INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica
Unidad Profesional Ticomán
Sección de Estudios de Posgrado e Investigación[1]

En colaboración con

THE UNIVERSITY OF FLORIDA, USA

IFAS Extension[2]

P R E S E N T A N :

Campaña de medición de parámetros físicos sobre los campos de maíz en Huamantla, Tlaxcala (2018).

Bajo la dirección de:

DR. ALEJANDRO MONSIVÁIS HUERTERO[1]
DR. JOSÉ CARLOS JIMÉNEZ ESCALONA[1]
DRA. JASMEET JUDGE[2]

Contacto:
Tel. 57296000
Ext. 56103 y 56107
amonsivais@ipn.mx

ÍNDICE

ÍNDICE 2

INTRODUCCIÓN 3

OBJETIVO 3

SITIOS DE ESTUDIO 3

PROTOCOLO DE MEDICIÓN IN SITU 7

- RUGOSIDAD DE SUELO 7
- HUMEDAD DE SUELO 8
- TEMPERATURA DE SUELO 9
- MUESTRAS DE SUELO 9
- MUESTRAS DE VEGETACIÓN 9

BITÁCORA DE LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN 2018 10

OBSERVACIONES EN CAMPO 13

INTRODUCCIÓN

El efecto del cambio climático está relacionado con la humedad de suelo, este parámetro físico impulsa los procesos hidrológicos desde la superficie derivando como un flujo de energía de la atmósfera con la tierra, por ejemplo, la precipitación y la infiltración del agua en el subsuelo. Es por ello que este flujo de energía y la humedad de suelo durante las temporadas de crecimiento de los cultivos agrícolas pueden estimarse mediante modelos de transferencia del suelo, vegetación y atmósfera.

Dicho lo anterior es necesario monitorear las condiciones de los campos de cultivo, conocer los periodos de siembra, tipo de cultivo, área del campo y el periodo de cosecha, con el fin de validar las imágenes de satélite y los modelos físicos existentes en la actualidad, los cuales permiten aprovechar al máximo las actividades económicas de una localidad.

OBJETIVO

Monitorear la humedad de suelo en los campos de cultivo de maíz de temporal, para conocer las condiciones de crecimiento de las plantas.

SITIOS DE ESTUDIO

Para llevar a cabo la campaña de medición, 5 sitios de estudio fueron seleccionados de acuerdo al área de cobertura para un pixel de la misión satelital SMAP (parte pasiva) y a la seguridad brindada por parte de los propietarios de los campos (Fig. 1). Dichos sitios de estudio presentan características diferentes que se describen a continuación en la figura 2.

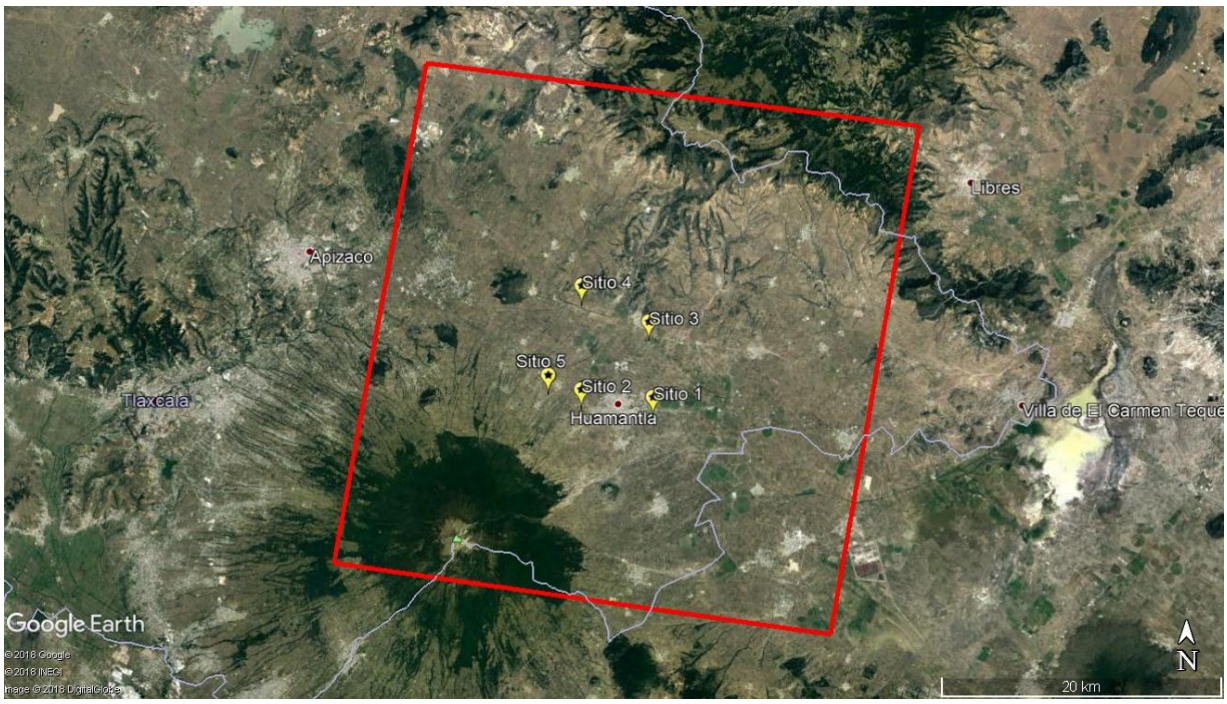


Fig.1. Área del pixel delimitada a 36km por cada lado y sitios de estudio en Huamantla, Tlaxcala.

Sitio 1

Coordenadas geográficas:
19°18'37.14"N, 97°53'59.22"O
Área = 6,020 m^2
Elevación = 2,446 m
Periodo de siembra: 4ta semana de mayo

Sitio 2

Coordenadas geográficas:
19°18'53.91"N, 97°56'54.56"O
Área = 2,560 m2
Elevación = 2,577 m
Periodo de siembra: Última semana de marzo

Sitio 3

Coordenadas geográficas:
19°21'34.38"N, 97°54'10.02"O
Área = 14,800 m2
Elevación = 2,420 m
Periodo de siembra: Última semana de mayo

Sitio 4

Coordenadas geográficas:
19°19'26.82"N, 97°58'14.94"O
Área = 4,523 m2
Elevación = 2,598 m
Periodo de siembra: 1ra semana de abril

Sitio 5

Coordenadas geográficas:
19°22'58.26"N, 97°56'54.48"O
Área = 4,076 m2
Elevación = 2,456 m
Periodo de siembra: 2da semana de abril

Fig. 2. Características de los sitios de estudio

Por otro lado, el periodo de monitoreo se fijó de acuerdo con las fechas aproximadas en las que se dio la siembra del maíz hasta el periodo de cosecha, dando como resultado la primera visita a campo el 13 de abril y la última el 13 de octubre, ambas fechas correspondientes al año en curso.

El crecimiento máximo de las plantas de maíz en los campos de cultivo durante este periodo de 6 meses se observan a continuación en la figura 3.

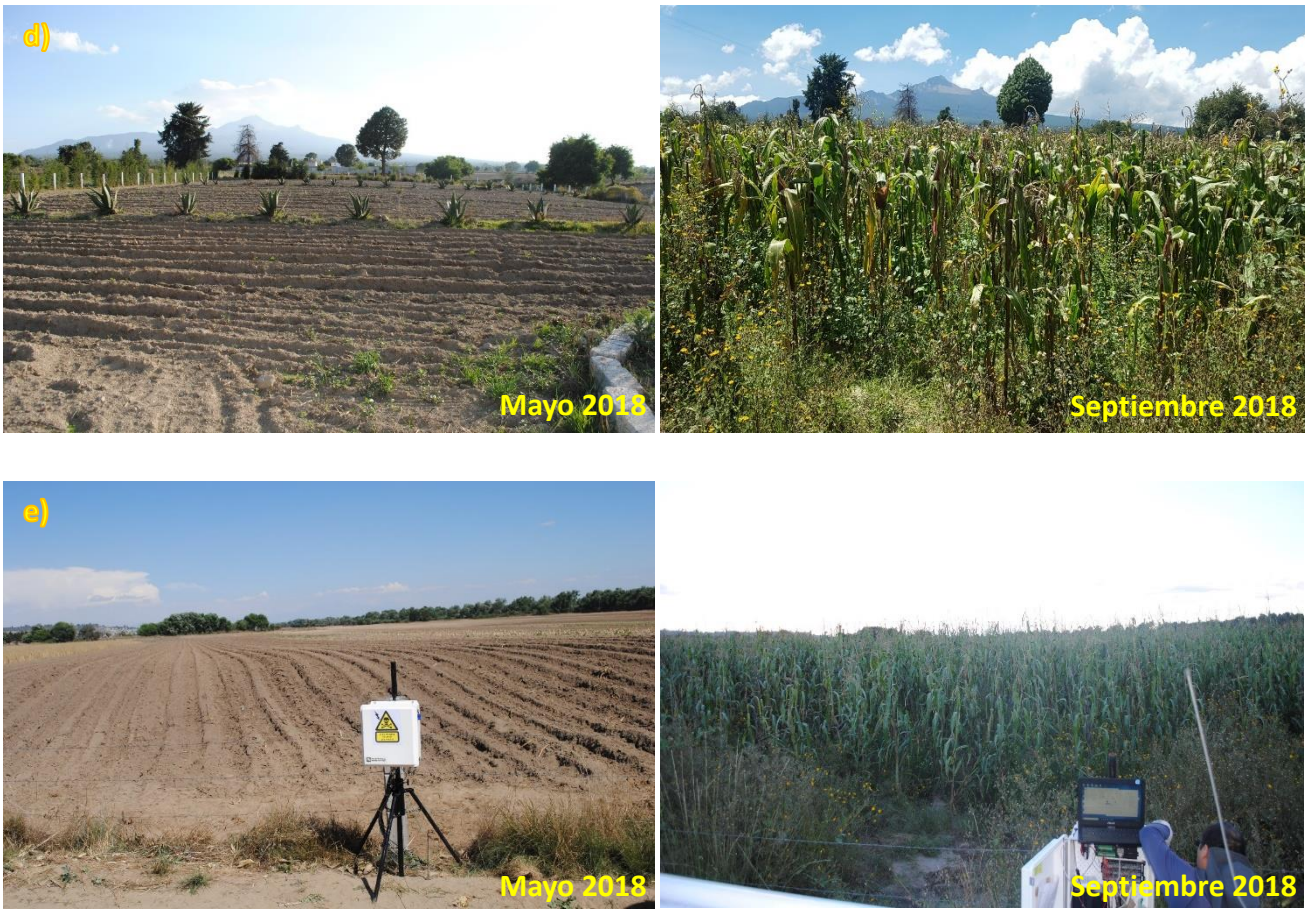


Fig. 3 Cambios de los campos de cultivo a) Sitio 1, b) sitio 2 y c) sitio 3, d) sitio 4 y e) sitio 5.

PROTOCOLO DE MEDICIÓN IN SITU

El protocolo que se aplica en esta campaña de medición es el recomendado por la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio, por sus siglas en inglés, NASA.

RUGOSIDAD DE SUELO

La rugosidad de suelo se midió en el campo bajo condiciones de suelo desnudo suavizado en los días julianos 103 y 104; por otra parte se midió bajo condiciones de suelo desnudo con arado en el día 125. Este método se realiza a través de un meshboard fabricado en laboratorio con una cuadrícula impresa de 1x1 cm. (fig. 4).

Fig. 4. Método a partir del uso del meshboard.

Es posible observar en la figura 5 las dos tipos de muestras que se hacen en cada sitio de estudio, la primera de ella de manera perpendicular y la otra de manera paralela a las líneas del arado.

Fig. 5. Rugosidad de suelo a) perpendicular y b) paralela.

HUMEDAD DE SUELO

La humedad de suelo se midió a partir de sensores Campbell Scientific TDR Cs616 enterrados a profundidades de 2.5, 5, 10, 20, y 30 cm (fig. 6), los cuales fueron conectados a un equipo datalogger que registró la cantidad de humedad de suelo cada 20 minutos durante los 6 meses para cada sitio de estudio.

Fig. 6. Equipo de trabajo instalando los sensores TDR.

Durante cada visita a los campos fueron registradas las lecturas de humedad de suelo en superficie a partir del equipo ML3 ThetaProbe Soil Moisture Sensor sobre toda el área del campo de cultivo, avanzando cada 20m longitudinalmente y transversalmente (Fig. 7).

Fig. 7. Medición in situ de humedad de suelo mediante los ThetaProbe.

TEMPERATURA DE SUELO

Al igual que la humedad de suelo, la temperatura se midió a partir de sensores Campbell Scientific 108L y 109L enterrados a profundidades de 2.5, 5, 10, 20, y 30 cm, los cuales fueron conectados los mismos equipos datalogger registrando la temperatura ambiente y a las diferentes profundidades cada 20 minutos durante los 6 meses para cada sitio de estudio. Así mismo se registraban los datos de los ThetaProbe en conjunto con las lecturas de temperatura de superficie mediante termómetros con vástago de 7cm.

MUESTRAS DE SUELO

Las muestras de suelo nos permiten saber la composición física de las diferentes texturas de tierra en función con su profundidad, dichas muestras llamadas gravimétricos son llevadas a laboratorio para su debido análisis y poder determinar la cantidad de arena, arcilla, limo y compuestos orgánicos en los campos de cultivo. Es por ello que en esta campaña de medición fueron sustraídas muestras a 2.5, 5, 10, 20, 30, 60 y hasta 100cm de profundidad.

MUESTRAS DE VEGETACIÓN

Las muestras de vegetación consisten en las lecturas de la geometría de la planta, su altura, el ancho, su distribución vertical, la biomasa y la descripción general de la planta, entre otras mediciones. Para realizar dicho muestreo es necesario considerar dos plantas al azar en cada visita a campo y realizar las mediciones antes mencionadas (Fig. 8).

Por otro lado, se midió la cantidad de plantas en un metro lineal, el número de hojas, la altura de los nodos y los ángulos que forman las hojas con respecto a su origen.

Al final las muestras fueron divididas en hojas, tallo y maíz, para pesarlas inmediatamente después de ser cortadas. Con el fin de llevarlas a laboratorio en donde se meten en un horno eléctrico a 80°C durante 48 horas. Posteriormente a ello, se pesaron nuevamente para conocer el contenido de agua en la planta.

Fig. 8. Medición de la geometría de la vegetación

BITÁCORA DE LA CAMPAÑA DE MEDICIÓN 2018

Abril 13 (Día Juliano 103)

12:30	Instalación del equipo Datalogger y los sensores (sitio 1)
13:30	Medición de la rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 1)
13:31 – 13:50	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 1)
18:40	Instalación del equipo Datalogger y los sensores (sitio 2)
18:58 – 19:14	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 2)
19:00	Medición de la rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 2)

Abril 14 (Día Juliano 104)

11:20	Instalación del equipo Datalogger y los sensores (sitio 3)
11:35	Medición de la rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 3)
11:35 – 12:25	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 3)
15:05	Instalación del equipo Datalogger y los sensores (sitio 5)
15:24 – 15:58	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 5)
15:30	Medición de la rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 5)
18:00	Instalación del equipo Datalogger y los sensores (sitio 4)
18:22	Medición de la rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 4)
18:22 – 19:05	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 4)

Abril 15 (Día Juliano 105)

12:53	Revisión del equipo Datalogger y medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 1)
13:23	Revisión del equipo Datalogger y medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 3)
13:58	Revisión del equipo Datalogger y medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 4)
14:48	Revisión del equipo Datalogger y medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 5)
15:28	Revisión del equipo Datalogger y medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe (sitio 2)

Mayo 05 (Día Juliano 125)

11:47 – 12:20	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 4)
14:33 – 15:06	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, rugosidad de suelo, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
16:53 – 17:15	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 1)
18:02 – 18:30	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, rugosidad de suelo y gravimétrico (sitio 3)
19:36 – 20:01	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, rugosidad de suelo, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

Mayo 26 (Día Juliano 146)

11:00 – 11:12	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
12:26 – 12:45	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
13:47 – 14:10	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
15:05 – 15:30	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe y gravimétrico (sitio 3)
16:28 – 16:45	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

Junio 16 (Día Juliano 167)

08:24 – 08:52	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
09:50 – 10:40	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 3)
11:41 – 11:58	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)
13:25 – 13:38	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
14:27 – 14:41	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)

Julio 02 (Día Juliano 183)

11:35 - 11:50	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
13:00 - 13:14	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
14:53 - 15:12	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
16:24 - 17:01	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 3)
17:45 - 17:53	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

Julio 17 (Día Juliano 198)

10:30 - 10:45	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa y geometría de la vegetación (sitio 4)
11:43 - 11:56	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa y geometría de la vegetación (sitio 2)
13:00 - 13:19	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa y geometría de la vegetación (sitio 1)
13:58 - 14:35	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa y geometría de la vegetación (sitio 3)
15:15 - 15:25	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa y geometría de la vegetación (sitio 5)

Agosto 11 (Día Juliano 223)

11:31 - 11:50	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
12:55 - 13:10	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
13:45 - 14:17	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
15:33 - 16:05	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 3)
16:38 - 16:49	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

Septiembre 01 (Día Juliano 244)

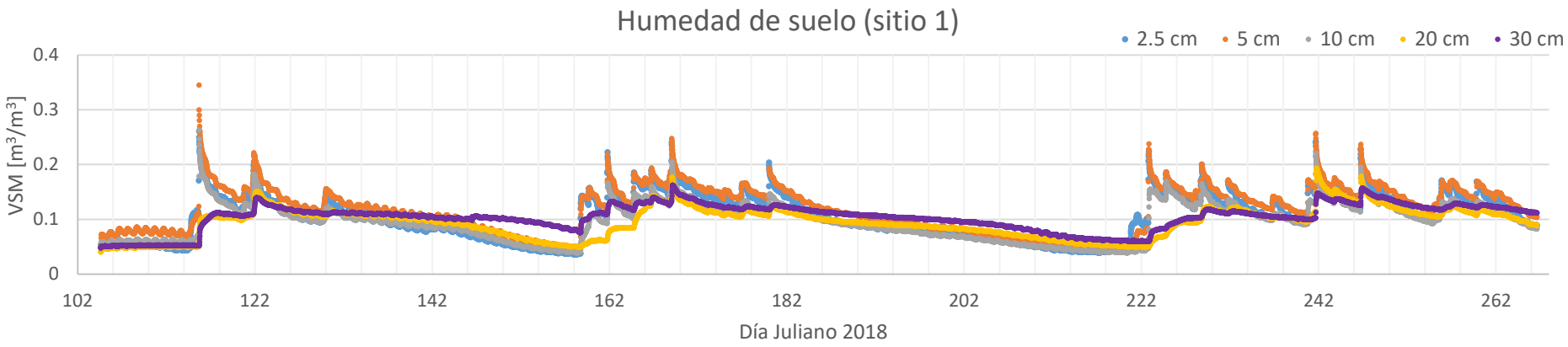
12:04 - 12:21	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
13:35 - 13:54	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
15:18 - 15:40	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
16:47 - 17:26	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 3)
18:36 - 18:46	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

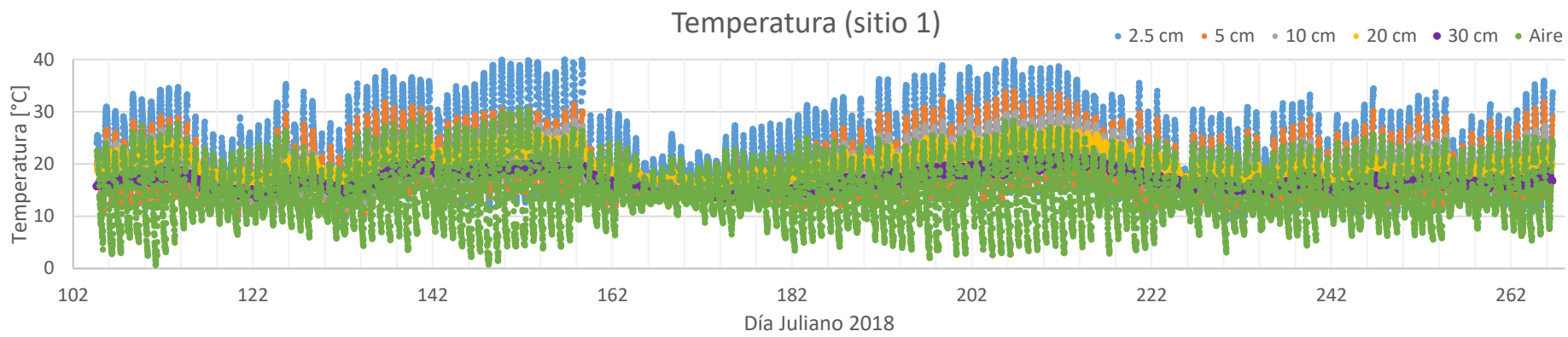
Septiembre 22 (Día Juliano 265)

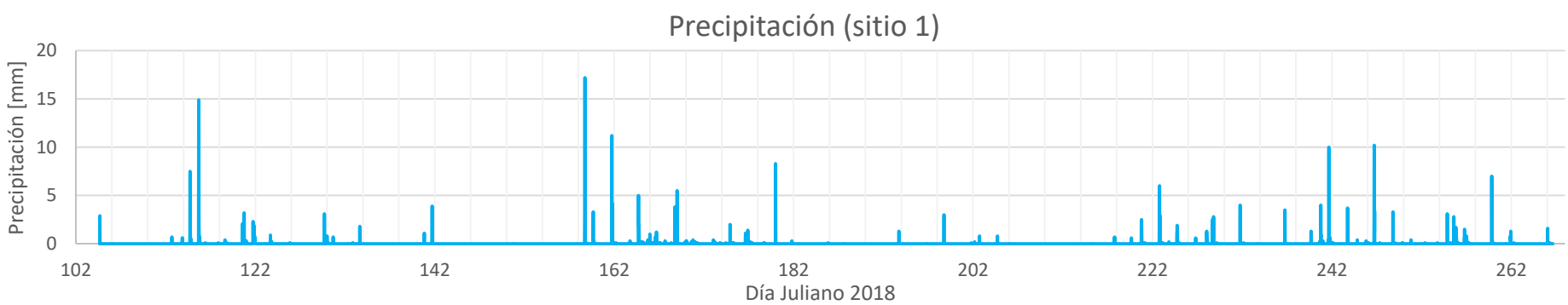
12:20 - 12:35	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 4)
13:26 - 13:46	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 2)
15:15 - 15:40	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 1)
16:38 - 17:15	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 3)
18:15 - 18:28	Medición de la humedad de suelo mediante el equipo ThetaProbe, biomasa, geometría de la vegetación y gravimétrico (sitio 5)

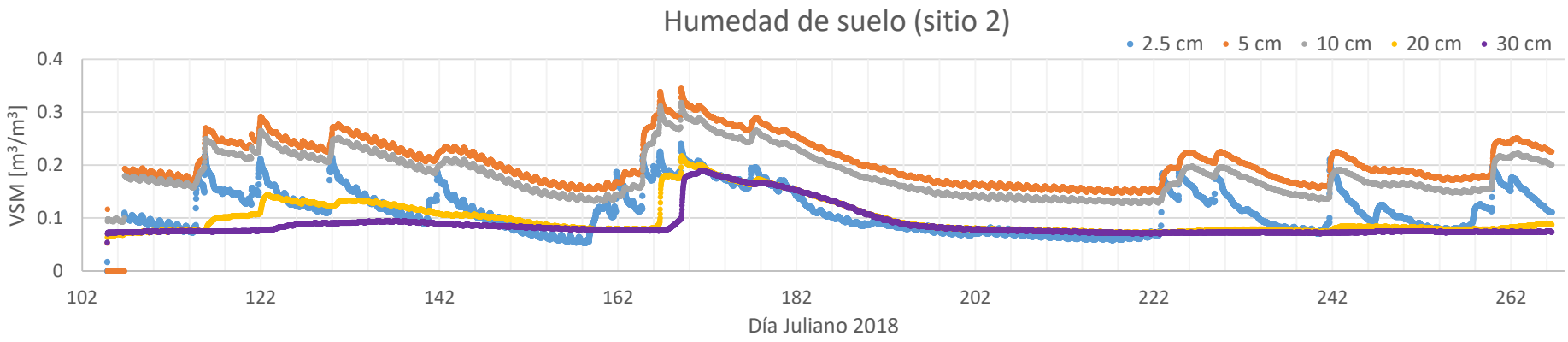
OBSERVACIONES EN CAMPO

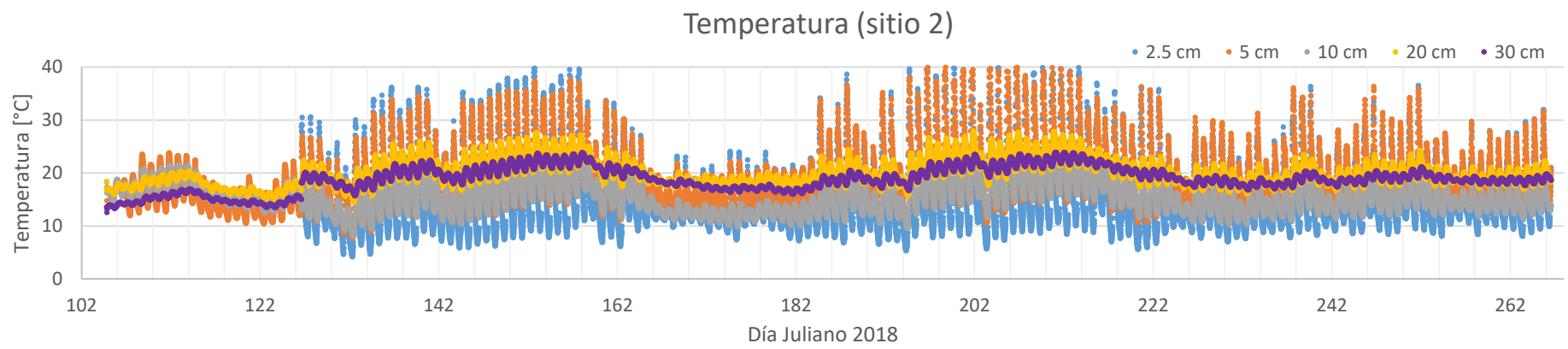
En esta sección se presentan las gráficas de humedad de suelo, temperatura y precipitación obtenidas de las estaciones de monitoreo y meteorológicas, para cada sitio de estudio.

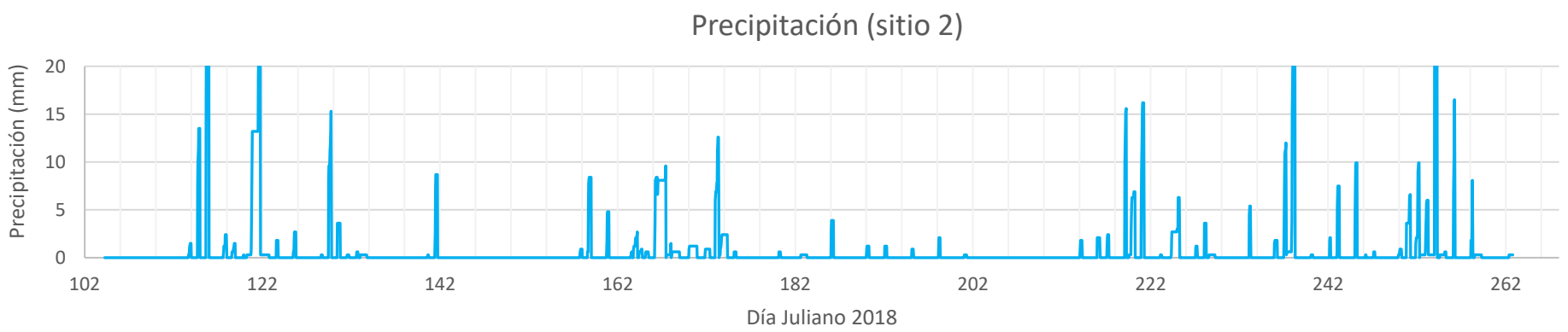

Humedad de suelo (sitio 1)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
VSM [m³/m³]
0.4
0.3
0.2
0.1
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

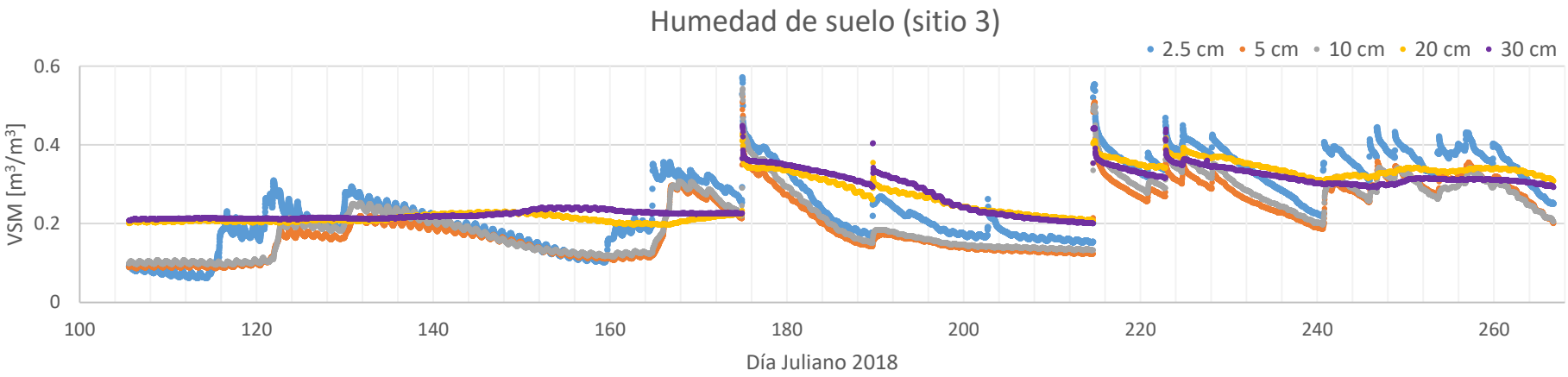

Temperatura (sitio 1)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
Aire
Temperatura [°C]
40
30
20
10
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

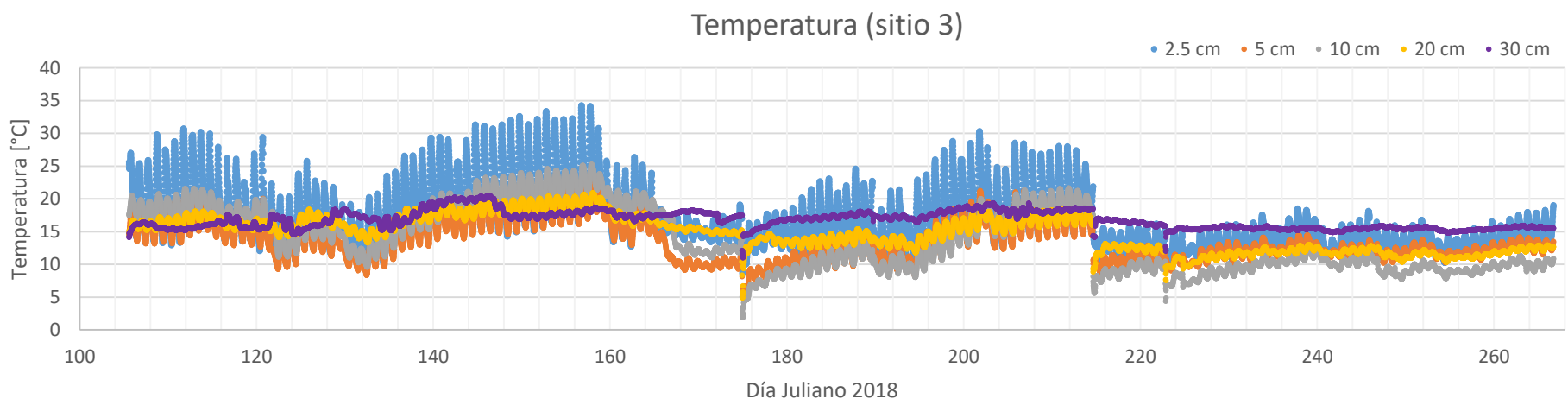

Precipitación (sitio 1)
Precipitación [mm]
20
15
10
5
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

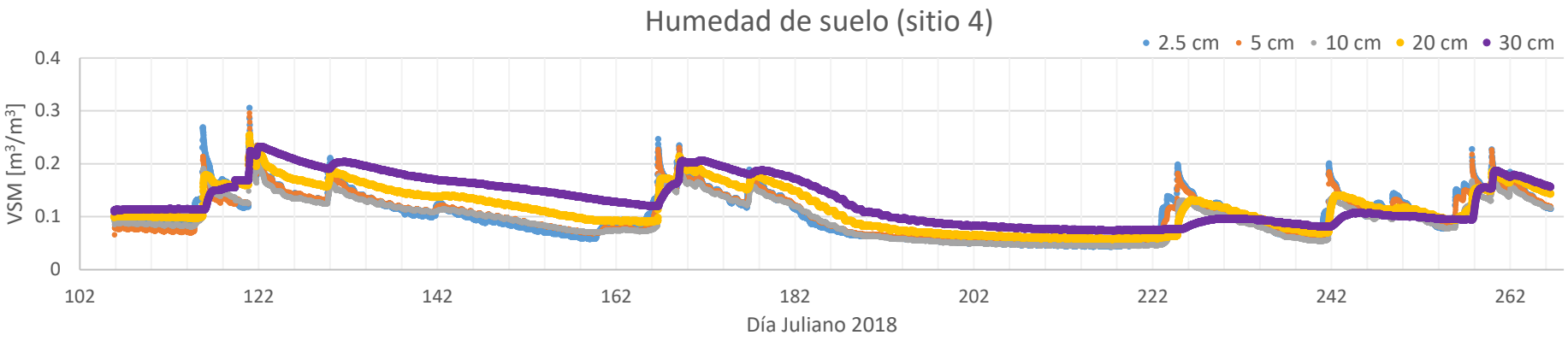

Humedad de suelo (sitio 2)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
VSM [m³/m³]
0.4
0.3
0.2
0.1
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

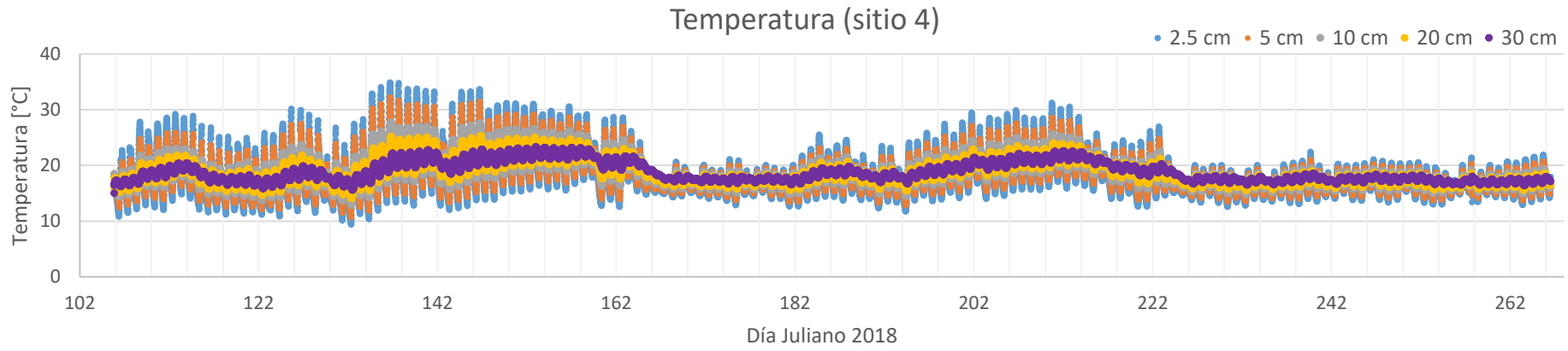

Temperatura (sitio 2)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
Temperatura [°C]
40
30
20
10
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

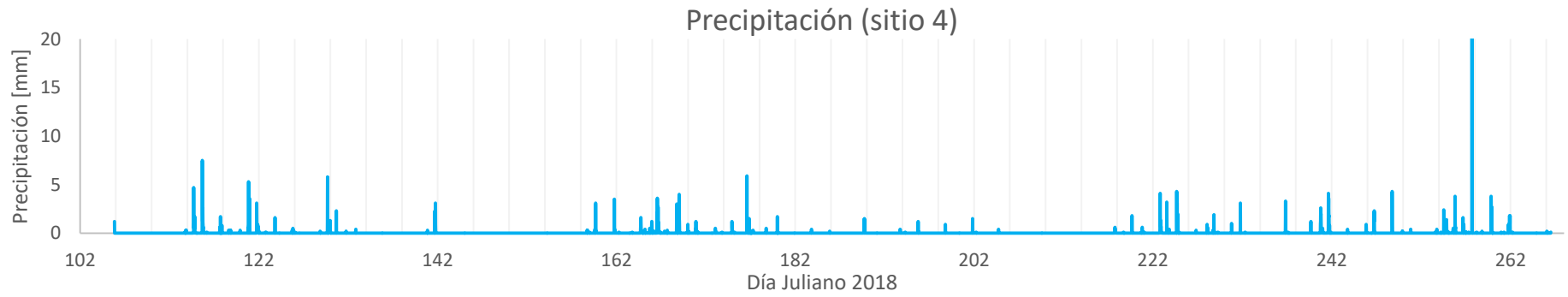

Precipitación (sitio 2)
Precipitación (mm)
20
15
10
5
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018

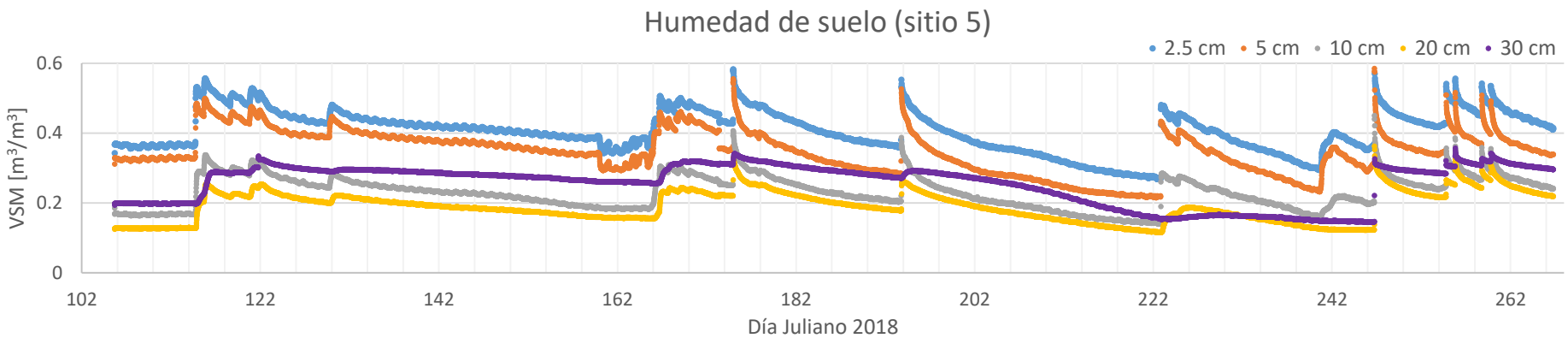

Humedad de suelo (sitio 3)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
VSM [m³/m³]
0.6
0.4
0.2
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
Día Juliano 2018

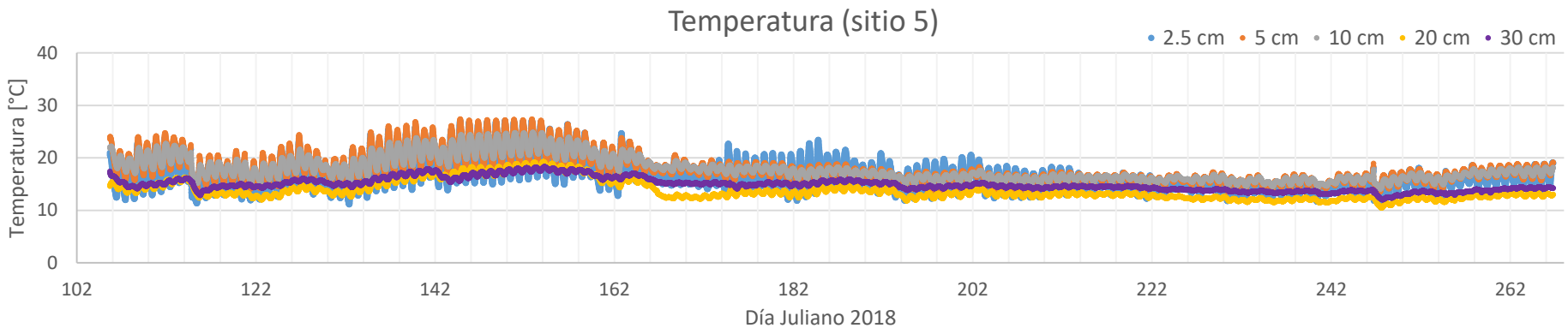

Temperatura (sitio 3)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
Temperatura [°C]
40
35
30
25
20
15
10
5
0
100
120
140
160
180
200
220
240
260
Día Juliano 2018

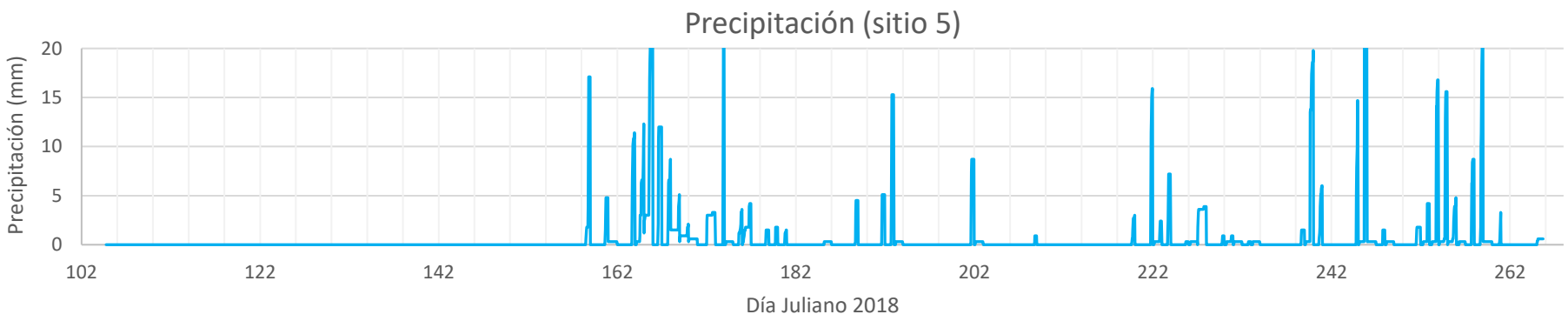

Humedad de suelo (sitio 4)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
VSM [m³/m³]
0.4
0.3
0.2
0.1
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018


Temperatura (sitio 4)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
Temperatura [°C]
40
30
20
10
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018


Precipitación (sitio 4)
Precipitación [mm]
20
15
10
5
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018


Humedad de suelo (sitio 5)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
VSM [m³/m³]
0.6
0.4
0.2
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018


Temperatura (sitio 5)
2.5 cm
5 cm
10 cm
20 cm
30 cm
Temperatura [°C]
40
30
20
10
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018


Precipitación (sitio 5)
Precipitación (mm)
20
15
10
5
0
102
122
142
162
182
202
222
242
262
Día Juliano 2018