

Universidad Tecnológica de Panamá  
Facultad de Ingeniería Civil  
Licenciatura en Ingeniería Ambiental

Informe

**Aplicación de aprendizaje de tecnologías en flujos de CO<sub>2</sub>, en  
Grupo de investigación en Medio Ambiente y Recursos Forestales  
de la Universidad de Castilla-la Mancha, campus de Albacete**

Elaborado por:

Gómez, Natasha  
Rodríguez, Lilisbeth

Apoyado por:

Prof. Francisco R. López S.

7 de febrero de 2022

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	2
AREA DE APLICACIÓN.....	3
• Residencia Campus Albacete .....	3
• Universidad de Castilla-La Mancha.....	3
• Yeste.....	4
• Hellín.....	5
• LI-6400 XT .....	6
• Torre meteorológica .....	7
METODOLOGÍA.....	8
RESULTADOS.....	11
CONCLUSIÓN .....	12
RECOMENDACIONES.....	12
REFERENCIAS .....	13
ANEXOS .....	13

## INTRODUCCIÓN

Por medio del actual desarrollo de la tesis titulada “ESTIMACIÓN DE CO<sub>2</sub> POR EL PROCESO DE RESPIRACIÓN DE SUELO EN EL MANGLAR DE LA BAHÍA DE PANAMÁ” que se realiza en el marco del proyecto FID2016-30, auspiciado por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) y con la asistencia técnica del Centro de Investigaciones Hidráulicas e Hidrotécnicas (CIHH) de la Universidad Tecnológica de Panamá. Se a estudiando franjas en el manglar para la cuantificación de la tasa de respiración de suelo en la Bahía de Panamá en transectos contiguos al rio Juan Díaz, vecina a la planta de tratamiento de aguas residuales del Programa de Saneamiento de Panamá.

Se tiene muy pocas investigaciones sobre el flujo de carbono en suelo en zonas de manglares y manejo de los datos recolectados por los instrumentos relacionados llevándonos a un limitado conocimiento, por lo que se logró a través de la participación del CIHH de la Universidad Tecnológica de Panamá el financiamiento para realizar una estancia de investigación en el Grupo de Investigación de Medio Ambiente y Recursos Forestales de la Universidad de Castilla-La Mancha, campus de Albacete, bajo la tutela del profesor Francisco Ramón López Serrano donde se realizó tareas de aprendizaje de tecnología en flujos de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O y en la formación en la técnica de manejo de la instrumentación relacionada con ello; cuyo periodo de estancia fue desde el 15 hasta el 30 de enero de 2022. Con el asesoramiento del

profesor Francisco Ramón López Serrano se logró el desarrollo de dos modelos para el análisis de los datos ya recolectados en el manglar de la Bahía de Panamá de los cuales uno aun le hace falta la recolección de otros parámetros para que este sea lo más preciso posible.

La estancia realizada en la Universidad de Castilla-La Mancha fue de gran aprovechamiento para aumentar nuestro entendimiento en el manejo de los datos e instrumentos de medición de flujo de CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O, siendo así de suma importancia la formación impartida.

## AREA DE APLICACIÓN

- Residencia Campus Albacete

El 15 de enero de 2022 fue nuestra llegada a Albacete de España. Cuyo lugar de hospedaje fue la Residencia Campus Albacete la cual está a aproximadamente 15 minutos andando del centro de la ciudad y cuenta a su alrededor de transportes públicos. En el campus se encuentran las zonas deportivas de atletismo, fútbol, tenis, piscinas, etc., además de estar a solo minutos de la Universidad de Castilla-La Mancha.

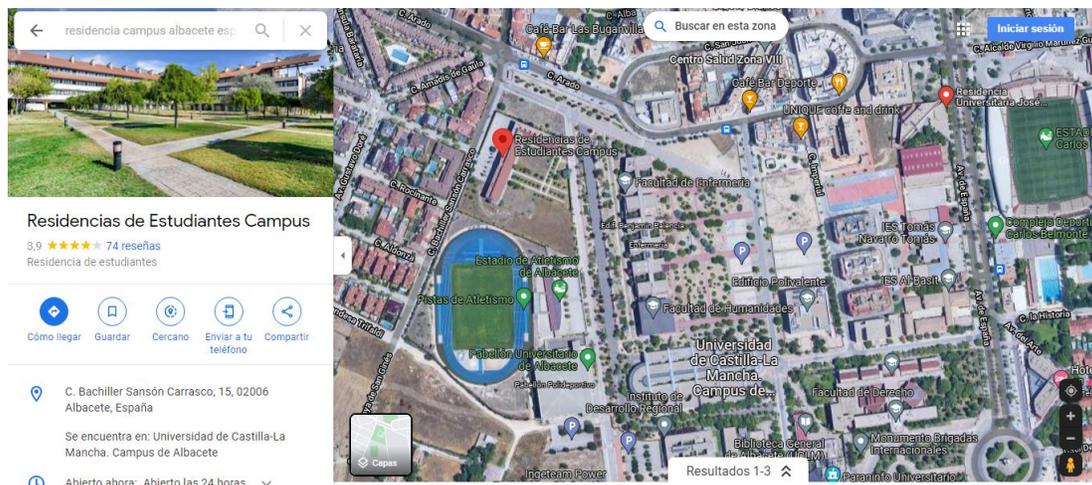


Ilustración 1: Localización de la Residencia Campus Albacete. Elaboración propia.

- Universidad de Castilla-La Mancha

La universidad de Castilla-La Mancha de Albacete tiene como acceso más importante la Avenida de España, muy próximo al Parque Científico y Tecnológico de Castilla-La Mancha (PCTCLM), al Jardín Botánico de Castilla-La Mancha, y al Estadio Carlos Belmonte. Nuestro asesoramiento fue realizado en el Grupo de investigación de Medio Ambiente y Recursos Forestales de esta universidad, bajo

tutela del profesor Francisco Ramón López Serrano desde el lunes 17 hasta el jueves 27 de enero de 2022.



Ilustración 2: Universidad de Castilla-La Mancha. Elaboración propia.

- Yeste

Se realizó una gira el 20 de enero de 2022 a una zona forestal ubicada en Yeste (coordenadas  $38^{\circ}20'23.6''N$   $2^{\circ}20'47.5''W$ ), cuyo diseño es de cinco zonas experimentales diferentes. Es una zona donde se quemó casi veinte mil hectáreas en el año 1994. Cada una de estas zonas tiene su peculiaridad, cuatro son quemadas, pero se han regenerado y la quinta es no quemada; además cada una de estas tiene áreas divididas en sequía y sin sequia para su respectiva investigación.

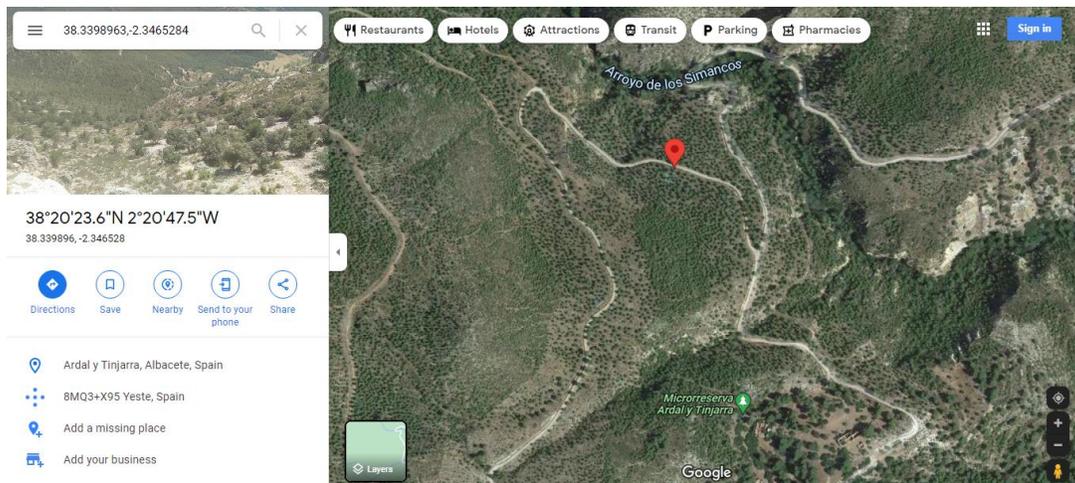


Ilustración 3: Localización de la zona forestal de Yeste. Elaboración propia.



Ilustración 4: Vista del área de gira en Yeste. Elaboración propia.

- Hellín

El jueves 27 de enero, se realizó una última gira con destino a Hellín (coordenadas aproximadas  $38^{\circ}26'17.6''N$   $1^{\circ}45'07.2''W$ ). Esta área está dividida en doce zonas que tiene como diseño experimental de sequía y sin sequía para sus respectivas investigaciones.

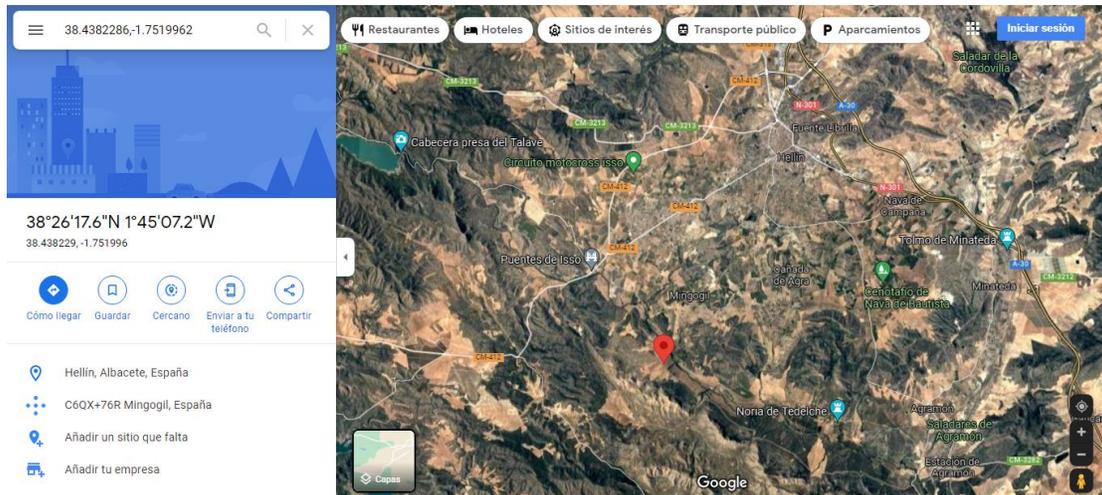


Ilustración 5: localización de Hellín. Elaboración propia.



*Ilustración 6: Vista de Hellín. Elaboración propia*

- LI-6400 XT

El LI-6400 es el sistema de intercambio de gases de tercera generación de LI-COR.

El sistema de flujo de CO<sub>2</sub> del suelo LI-6400 ha sido diseñado para minimizar la perturbación en el gradiente de concentración de gas del suelo. Antes de comenzar la medición, se mide la concentración de CO<sub>2</sub> ambiental en la superficie del suelo. Una vez que se instala la cámara, el depurador de CO<sub>2</sub> se usa para extraer el CO<sub>2</sub> en el sistema cerrado por debajo de la concentración ambiental. El depurador se apaga y el flujo de CO<sub>2</sub> del suelo hace que aumente la concentración de CO<sub>2</sub> en el espacio superior de la cámara. Los datos se registran mientras la concentración de CO<sub>2</sub> aumenta a través del nivel ambiental. Luego, el software calcula el flujo apropiado para la concentración ambiental. Este ciclo de medición se repite para tantas iteraciones como seleccione [1]



*Ilustración 7: LI-6400 XT. Elaboración propia*

- Torre meteorológica

los datos con los que trabajamos en nuestra estancia en la Universidad de Castilla-La Mancha fueron de la torre meteorológica Jay Zieman del humedal de la Bahía de Panamá que fue instalada en el año 2015.

A través de esta torre se presentan los resultados de los parámetros meteorológicos (precipitación, temperatura del aire, humedad relativa, velocidad y dirección del viento) en intervalos de medición de 10 min.



*Ilustración 8: Torre meteorológica Jay Zieman. Elaboración propia.*

## METODOLOGÍA

El día 17 de enero de 2022 se asistió a la Universidad Castilla – la Mancha (UCLM), en Albacete, España; en horas de la mañana para el encuentro con el Profesor Francisco López Serrano. Este mismo día se dio los parámetros a seguir en las dos semanas de estancia en la Universidad como colaboradores en el grupo de investigación en Medio Ambiente y Recursos Forestales.

Los temas abordados fueron la aplicación del Licor 6400, el uso correcto y utilización en campo. Para esto, fue imprescindible el estudio del manual “*Using the LI-6400/LI-6400XT, Portable Photosynthesis System*”, del cual se extrajo datos importantes que fueron de ayuda en campo.

Posteriormente, el jueves 20 de enero, nos dirigimos a Yeste, a aproximadamente dos horas del centro de Albacete, para implementar el uso del LI-6400 en diversas zonas que están siendo investigadas actualmente. Las zonas están diferenciadas por área con sequía (en donde se le colocan canaletas de zinc para recolectar y redireccionar el agua de lluvia del sitio) y zona sin sequía.

Las mediciones de flujo de carbono se realizaron simultáneamente a un inventario forestal de los árboles situados en las zonas mencionadas.



Ilustración 9: LI-6400, extensión LI-6400-09



Ilustración 10: Medición en zona sin sequía

Dentro de las zonas de medición hay de cinco a diez anillos que van desde un árbol en dirección hacia un área sin cobertura boscosa. Esto para observar el flujo de carbono en diferentes tipos de suelo.

Al final el día, logramos medir en tres zonas y en la cuarta el equipo empezó a dar valores inusuales, por lo que se suspendió las mediciones. Se cree que el motivo del fallo en el LI-6400 es debido a alguna obstrucción en los tubos de flujo de aire, que conecta la cámara cilíndrica con la consola.

El viernes 21 de enero, dentro de las instalaciones de la universidad se limpiaron los tubos, con un compresor de aire para eliminar cualquier partícula de tierra o polvo que pudo haber interferido en las mediciones, se volvió a probar el equipo, dando como resultado valores más estables.

La siguiente semana, se comenzó a analizar las mediciones que se obtuvo en el manglar en la época lluviosa que corresponde a los meses de agosto a noviembre del 2021. Como se había llevado la data en bruto (sin ninguna modificación), se procedió a elaborar una tabla con los valores más relevantes, como: la fecha, hora, cantidad de ciclos, Efflux y Temperatura del aire. Adicional, se incluyó valores de la torre Meteorológica ubicada en el manglar de Juan Díaz, Panamá; como: la temperatura y humedad del suelo a diferentes profundidades.

FECHA	HORA	CICLO	Efflux	Taire	T-5-A	T-10-A	T-15-A	T-20-A	T-5-B	T-10-B	T-15-B	T-20-B	TSueloA	TSueloB	TSueloM	swc10c	swc20c	swc40c	SWCtotal
04/08/2021	12:08:23 p. m.	1	14.64957	32.2448006	28.57	28.41	27.55	26.37	29.51	27.96	27.14	26.12	27.73	27.68	27.70	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:09:42 p. m.	2	13.8865271	32.3389816	28.57	28.41	27.55	26.37	29.51	27.96	27.14	26.12	27.73	27.68	27.70	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:11:04 p. m.	3	13.5742985	32.4718208	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:14:19 p. m.	1	5.58549595	32.6960449	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:15:06 p. m.	2	5.14092264	32.7515831	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:15:50 p. m.	3	5.08790199	32.8088417	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:19:04 p. m.	1	5.12499423	32.8942719	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:19:50 p. m.	2	4.98580261	32.9300461	28.65	28.52	27.59	26.37	29.95	28.08	27.16	26.12	27.78	27.83	27.81	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:20:36 p. m.	3	4.43322704	32.9586906	28.7	28.62	27.62	26.37	30.39	28.18	27.17	26.11	27.83	27.96	27.90	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:25:04 p. m.	1	6.33233489	33.0496826	28.7	28.62	27.62	26.37	30.39	28.18	27.17	26.11	27.83	27.96	27.90	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:25:50 p. m.	2	6.21307143	33.0680466	28.7	28.62	27.62	26.37	30.39	28.18	27.17	26.11	27.83	27.96	27.90	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:26:35 p. m.	3	6.25543969	33.0749435	28.7	28.62	27.62	26.37	30.39	28.18	27.17	26.11	27.83	27.96	27.90	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:30:06 p. m.	1	2.12917495	33.0594444	28.74	28.71	27.67	26.37	30.82	28.32	27.19	26.11	27.87	28.11	27.99	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:31:02 p. m.	2	2.23201675	33.0671082	28.74	28.71	27.67	26.37	30.82	28.32	27.19	26.11	27.87	28.11	27.99	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:32:03 p. m.	3	2.15667758	33.0521622	28.74	28.71	27.67	26.37	30.82	28.32	27.19	26.11	27.87	28.11	27.99	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:39:13 p. m.	2	12.0332622	32.9930305	28.74	28.71	27.67	26.37	30.82	28.32	27.19	26.11	27.87	28.11	27.99	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:40:28 p. m.	3	10.8346311	32.9972687	28.75	28.79	27.71	26.37	31.06	28.46	27.21	26.1	27.91	28.21	28.06	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:44:18 p. m.	2	5.76033432	33.0104065	28.75	28.79	27.71	26.37	31.06	28.46	27.21	26.1	27.91	28.21	28.06	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:45:03 p. m.	3	6.71450428	32.9863472	28.75	28.79	27.71	26.37	31.06	28.46	27.21	26.1	27.91	28.21	28.06	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:49:04 p. m.	1	1.67606221	32.8448181	28.75	28.79	27.71	26.37	31.06	28.46	27.21	26.1	27.91	28.21	28.06	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:49:57 p. m.	2	1.80479985	32.8620071	28.75	28.79	27.71	26.37	31.06	28.46	27.21	26.1	27.91	28.21	28.06	0.662165	0.65597	0.67367	66.4
04/08/2021	12:50:49 p. m.	3	1.84281069	32.8889122	28.73	28.87	27.75	26.37	31.04	28.57	27.23	26.1	27.93	28.24	28.08	0.662165	0.65597	0.67367	66.4

Ilustración 11 Datos del manglar de Juan Díaz

Como se puede apreciar en la ilustración 11, las columnas de temperatura y de humedad del suelo, se les realizó un promedio (TSueloM y SWCtotal), debido a que son valores aproximados a los que se encuentran en las áreas medidas con el LI-6400. Asumiendo que, en las zonas del manglar, que abarca la torre (400 metros) tiene los mismos niveles de temperatura y humedad.

Como las zonas medidas en el manglar abarcaban tanto árboles como área con poca cobertura boscosa, se incluyeron ciertos parámetros como el diámetro de los árboles, distancia total y distancia por cada anillo. Estos valores también fueron colocados dentro de la tabla a analizar.

De este modo, finalizamos la parte de estructuración de la tabla con los valores que posiblemente sean relevantes al momento de implementar un modelo matemático para conocer el flujo emitido por el manglar en los meses estudiados.

El jueves 27 de enero, para continuar con la práctica del equipo en campo, nos aproximamos al lugar poblado, Hellín, situado a hora y media de la Universidad en Albacete. Se realizó mediciones en tres zonas con sequía y sin sequía, y se intentó continuar en zonas donde las mediciones se hacían desde arboles de diferentes

diámetros (grande, mediano y pequeño) hacia área sin cobertura vegetal. Sin embargo, no se lograron culminar por los mismos motivos de la gira anterior.



Ilustración 12: Medición en zona con sequía. Elaboración propia

Se procedió a descargar toda la información que contenía la consola y a instalar nuevamente el software del equipo, para saber si los fallos mostrados eran por falta de mantenimiento.

En efecto, al día siguiente se procedió a ir nuevamente a Yeste a continuar con las mediciones que no se hicieron y el equipo funcionó correctamente. Se estima que no se había realizado mantenimiento al LI-6400 desde hace dos años, por lo que puede ser consecuencia de datos inestables.

Continuando con la data del manglar, se elaboró una tabla dinámica para reducir la cantidad de ciclos de medición hecho por la consola, se sacó el promedio de todas las variables expuestas y las fechas se colocaron como números enteros para hacer su manipulación más sencilla, como se puede ver en la ilustración 13.

DATE	Efflux	PERIM (cm)	DBH (cm)	Dist (cm)	Taire (°C)	T5A	T10A	T15A	T20A	T5B	T10B	T15B	T20B	TsoilA	TsoilB	TsoilM	SWC
DATE	Efflux	PERIM (cm)	DBH	Dist	Tair	T5A	T10A	T15A	T20A	T5B	T10B	T15B	T20B	TsoilA	TsoilB	TsoilM	SWC
1	14.0	137.8	44	24	32.4	28.6	28.4	27.6	26.4	29.7	28.0	27.1	26.1	27.7	27.7	27.7	66.4
1	5.3	137.8	44	87	32.8	28.7	28.5	27.6	26.4	30.0	28.1	27.2	26.1	27.8	27.8	27.8	66.4
1	4.8	137.8	44	154	32.9	28.7	28.6	27.6	26.4	30.1	28.1	27.2	26.1	27.8	27.9	27.8	66.4
1	6.3	161.6	51	162	33.1	28.7	28.6	27.6	26.4	30.4	28.2	27.2	26.1	27.8	28.0	27.9	66.4
1	2.2	161.6	51	91	33.1	28.7	28.7	27.7	26.4	30.8	28.3	27.2	26.1	27.9	28.1	28.0	66.4
1	11.4	161.6	51	21	33.0	28.7	28.8	27.7	26.4	30.9	28.4	27.2	26.1	27.9	28.2	28.0	66.4
1	6.2	161.6	51	39	33.0	28.8	28.8	27.7	26.4	31.1	28.5	27.2	26.1	27.9	28.2	28.1	66.4
1	1.8	161.6	51	95	32.9	28.7	28.8	27.7	26.4	31.1	28.5	27.2	26.1	27.9	28.2	28.1	66.4
1	2.5	154.9	49	121	33.0	28.7	28.9	27.8	26.4	31.0	28.6	27.2	26.1	27.9	28.2	28.1	66.4
2	14.4	137.8	44	24	33.0	26.7	27.7	27.6	26.6	29.1	27.6	27.2	25.9	27.2	27.5	27.3	66.3
2	1.7	137.8	44	87	33.0	26.7	27.7	27.6	26.6	29.1	27.6	27.2	25.9	27.2	27.5	27.3	66.3
2	4.9	137.8	44	154	33.0	26.9	27.8	27.6	26.6	29.2	27.7	27.2	25.9	27.2	27.5	27.3	66.3
2	2.2	161.6	51	162	33.1	26.9	27.8	27.6	26.6	29.2	27.7	27.2	25.9	27.2	27.5	27.3	66.3
2	7.0	161.6	51	91	33.0	27.1	27.8	27.6	26.6	29.1	27.8	27.2	25.9	27.3	27.5	27.4	66.3
2	6.7	161.6	51	21	33.0	27.1	27.8	27.6	26.6	29.1	27.8	27.2	25.9	27.3	27.5	27.4	66.3
2	6.4	161.6	51	39	33.0	27.4	27.9	27.6	26.6	28.9	27.9	27.2	25.9	27.4	27.5	27.4	66.3
2	0.8	161.6	51	95	33.2	27.4	27.9	27.6	26.6	28.9	27.9	27.2	25.9	27.4	27.5	27.4	66.3

Ilustración 13 Data final con variables importantes

Se dispuso a utilizar un programa de estadística para ver el comportamiento del efflux (flujo de carbono en el suelo) con respecto a las otras variables, en donde exponía cual variable independiente tomada era más significativa. Algunos de las variables no mostraban relación con la variable dependiente (Efflux) por lo que simplemente se descartaba como importante.

## RESULTADOS

Una vez encontrada las variables más significativas en relación con el Efflux, se estableció hacer dos modelos matemáticos. Una con las variables tomadas de la torre meteorológica (temperatura de aire y temperatura del suelo a una profundidad de 15 metros) y la otra incluyendo el tamaño del árbol y la distancia de cada anillo al árbol más cercano.

Por lo que en el método A, donde se aplica una regresión múltiple, solo con las temperaturas se obtuvo un R2 del 14%. Dando como resultado el siguiente modelo:

$$\text{Efflux (micromol/(m}^2\text{s))} = 0.0036 \text{ EXP}(-0.27T_{\text{air}} + 0.57T_{\text{soil}})$$

Se extrae información de la torre, donde las variables explicativas ( $T_{\text{air}}$  y  $T_{\text{soil}}$ ) están siendo monitoreadas cada 10 minutos, se utiliza solo los valores obtenidos de los meses de agosto a noviembre de 2021, para aplicar el modelo de Efflux y así estimar la cantidad de CO2 que emite el suelo en este periodo.

Tabla 1 Estimación de CO2 en el manglar

	<b>Tsoil15</b>	<b>Tair</b>	<b>Efflux (micromolm-2s-1)</b>
11/17/2021 8:30	27.66	25.95	20.53
11/17/2021 8:40	27.67	26.17	19.45
11/17/2021 8:50	27.68	26.34	18.69
11/17/2021 9:00	27.68	26.51	17.85
11/17/2021 9:10	27.68	26.67	17.09
11/17/2021 9:20	27.68	26.85	16.28
11/17/2021 9:30	27.68	27.06	15.38
11/17/2021 9:40	27.67	27.28	14.42
11/17/2021 9:50	27.67	27.53	13.47
11/17/2021 10:00	27.68	27.84	12.46
11/17/2021 10:10	27.63	28.2	10.99
		PROMEDIO	<b>12.14</b>

Una vez aplicado la ecuación se hace la media del periodo analizado dando como resultado el 12.14  $\mu\text{mol/m}^2\text{/s}$ , multiplicando por 44 mol de CO2, pasando los gramos a toneladas y los metros cuadrados a hectáreas. Se estima que la cantidad de efflux en toneladas de CO2 por hectárea en un periodo determinado es de 50.04.

**EFFLUX (toneladas de  
CO2/ha (periodo)) =**

**50.04**

El método B, donde incluye el tamaño del árbol y la distancia de anillo a árbol, se le aplica nuevamente una regresión múltiple, brindando un valor significativo mayor. Con una r2 de 27%. El modelo matemático queda expresado de la siguiente manera:

**Efflux (micromol/(m2.s))=EXP(-8.52+0.0081DHB-  
0.0000889DHB\*DIST+0.617Tsoil-0.216Tair)**

Es necesaria la base de datos de Tair/Tsoil cada 10 minutos a largo del periodo analizado (1-8-2021 al 17-11-2021).

Aún está en proceso de culminación este modelo matemático, el cual, se utilizará para estimar el flujo de carbono en el manglar por parte de nuestro proyecto de investigación. Todavía es necesario conocer otros parámetros fundamentales para que el modelo sea lo más preciso posible.

De esta manera se finaliza la estancia en la Universidad Castilla – la Mancha, aún quedan ciertos procedimientos por realizar. Sin embargo, fue de suma importancia la visita a las instalaciones de la universidad.

## CONCLUSIÓN

Para continuar con el estudio del manglar y aplicar correctamente la ecuación dada, es preciso realizar un inventario forestal de la zona, tomando en cuenta los árboles usados para las mediciones, se debe conocer la superficie proyectada de la copa de cada árbol, proceso que se realizará por herramientas básicas como una cinta métrica.

Una vez conocido los parámetros que hacen falta se estimará el total de flujo de carbono emitido por cada anillo de cada árbol a lo largo del periodo. Para luego estimar la cantidad de efflux de todo el manglar en los periodos de agosto a noviembre.

## RECOMENDACIONES

Para prevenir fallo en la LI-6400 por medio de los tubos de flujo de aire se recomienda limpiarlos con regularidad por medio de un compresor y así eliminar cualquier partícula de tierra que puedan interferir en las mediciones.

Se debe realizar mantenimiento a la LI-6400 en periodos máximos de un año para así evitar el riesgo de que se produzcan datos inestables durante las mediciones.

## REFERENCIAS

- [1] L.-C. Biosciences, Using the LI-6400/LI6400 XT, EE. UU.: © Copyright, 1998-2012.
- [2] F. López-Serrano, E. Rubio, D. Moya y M. Andrés-Abellán, «Influences of recovery from wildfire and thinning on soil respiration of a Mediterranean mixed forest,» *EL SEVIER*, nº 573, pp. 1217-1231, 2016.

## ANEXOS

Gira a Yeste





### Mantenimiento de la LI-6400





Procesamiento de datos

