelo y arbórea. Con el objetivo de inferir en la importancia de la capacidad del suelo en la captura de carbono y nitrógeno en este estudio, se evaluó la dinámica del carbono y nitrógeno en suelos de manglar dentro de los conglomerados aledaños a la torre de Eddy Covariance en La Reserva de Biosfera La Encrucijada, Chiapas.

El diseño experimental se basó en el análisis de suelo en la temporada de secas y lluvias, correspondiente a los meses de Abril-Mayo y Julio-Agosto, respectivamente, en cinco conglomerados aledaños a la torre de flujo de carbono (Figura 1), los cuales fueron: Conglomerado 2 Sitio 4, Conglomerado 4 Sitio 2, Conglomerado 5 Sitio 2, Conglomerado 7 Sitio 4 y Conglomerado 8 Sitio 2. Para esta investigación, primeramente se identificaron los diferentes perfiles de suelo u horizontes, posteriormente a su diferenciación, se realizaron las diferentes pruebas fisicoquímicas: Carbono Orgánico Total, Respiración biológica del suelo, actividad enzimática, pH, ORP, OD, Temperatura, Salinidad, $\text{NH}_3\text{-N}$, NO_2^- , NO_3^- .

9.1. Resultados obtenidos de los análisis realizados en suelos:

- 1) Química del Carbono en el suelo.
- 2) Respiración biológica del suelo.
- 3) Parámetros in situ realizados.

9.2. Química del Carbono en el suelo

Los resultados para carbono orgánico total, demuestran que en la temporada de secas existe similitud entre horizontes y sitios teniendo un mínimo de 10% y un máximo de 30% por cada 250 gr de suelo, que corresponden a los conglomerados 5 y 8, sitio 2, respectivamente, sin embargo para la temporada de lluvia la dinámica del carbono varío siendo en el horizonte C donde se encontró el mayor porcentaje de este nutriente con un máximo de 35% correspondiente al Conglomerado 8 sitio 2, y un mínimo de 5% en el horizonte B para el conglomerado 5 sitio 2. (Figura 6 y 7).

9.3. Respiración biológica del suelo

La respiración biológica del suelo consistió en la cuantificación de CO₂ emitido por el suelo, y se realizó por la técnica de Warburg, teniendo como resultados similitud de concentraciones de CO₂ siendo los conglomerados 2 y 8 sitio 4 y 2 respectivamente ambos en el horizonte C, donde se obtiene la mayor cuantificación para la temporada de secas con valores de 2-2.5 mg de CO₂, sin embargo para la época de lluvias los valores se mantuvieron entre 0.5-2.5 mg de CO₂ (Figura 8 y 9).

9.4. Parámetros *in situ* realizados:

Para los análisis fisicoquímicos evaluados *in situ*, relacionados al ciclo biogeoquímico del nitrógeno, los resultados demuestran que en los diferentes horizontes del suelo se presenta el proceso de nitrificación (Nitrógeno gas a nitratos), teniendo concentraciones máximas de nitrógeno amoniacal (NH₃-N), nitritos (NO₂-N) y nitratos (NO₃-N), en la época de seca que van desde 50-140 mg/L, sin embargo para la época de lluvias, se presentó mayor concentración de nitratos a 30 cm de profundidad, para ciertos conglomerados (2, 4 y 5) y sus respectivos sitios (4, 2 y 2) con valores que oscilaron entre 10-150mg/L, mientras que para los conglomerados 7 y 8 los valores se mantuvieron constantes de 10-50mg/L.

Con respecto al pH, los valores oscilaron entre 6 y 7, la temperatura se mantuvo constante para ambos periodos con valores de 29-31 °C, la concentración de oxígeno disuelto se mantuvo entre 0.4-1 mg para los tres horizontes, disminuyendo conforme fue más profundo, el potencial de óxido-reducción (ORP) nos demuestra que los valores se encuentran en el rango de +180 a -360 mV, lo que demuestra que a través de los horizontes se da un constante intercambio de electrones siendo la parte más profunda donde se encuentra mayor electronegatividad y de acuerdo a Mitsch y Gosselink (2000) demuestran que a estos valores de ORP los procesos de nitrificación-desnitrificación, y la conversión de carbono a CO₂ o metano CH₄ se realizan en el sistema y son almacenados por largos periodos de tiempo. Los valores de salinidad varían con forme aumenta la profundidad siendo el valor más bajo de 8.66 para la época de lluvias y el más alto de 54 para la época de secas, que corresponden al mismo conglomerado para ambos muestreos (Conglomerado 5 sitio 2).

10. ANEXOS:

Gráficas correspondientes a la química del carbono en el suelo, respiración biológica del suelo y parámetros *in situ*.

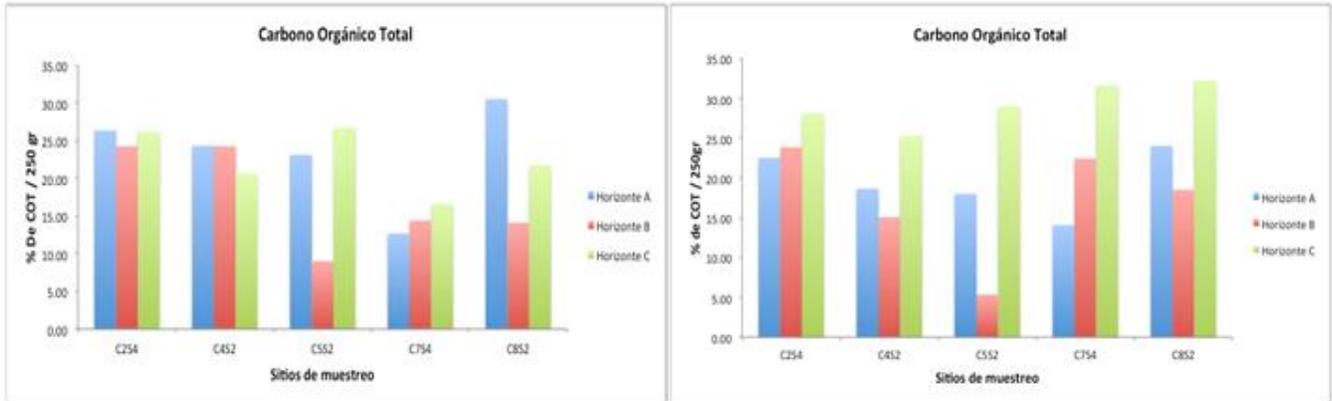


Figura 6 y 7. Porcentaje de carbono orgánico total, durante el 1er y 2do muestreo en los diferentes conglomerados de la REBIEN

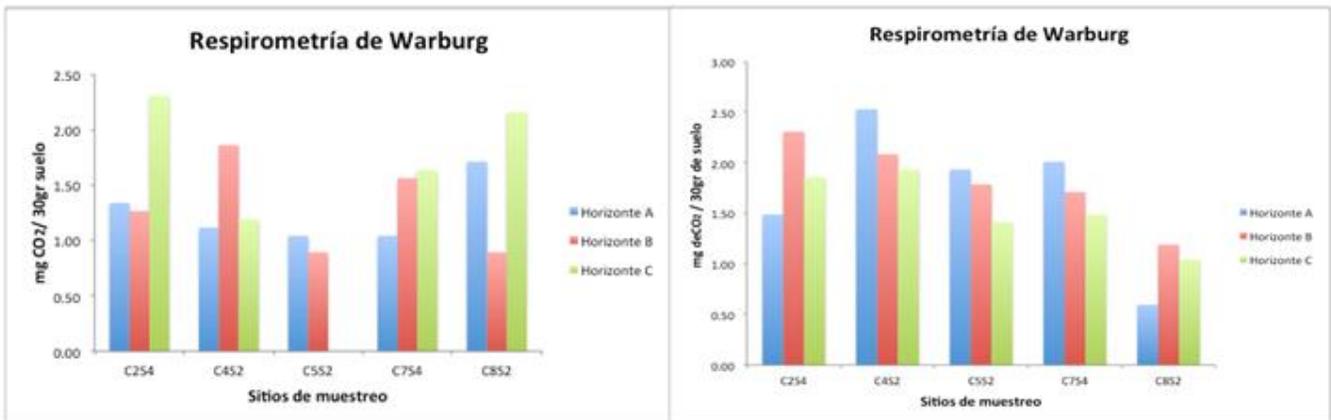


Figura 8 y 9. mg de CO₂ cuantificados durante el 1er y 2do muestreo en los diferentes conglomerados de la REBIEN

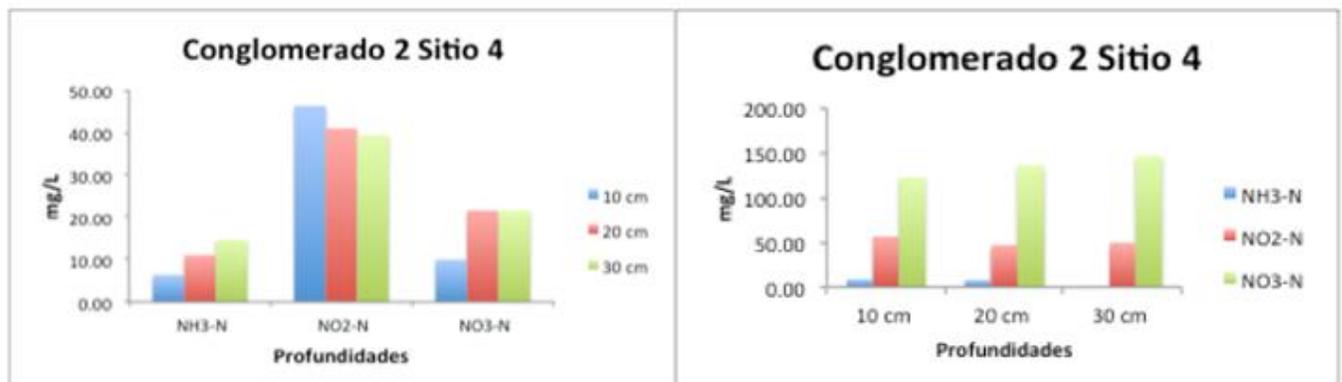


Figura 10 y 11 Análisis de NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N del Conglomerado 2 Sitio 4 durante el 1er y 2do muestreo

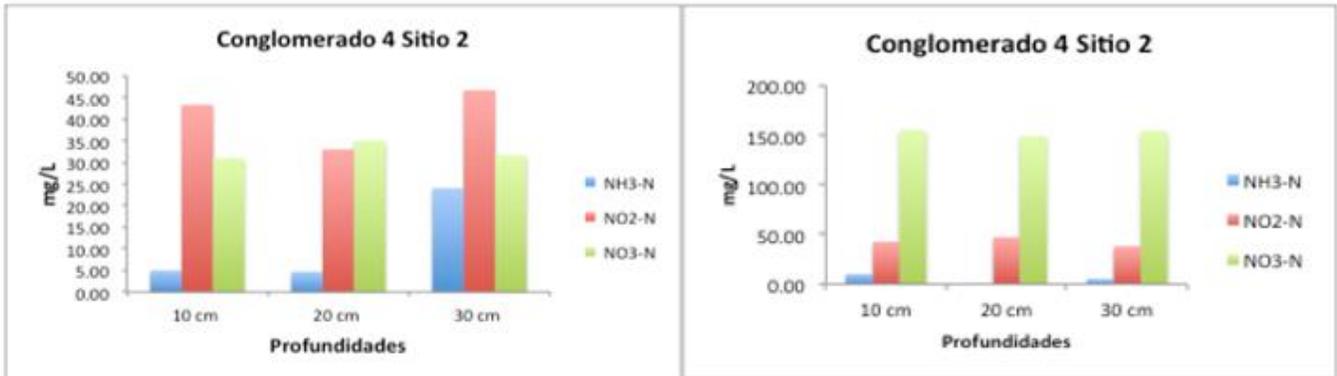


Figura 12 y 13 Análisis de NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N del conglomerado 4 Sitio 2, en el 1er y 2do muestreo

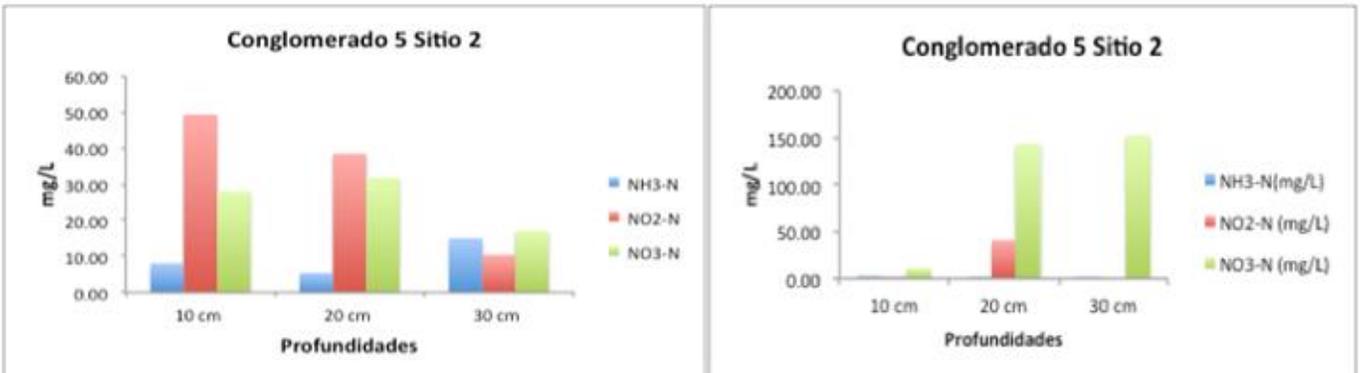


Figura 14 y 15 Análisis de NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, del conglomerado 5 Sitio 2, en el 1er y 2do muestreo

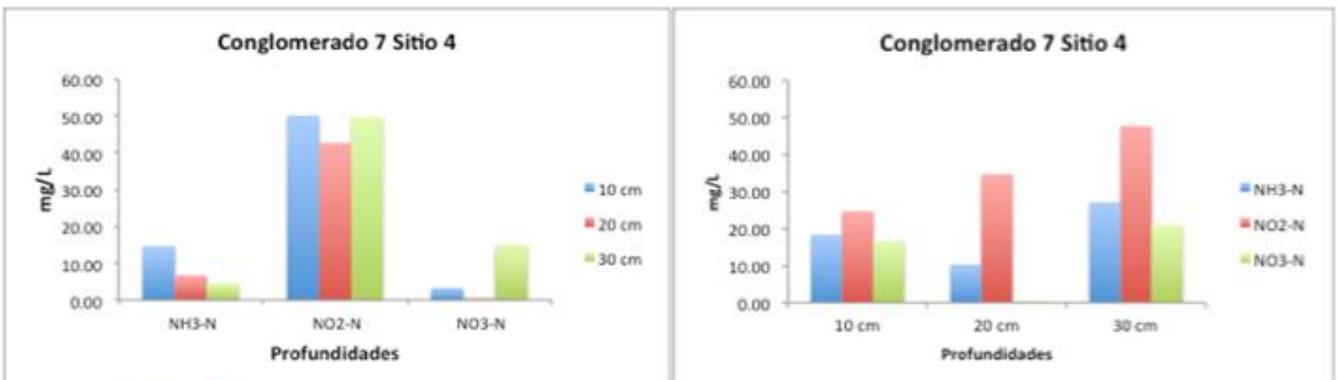


Figura 16 y 17 Análisis de NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, del conglomerado 7 Sitio 4, en el 1er y 2do muestreo

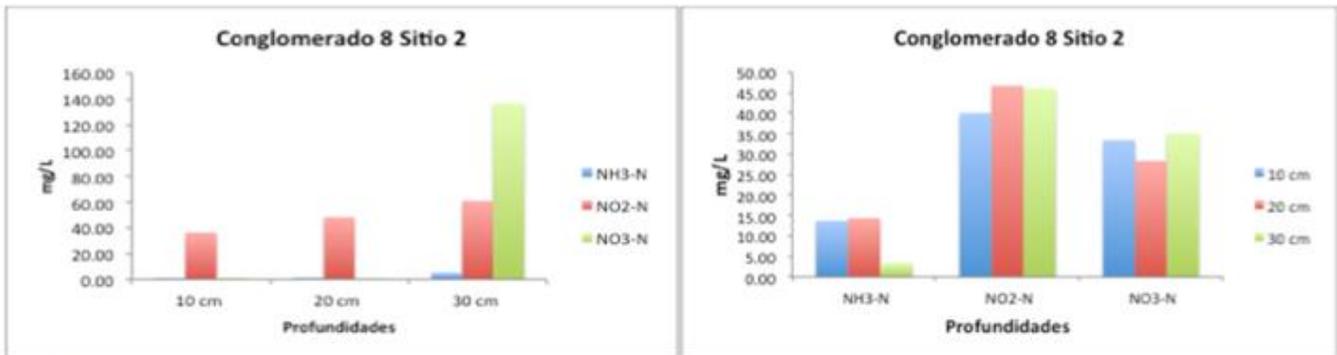


Figura 18 y 19 Análisis de NH₃-N, NO₂-N, NO₃-N, del conglomerado 8 Sitio 2, en el 1er y 2do muestreo

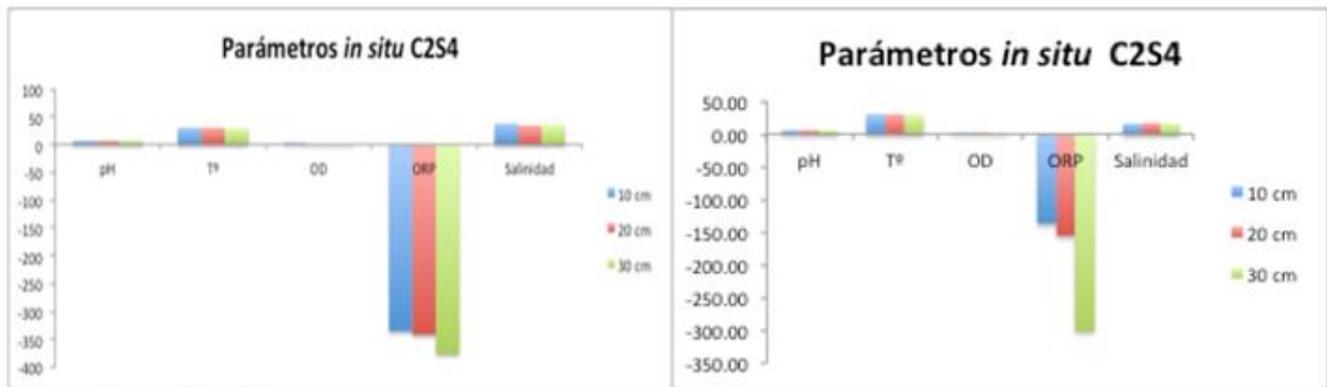


Figura 20 y 21 Análisis fisicoquímicos en el Conglomerado 2 Sitio 4, en el 1er y 2do muestreo

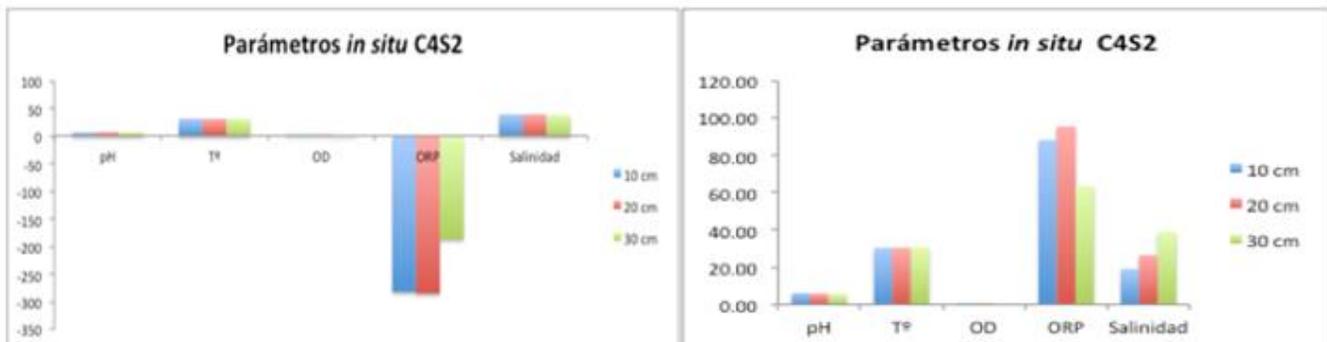
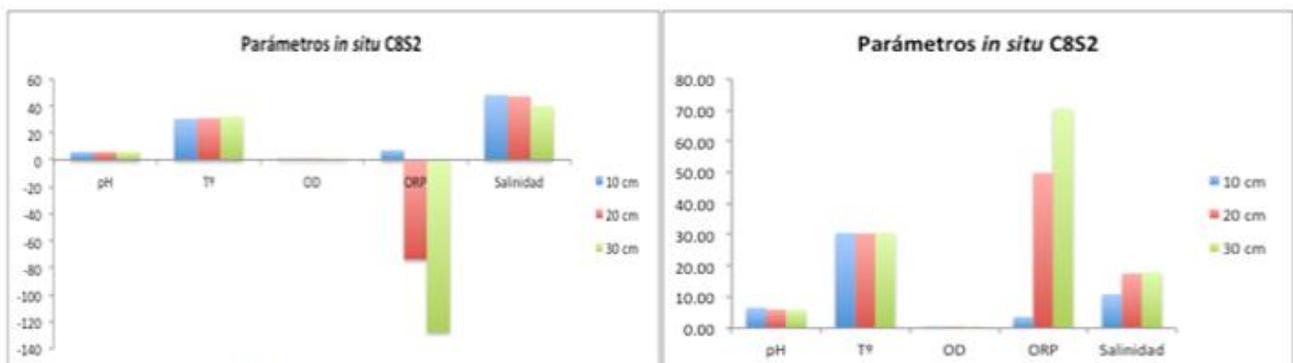
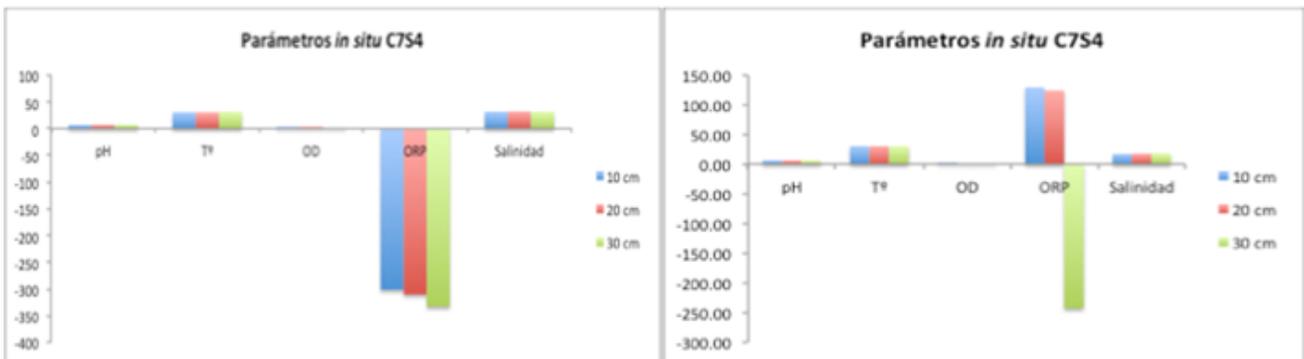
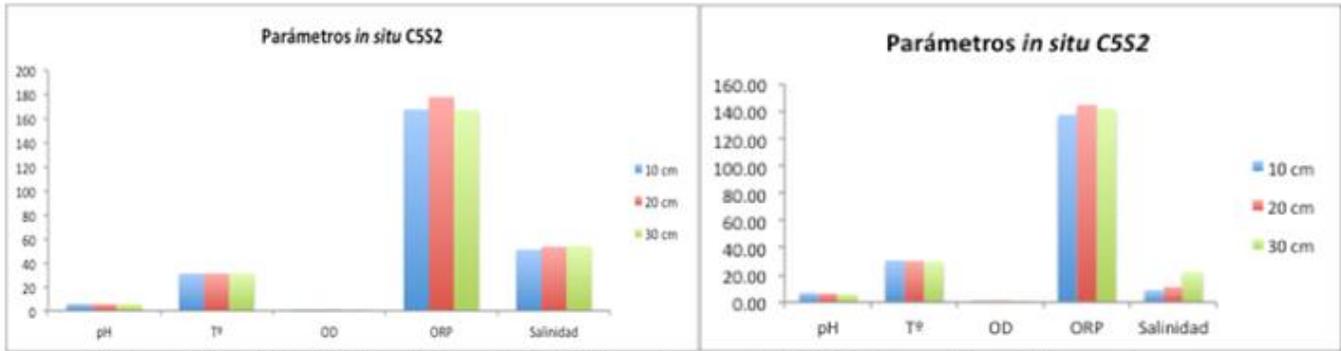


Figura 22 y 23 Análisis fisicoquímicos en el conglomerado 4 Sitio 2, en el 1er y 2do muestreo



11. BIBLIOGRAFÍA

Brown S (1996) Mitigation potential of carbon dioxide emissions by mana Asia *Ambio* 25(4):273-278.

Caamal, J. 2012. Almacenes de carbono en manglares de Celestún, Yucatán. Tesis Maestría, CINVESTAV, Mérida, México. pp 55.

Cintron G, Schaeffer Novelli Y (1984) Methods for studying mangrove structure. End: Snedaker SC, Snedaker JG, editors. *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. París, Francia: UNESCO. Pp.91–113.

CONAFOR. Comisión Nacional Forestal. 2012. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Manual y procedimientos para el muestreo de campo. CONAFOR. Zapopan, México.

Clark, D.B., & Clark, D.A. 2000. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. *Forest Ecology and Management* 137(1): 185-198.

Costanza, R., D Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton P., y Van Den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and the natural capital. *Nature* 387.

León-Rico, R., 2003. Efectos de la descomposición, la frugivoría y la remoción de frutos y semillas de especies arbóreas sobre los patrones de descomposición in situ en el suelo de la selva húmeda. pp. 89-107. En: Álvarez-Sánchez, J., Naranjo-García, E. (Eds.), *Ecología del Suelo en la Selva Tropical Húmeda de México*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Facultad de Ciencias. Instituto de Ecología, AC. México.

Mitsch, W., Gosselink, J. 2000. "Wetlands" . Jhon Wiley y Sons, Inc. Tercera Edición.

Morfin-Ríos, J.E., E.J. Jardel P., Alvarado C. y J.M. Michel-Fuentes. 2012. Caracterización y cuantificación de combustibles forestales. Comisión Nacional Forestal-Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México. 111 páginas.

Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares 37 pools in Mexican tropical dry forest landscapes. *Ecosystems*. 6: 609-629.

Nabuurs GJ, Masera O, Andrasko K, Benitez-Ponce P, Boer R, Dutschke M, Elsiddig E, Ford- Robertson J, Frumhoff P, Karjalainen T, Karankina O, Kurz WA, Matsumoto M, Oyhantcabal W, Ravindranath NH, Sanz Sanchez MJ and Zhang X (2007) *Forestry*. In *climate change 2007: mitigation*. In: Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA (eds) *contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK/New York, pp 541-584.

El Colegio de la Frontera Sur carretera antiguo aeropuerto km. 2.5 Tapachula, Chiapas México

23071 ESTABLISH A NEW INTENSIVE CARBON MONITORING SITE IN LA ENCRUCIJADA, CHIAPAS, MEXICO", fuente USDA Press (2014).A comprehensive assessment of the Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) potential including both supply and demand.

Smith, P. & Bustamante, M. in Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change eds Edenhofer O.et al. Cambridge Univ.

Waddell, K. L. (2002). Sampling coarse woody debris for multiple attributes in extensive resource inventories. (1), 139-153.