

Píxeles de clorofila

Estudio comparativo de las variables climáticas en zonas de
siembra de seis especies de herbáceas

Alumnado: Montes Sastre, Rocío
Diego Hermo, Oscar
Sánchez salvador, Daniel

Categoría: A (Curso 4º ESO)

Coordinadora: Manuela Salvado Muñoz

Centro Educativo: IES Fernando de Rojas



Índice

1. Fase de planteamiento	3
Introducción	3
Objetivo	4
Preguntas de investigación	4
2. Fase de investigación	5
Material	5
Métodos de investigación	7
3. Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados y elaboración de conclusiones.	12
Resultados	13
Conclusiones	29
4. Aplicaciones del proyecto	32
5. Referencias bibliográficas	32

1. Fase de planteamiento

Introducción

El crecimiento poblacional de las ciudades y los modelos de ocupación del territorio, han eliminado prácticamente las cubiertas vegetales originales, sustituyéndolas por materiales para la construcción de carreteras y para el equipamiento urbano, provocando la artificialización de los biotopos naturales. El desarrollo urbanístico desmesurado ha planteado que se necesita una transición estructural y social hacia un modelo alternativo de organización que abarque la ecológica del desarrollo, la protección del ambiente y la biodiversidad, así como reconsiderar las necesidades, aspiraciones y prioridades humanas, como la salud¹.

La pérdida de suelo y de biodiversidad, el aumento de la contaminación y sobre todo los efectos del cambio climático, hace que se estén desarrollando **nuevas estrategias de renaturalización de ciudades**².

La revegetación ofrece múltiples beneficios ecológicos, incrementa la protección del suelo, frena la escorrentía y facilita la infiltración del agua para la recarga de acuíferos, además de procurar el bienestar social y desarrollo económico de las ciudades³.

El estudio de especies herbáceas adaptadas a las características **edafoclimáticas** de la zona permitirá una mayor eficiencia del desarrollo de cobertura vegetal y con ello de beneficios para contrarrestar los efectos del cambio climático, puesto que ofrecen una mayor humedad y por tanto la regulación de la temperatura.

Al plantar una herbácea, hay que tener en cuenta las variables que las afectan. Estas variables pueden ser internas o externas. Algunas de las variables internas son la madurez de las semillas; es decir, si ha alcanzado su completo desarrollo, y la viabilidad de las semillas; es decir, el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Entre las variables externas encontramos la humedad, la absorción de agua por parte de la semilla, la luz o iluminación, la **temperatura**; quizá el factor ambiental más importante ya que influye sobre las enzimas que regulan la velocidad de reacciones bioquímicas en las semillas, y la aireación; pues el oxígeno es esencial para el proceso de respiración de semillas en germinación.

En las últimas décadas, los satélites de la NASA están monitoreando los cambios en el uso del suelo⁴, mediante la observación de la cobertura terrestre y así poder elaborar modelos que permitan actuar frente al cambio climático. El tipo de cobertura terrestre que haya en la superficie de la Tierra jugará un papel importante en la relación entre temperatura superficial y temperatura atmosférica. Conocer qué cubre la superficie de la Tierra ayudará a determinar qué cantidad de la energía solar que llega al suelo es retenida por la superficie o reflejada de nuevo a la atmósfera⁵.

Estudiar la transferencia de calor en el ambiente – el ciclo de la energía – es una clave para conocer cómo funciona el sistema Tierra (como sistema climático) y cómo puede cambiar en el futuro.

Objetivo

El objetivo del proyecto es medir las características edafoclimáticas más idóneas para el desarrollo de herbáceas en nuestro centro educativo y analizar las **variaciones de temperatura atmosférica, superficial y subterránea**, con la finalidad de conseguir un óptimo desarrollo de **cobertura vegetal** que sirva de modelo para la creación de jardines, parques o zonas verdes tanto en ciudades como en otros centros educativos.

Preguntas de investigación

1. Creemos que las especies al tener distintas estrategias de crecimiento tendrán un porcentaje de cobertura diferente, pero ¿qué especie desarrollará una mayor cobertura vegetal a corto plazo?
2. Si las plantas actúan de reguladores térmicos, ¿observaremos diferencias en la temperatura superficial entre las zonas sembradas y las zonas sin sembrar?
3. Si las plantas enriquecen al suelo, ¿veremos una variación en la humedad y el pH del suelo a corto plazo, tanto entre especies como entre zonas con semillas y sin semillas?
4. ¿Conseguiremos con nuestro diseño experimental saber cuál de las seis especies seleccionadas será la más eficiente?
5. ¿Nuestro estudio podrá servir de ejemplo a la hora de diseñar infraestructuras en zonas de ocio y tiempo libre en las ciudades, como medida de futuro para una adaptación al cambio climático?

2. Fase de investigación

Material

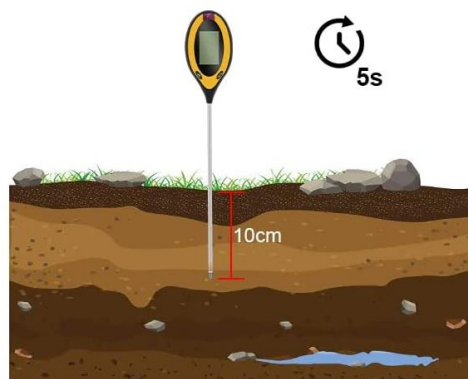
- GPS, para georreferenciar la zona y así poder comparar con las imágenes de satélite. Brújula y altímetro, para definir la zona de estudio.
- Cinta métrica, rastrillos, palas, azadas, cuerdas y piquetas para marcar las cuadrículas.
- El *termómetro de infrarrojos* (TIR) usado en este protocolo mide la energía electromagnética de la superficie de la Tierra. El aparato convierte esta medición en una lectura de temperatura que se muestra en la pantalla del TIR.



- Termómetro e higrómetro digital.



- Medidor de variables edáficas, temperatura, pH y humedad.



- Ficha de cobertura de nubes, tipo de nubes y condiciones del suelo.

Nombre de Escuela/Observador _____ Sitio _____
 Fecha (ej. 2017 01 13): Año _____ Mes _____ Día _____
 Hora: (ej. 24 horas, Reloj 14:26) Local: _____ Minutos _____ Universal: _____ Minutos _____

1. ¿Qué hay en tu cielo?

Cobertura total de nubes/estelas:
 Cielo oscurecido →

Nada (Ir al casillero 2)
 Despejado (<10%)
 Aisladas (10-25%)
 Dispersas (25-50%)
 Fragmentadas (50-90%)
 Nublado (90-100%)

Niebla
 Lluvia intensa
 Nieve intensa
 Nevizca
 Arena
 Bruma
 Humo
 Polvo
 Calina
 Cenizas volcánicas

Si puede observar el color o la visibilidad del cielo ir al casillero 2

2. Color y visibilidad del cielo

Color (Usar foto arriba) No se puede observar Azul intenso Azul Azul claro Azul pálido Lechoso

Visibilidad (Ir a través) No se puede observar Inusualmente clara Claro Algo brumoso Muy brumoso Extremadamente brumoso

3. Nubes de nivel alto

No se observan nubes altas (Ir al casillero 4)

Tipo de Nubes:
 Estelas (número de) Cirrus
 Cirrocumulus
 Cirrostratus

de corta duración persistente persistente que se expande

Cobertura nubosa:
 Despejado (<10%)
 Aislado (10%-25%)
 Dispersas (25%-50%)
 Fragmentadas (50%-90%)
 Nublado (>90%)

Opacidad visual
 Opaco
 Translúcido
 Transparente

4. Nubes de nivel medio

No se observan nubes de nivel medio (Ir al casillero 5)

Tipo de Nubes:
 Altostratus Altocumulus

Cobertura nubosa:
 Despejado (<10%)
 Aislado (10%-25%)
 Dispersas (25%-50%)
 Fragmentadas (50%-90%)
 Nublado (>90%)

Opacidad visual
 Opaco
 Translúcido
 Transparente

5. Nubes de nivel bajo

No se observan nubes bajas (Ir al casillero 6)

Tipo de Nubes:
 Niebla Stratus
 Nimbostratus Cumulus
 Cumulonimbus Stratocumulus

Cobertura nubosa:
 Despejado (<10%)
 Aislado (10%-25%)
 Dispersas (25%-50%)
 Fragmentadas (50%-90%)
 Nublado (>90%)

Opacidad visual
 Opaco
 Translúcido
 Transparente

6. Condiciones de la superficie

Obligatorio:

Nieve/Hielo	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	Tierra seca	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Agua estancada	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	Hojas en los árboles	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No
Fangoso	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No	Lloviendo/Nevando	<input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> No

Opcional: Usted puede completar una o todas

Temperatura: _____ °C
 Presión atmosférica: _____ mb
 Humedad relativa: _____ %

Métodos de investigación

Comenzamos con el protocolo de **cobertura de suelo** propuesto por el programa GLOBE, para observar, vía satélite, si hay un cambio en dicha cobertura. A continuación, la base de nuestro proyecto se basa en los **muestreos** utilizados en ecología para determinar la densidad y la **cobertura vegetal** de determinadas especies. Con ello desarrollaremos la siguiente **metodología de trabajo**:

En primer lugar, georreferenciamos la zona de muestreo y describimos las características de la zona y del suelo.



Medimos una zona de 30x30 y en el centro anotamos las coordenadas longitud, latitud y altitud con la ayuda de Google Maps.

Después realizamos el diseño de las cuadrículas y, por último, sembramos las semillas de las especies herbáceas propuestas para estudio, solo en las cuadrículas seleccionadas (a y c) dejando las otras dos cuadrículas de grupo control (b y d). En todo momento se toma imágenes del proceso.

En la imagen se muestra la zona de muestreo.



IES
Fernando
de Rojas

Zona de
muestreo

Para describir la zona se utilizarán medios informáticos, fotos de satélite con Google Earth, y recursos de internet.

Zonas de muestreo:

- a. Zona de semilla 1. *Medicago sativa*. (Alfalfa)
- b. Zona de semilla 2. *Plantago lanceolata*. (Llantén)
- c. Zona de semilla 3. *Melilotus officinalis*. (Meliloto)
- d. Zona de semilla 4. *Salvia verbenaca*. (Salvia)
- e. Zona de semilla 5. *Chenopodium álbum*. (Cenizo)
- f. Zona de semilla 6. *Lupinus*. (Lupino)





Cada zona de muestreo está formada por 4 cuadrículas de un metro cuadrado cada una. Dicho protocolo ha sido elegido puesto que nos da la posibilidad de cuantificar el porcentaje de cobertura vegetal de cada una de las especies. Las cuadrículas tendrán siempre el mismo diseño cambiando el número que dependerá de la especie utilizada. (1a, 1b, 1c, 1d, y así para cada especie.)

El significado de las letras es el siguiente:

Cuadrículas de 1m²

a. Semillas y riego	b. No semilla y riego
c. Semillas, No riego	d. No semillas, No riego



Pesamos las semillas para calcular el porcentaje que debemos sembrar en cada metro cuadrado, puesto que la información obtenida es cantidad por hectárea.



En cada una de las cuadrículas se toman medidas de las variables de suelo y de atmósfera. En las medidas de suelo se toman 3 medidas al azar en cada cuadrícula y se utiliza la media de las 3, siempre a una profundidad de 20 cm.



Dichos muestreos se realizan una vez por semana, siempre a la misma hora y antes de regar. Además de las variables de suelo se toman datos de temperatura atmosférica, humedad relativa del aire y cobertura de nubes.



La temperatura superficial se mide a una distancia de un metro del suelo, con el brazo extendido y sin hacer sombra con nuestro cuerpo.



Para ello se diseña un formulario digital (Google Forms) que nos permite ir registrando los datos tomados y después exportarlos directamente a una hoja de Excel.

Variables de estudio:

Humedad, pH y temperatura de suelo.

Temperatura superficial, temperatura atmosférica, humedad relativa, cobertura de nubes y cobertura vegetal.

3. Fase de tratamiento y análisis de datos, obtención de resultados y elaboración de conclusiones.

Una vez tomados los datos gracias a los formularios elaborados con *Google Forms*, exportamos todo a hojas de **Excel** para la elaboración de tablas agrupadas por variables de estudio y separadas por los grupos de semillas y con ello diseñamos gráficos que nos permiten analizar mejor los resultados obtenidos.

Puesto que los meses de toma de datos han transcurrido durante el otoño, no hemos podido observar un aumento de la cobertura vegetal, solo hemos visto la germinación de alguna de las especies que, debido a la entrada del invierno, han quedado paralizadas. De modo que nuestro estudio se basa en el análisis de las temperaturas y humedad.

En las siguientes páginas se muestran las tablas con los datos de **temperatura del aire, temperatura superficial y temperatura del suelo** de cada una de las cuadrículas (nombradas A, B, C y D en función de sus características explicadas en el apartado de metodología) y los gráficos que comparan dichas temperaturas. Esto se repite para cada uno de los grupos del 1 al 6.

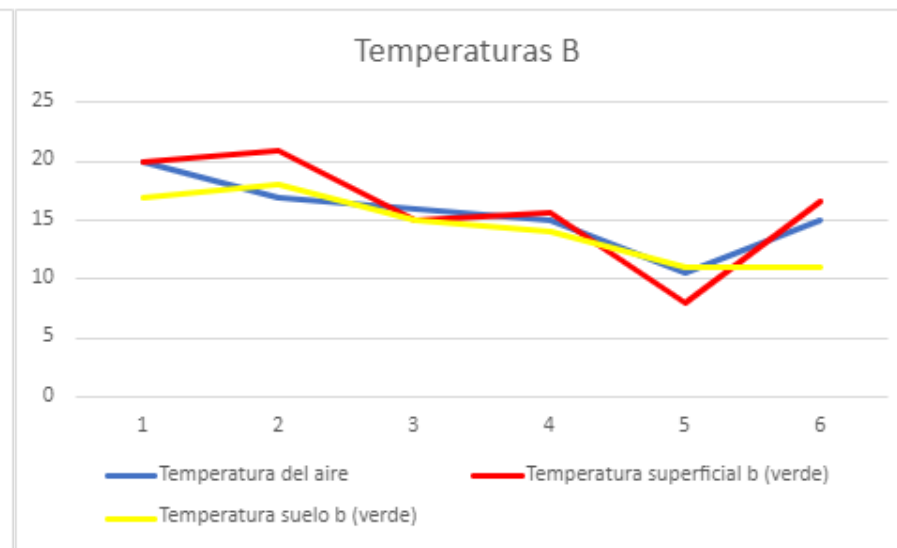
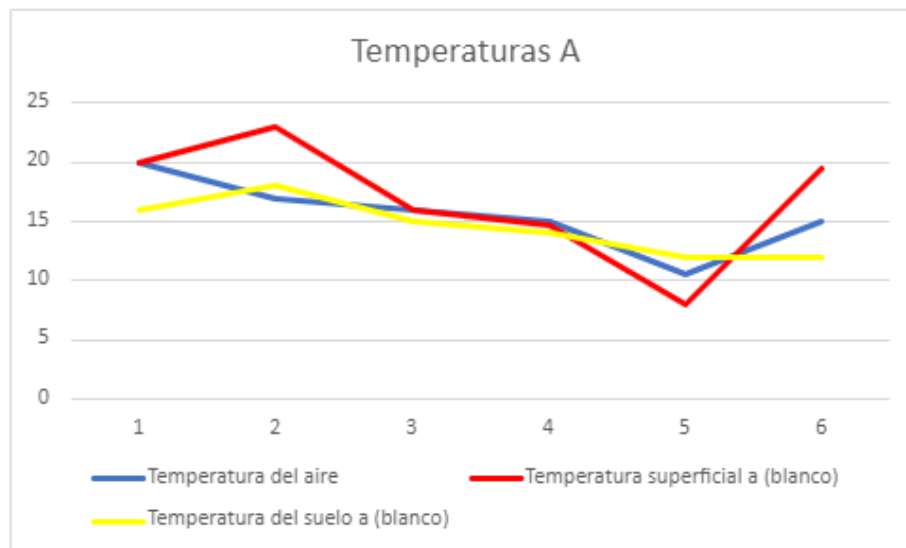
Después agrupamos los datos de temperatura superficial de cada cuadrícula y los de temperatura de suelo.

Resultados

Grupo 1. *Medicago sativa*. (Alfalfa)

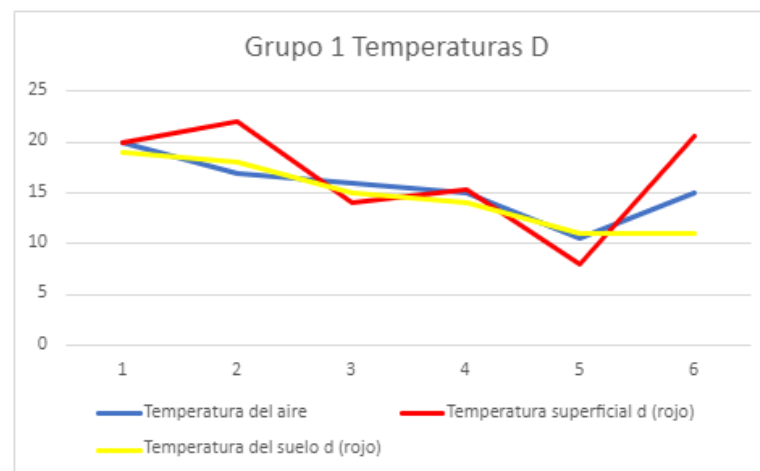
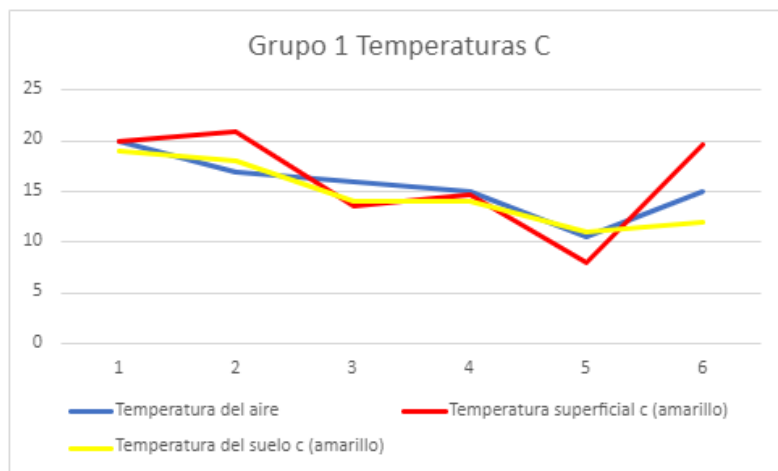
Grupo 1 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial A	Temperatura del suelo A
27/10/2022	20	20	16,0
02/11/2022	17	23	18,0
09/11/2022	16	16	15,0
23/11/2022	15	14,7	14,0
30/11/2022	10,5	8	12,0
11/01/2023	15	19,5	12,0

Grupo 1 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial B	Temperatura suelo B (verde)
27/10/2022	20	20	17,0
02/11/2022	17	21	18,0
09/11/2022	16	15	15,0
23/11/2022	15	15,7	14,0
30/11/2022	10,5	8	11,0
11/01/2023	15	16,6	11,0



Grupo 1 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial C	Temperatura del suelo C
27/10/2022	20	20	19,0
02/11/2022	17	21	18,0
09/11/2022	16	13,5	14,0
23/11/2022	15	14,7	14,0
30/11/2022	10,5	8	11,0
11/01/2023	15	19,7	12,0

Grupo 1 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial d	Temperatura del suelo d
27/10/2022	20	20	19,0
02/11/2022	17	22	18,0
09/11/2022	16	14	15,0
23/11/2022	15	15,3	14,0
30/11/2022	10,5	8	11,0
11/01/2023	15	20,6	11,0

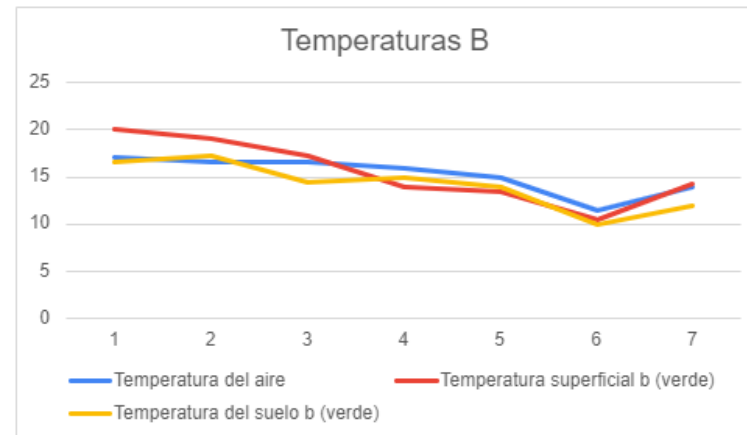
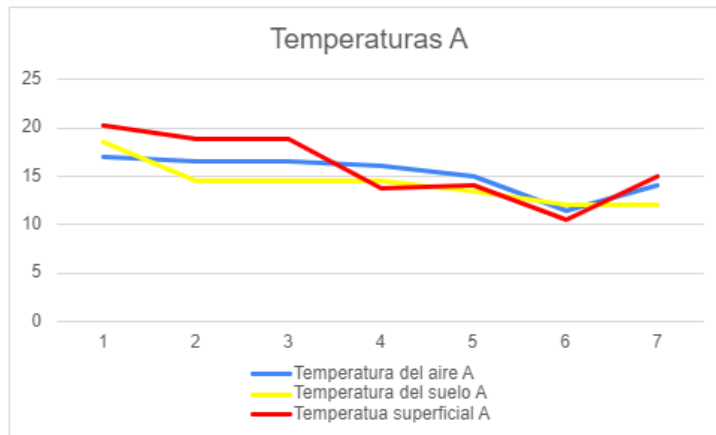


En todas las cuadrículas se observa un patrón similar, donde la temperatura del aire y la del suelo presentan unos valores más cercanos que los de la temperatura superficial. Además, observamos que los días de cielo despejado los valores de temperatura superficial son más elevados y los más bajos coinciden con los días en los que el cielo está cubierto de nubes y además había llovido.

Grupo 2. *Plantago lanceolata*. (Llantén)

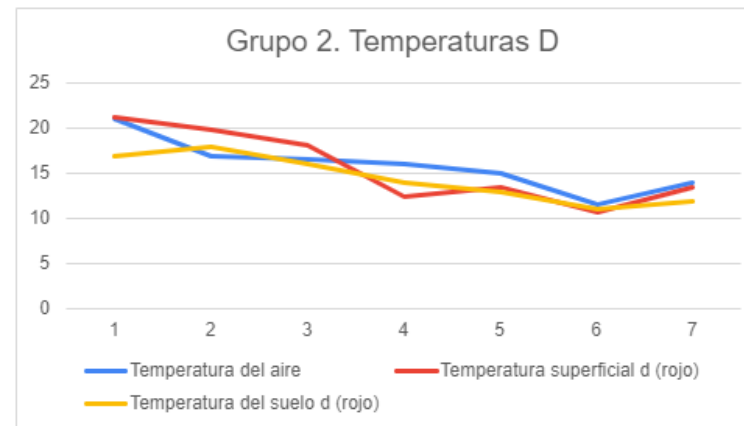
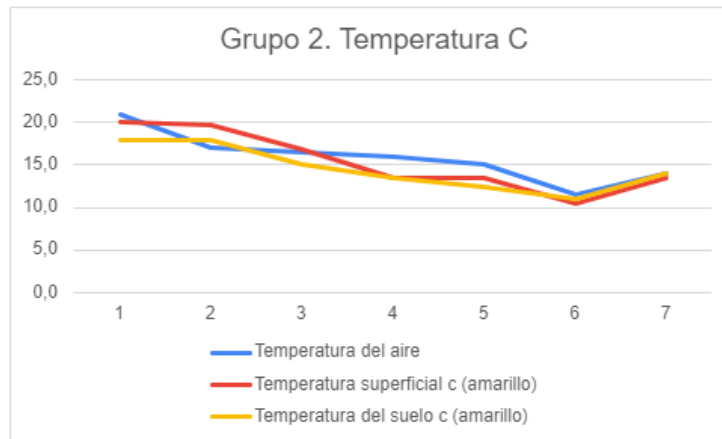
Grupo 2 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial A	Temperatura del suelo A (blanco)
27/10/2022	17	20,6	18,5
02/11/2022	16,5	18,9	14,5
09/11/2022	16,5	13,8	14,5
17/11/2022	16	14	14,5
23/11/2022	15	10,5	13,5
30/11/2022	11,5	15	12
11/01/2023	14	15	12

Temperatura del aire	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del suelo b (verde)
17	20,4	16,5
16,5	19	17,2
16,5	17,2	14,5
16	14	15
15	13,5	14
11,5	10,5	10
14	14,3	12



Temperatura del aire	Temperatura superficial c (amarillo)	Temperatura del suelo c (amarillo)
21	20	18
17	19,7	18
16,5	16,8	15
16	13,5	13,5
15	13,5	12,5
11,5	10,5	11
14	13,5	14

Temperatura del aire	Temperatura superficial d (rojo)	Temperatura del suelo d (rojo)
21	21,3	17
17	19,9	18
16,5	18,2	16
16	12,4	14
15	13,5	13
11,5	10,7	11
14	13,5	12

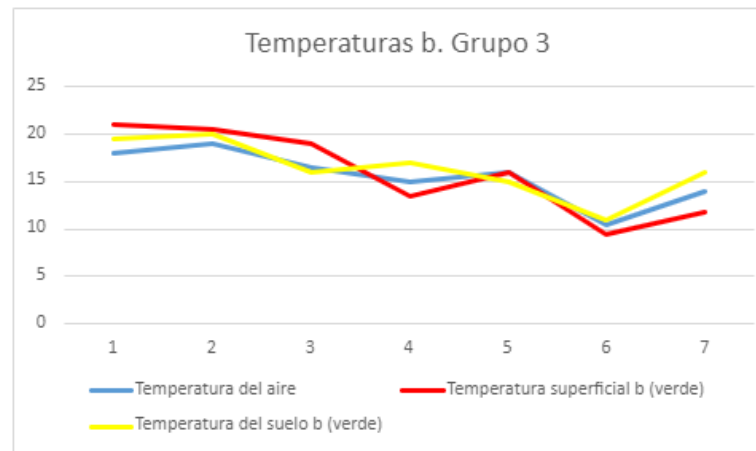
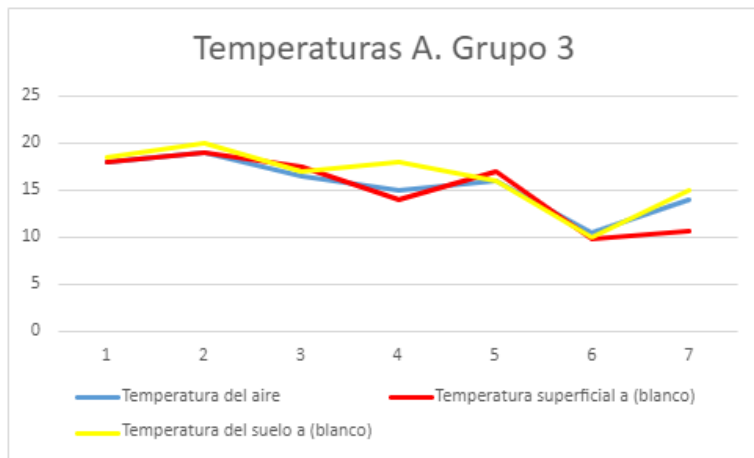


De nuevo no se observan diferencias entre las cuadrículas de estudio y el patrón de temperaturas es similar al explicado en el grupo anterior.

Grupo 3. *Melilotus officinalis*. (Meliloto)

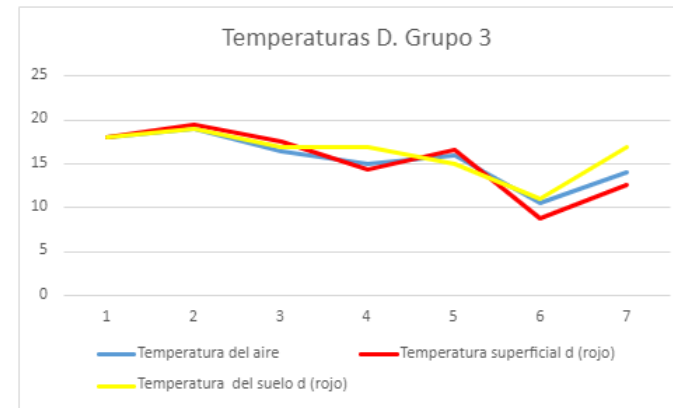
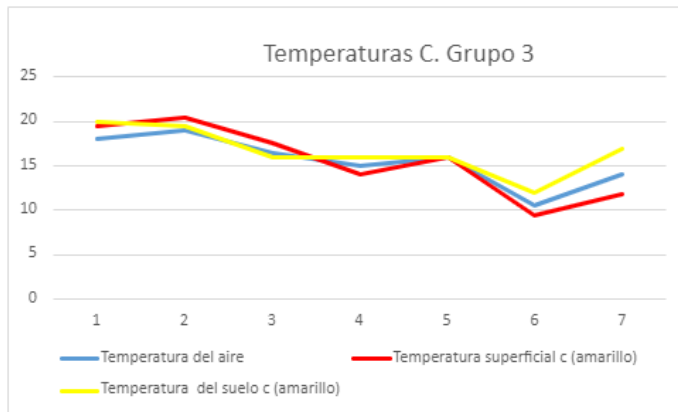
Grupo 3 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial a (blanco)	Temperatura del suelo a (blanco)
27/10/2022	18	18	18,5
02/11/2022	19	19	20
09/11/2022	16,5	17,5	17
17/11/2022	15	14	18
23/11/2022	16	17	16
30/11/2022	10,5	9,9	10
11/01/2023	14	10,7	15

Grupo 3 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del suelo b (verde)
27/10/2022	18	21	19,5
02/11/2022	19	20,5	20
09/11/2022	16,5	19	16
17/11/2022	15	13,5	17
23/11/2022	16	16	15
30/11/2022	10,5	9,5	11
11/01/2023	14	11,8	16



Temperatura del aire	Temperatura superficial c (amarillo)	Temperatura del suelo c (amarillo)
18	19,5	20
19	20,5	19,5
16,5	17,5	16
15	14	16
16	16	16
10,5	9,5	12
14	11,8	17

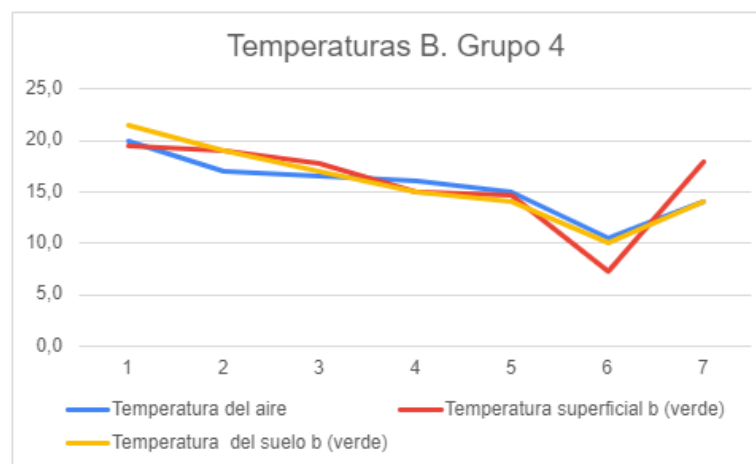
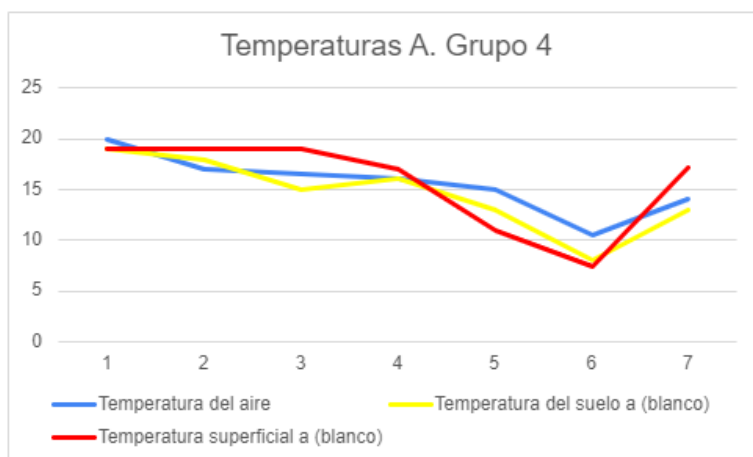
Temperatura del aire	Temperatura superficial d (rojo)	Temperatura del suelo d (rojo)
18	18	18
19	19,5	19
16,5	17,6	17
15	14,3	17
16	16,6	15
10,5	8,8	11
14	12,6	17



Grupo 4. *Salvia verbenaca*. (Salvia)

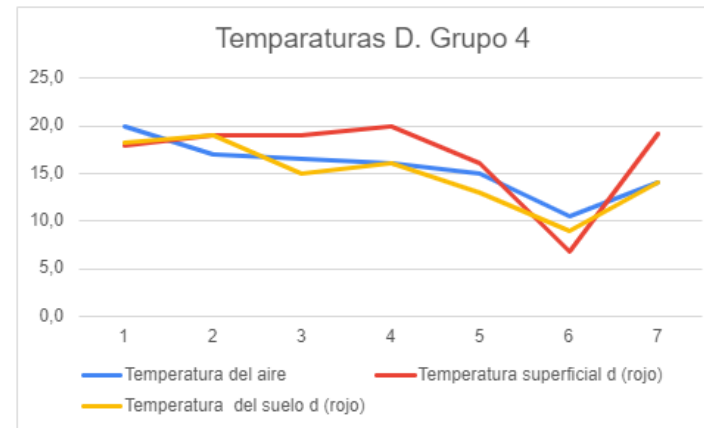
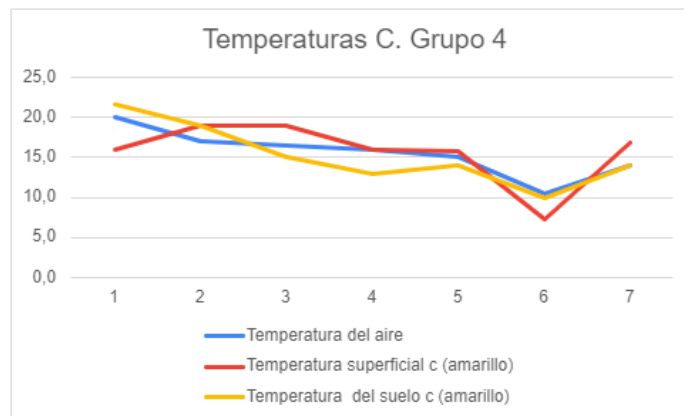
Grupo 4 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial a (blanco)	Temperatura del suelo a (blanco)
27/10/2022	20	19	19
02/11/2022	17	19	18
09/11/2022	16,5	19	15
17/11/2022	16	17	16
23/11/2022	15	11	13
30/11/2022	10,5	7,5	8
11/01/2023	14	17,1	13

Grupo 4 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del suelo b (verde)
27/10/2022	20,0	19,5	21,5
02/11/2022	17,0	19,0	19,0
09/11/2022	16,5	17,8	17,0
17/11/2022	16,0	15,0	15,0
23/11/2022	15,0	14,7	14,0
30/11/2022	10,5	7,2	10,0
11/01/2023	14,0	17,9	14,0



Grupo 4 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial c (amarillo)	Temperatura del suelo c (amarillo)
27/10/2022	20,0	16,0	21,6
02/11/2022	17,0	19,0	19,0
09/11/2022	16,5	19,0	15,0
17/11/2022	16,0	16,0	13,0
23/11/2022	15,0	15,8	14,0
30/11/2022	10,5	7,3	10,0
11/01/2023	14,0	16,8	14,0

Grupo 4 Días	Temperatura del aire	Temperatura superficial d (rojo)	Temperatura del suelo d (rojo)
27/10/2022	20,0	18,0	18,3
02/11/2022	17,0	19,0	19,0
09/11/2022	16,5	19,0	15,0
17/11/2022	16,0	20,0	16,0
23/11/2022	15,0	16,1	13,0
30/11/2022	10,5	6,8	9,0
11/01/2023	14,0	19,2	14,0

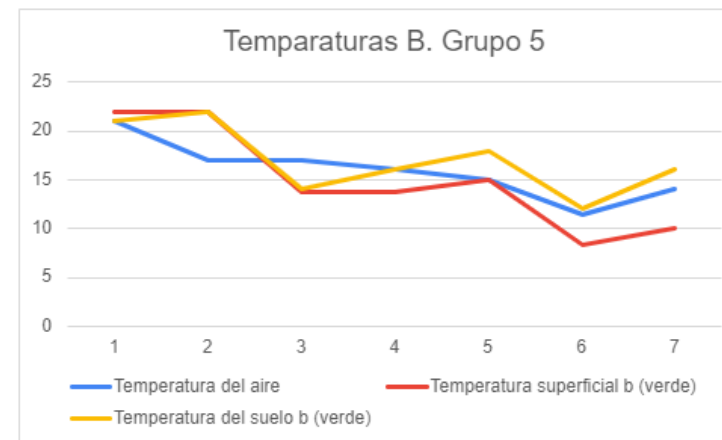
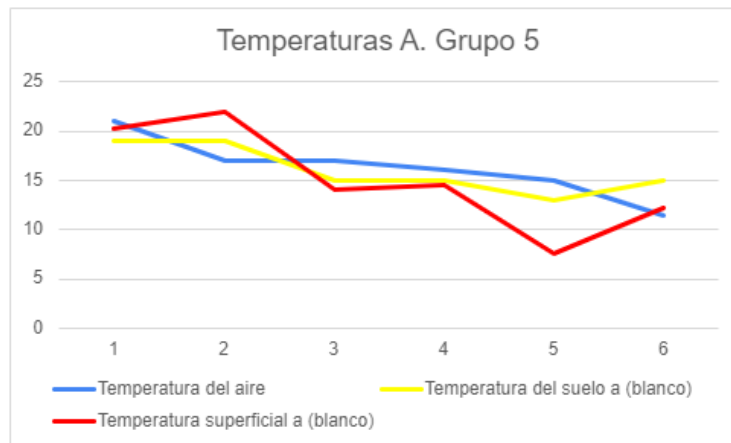


A pesar de observar gráficos muy similares a todos los grupos, en este grupo y en especial en la cuadrícula D observamos que la temperatura superficial tiene un valor más elevado, en los días 3 y 4, que las otras dos temperaturas.

Grupo 5. *Chenopodium álbum.* (Cenizo)

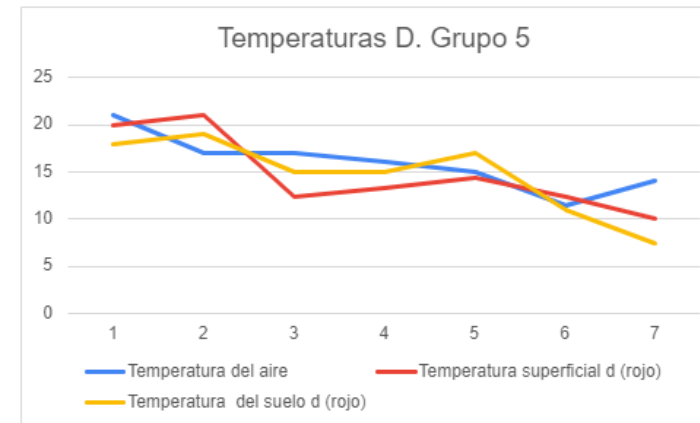
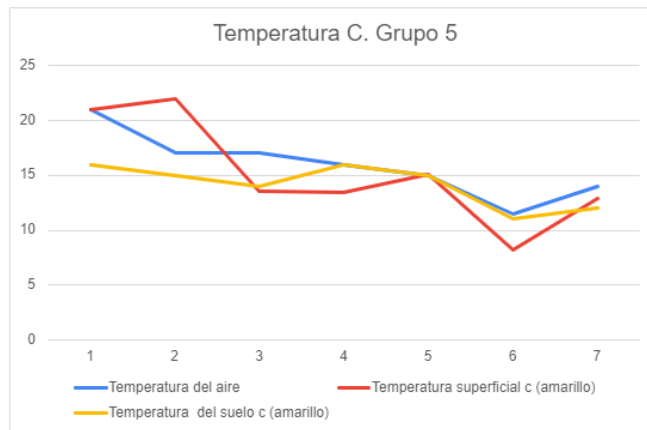
Temperatura del aire	Temperatura del suelo a (blanco)	Temperatura superficial a (blanco)
21	19	20,3
17	19	22
17	15	14,1
16	15	14,5
15	13	7,6
11,5	15	12,2

Temperatura del aire	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del suelo b (verde)
21	22	21
17	22	22
17	13,8	14
16	13,7	16
15	15	18
11,5	8,3	12
14	10,1	16



Temperatura del aire	Temperatura superficial c (amarillo)	Temperatura del suelo c (amarillo)
21	21	16
17	22	15
17	13,5	14
16	13,4	16
15	15,1	15
11,5	8,2	11
14	12,9	12

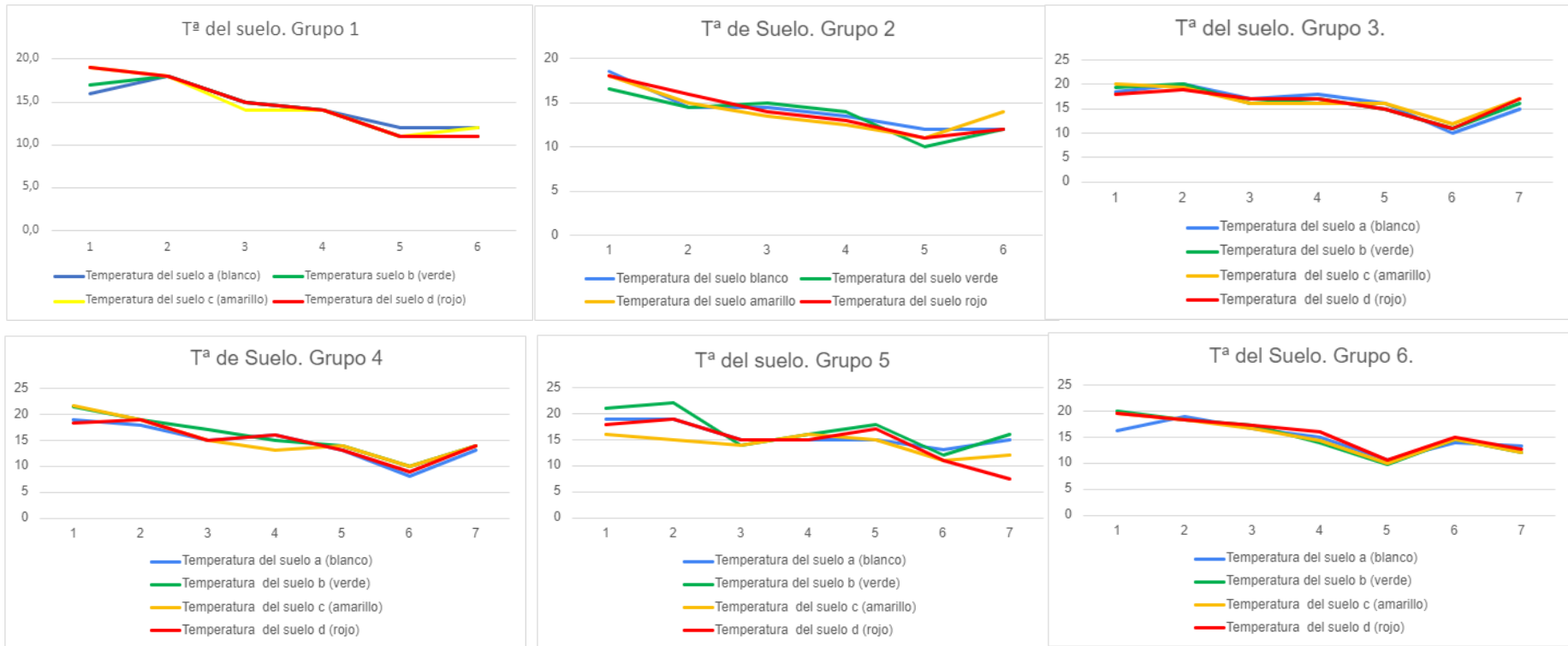
Temperatura del aire	Temperatura superficial d (rojo)	Temperatura del suelo d (rojo)
21	20	18
17	21	19
17	12,3	15
16	13,3	15
15	14,3	17
11,5	12,3	11
14	10,1	7,5



Observando las cuatro gráficas de este grupo vemos que las temperaturas del aire y del suelo tienen variaciones menores, que la temperatura superficial (en rojo), donde observamos picos mucho más marcados.

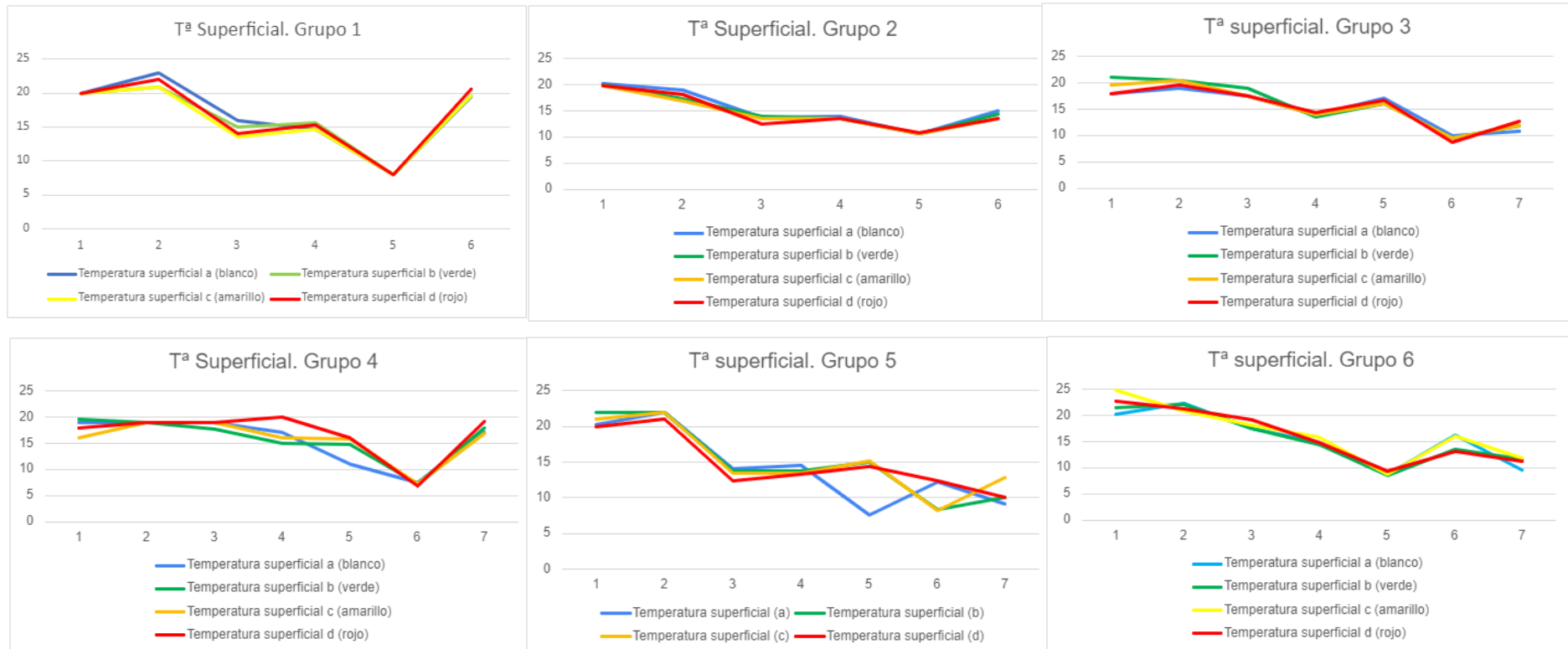
Comparativa entre grupos

A continuación, mostramos la comparativa entre los grupos de semillas mediante los gráficos obtenidos y además aplicamos el estudio estadístico de la desviación y el coeficiente de varianza de temperaturas superficiales y temperaturas del suelo.



Analizando los gráficos podemos observar que los valores de la temperatura del suelo son muy similares cada día en las cuadrículas estudiadas, llama la atención el grupo 5 en el que los días 2 y 7 presentan una mayor variación tanto con el resto de los días y como con respecto a los otros grupos.

Gráficos de temperatura superficial

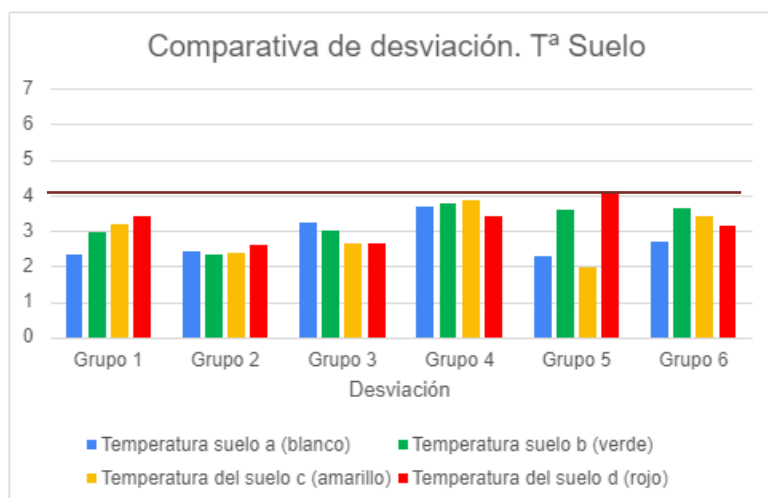


En general podemos observar que no hay grandes diferencias entre los valores de temperatura superficial entre las cuatro cuadrículas, en la mayoría de los grupos en los días estudiados. Esto se puede apreciar en los grupos 1, 2, 3 y 6 donde prácticamente los datos dibujan una misma línea. Sin embargo, el grupo 5, muestra un par de días (día 5 y 6), con valores distintos entre las cuadrículas independientemente del aporte de agua.

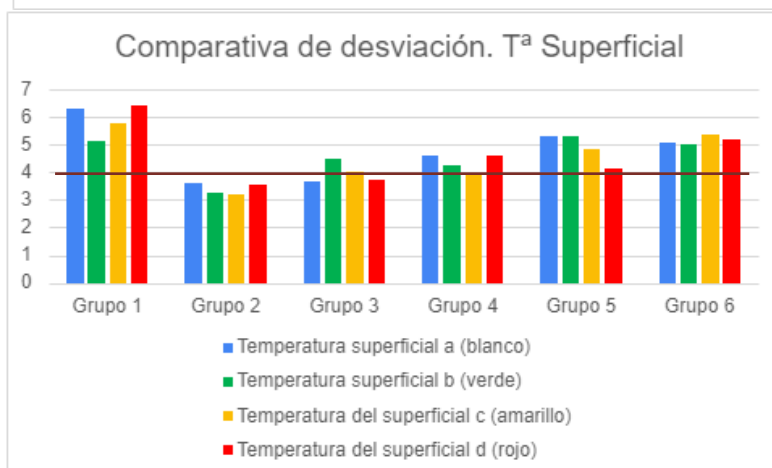
Estudio estadístico de la desviación

Desviación	Temperatura suelo a (blanco)	Temperatura suelo b (verde)	Temperatura del suelo c (amarillo)	Temperatura del suelo d (rojo)
Grupo 1	2,35	2,94	3,20	3,39
Grupo 2	2,40	2,32	2,39	2,61
Grupo 3	3,25	3,01	2,66	2,63
Grupo 4	3,69	3,76	3,88	3,39
Grupo 5	2,27	3,61	1,95	4,09
Grupo 6	2,67	3,65	3,41	3,16

Desviación	Temperatura superficial a (blanco)	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del superficial c (amarillo)	Temperatura del superficial d (rojo)
Grupo 1	6,31	5,13	5,75	6,40
Grupo 2	3,60	3,28	3,20	3,56
Grupo 3	3,66	4,48	4,02	3,71
Grupo 4	4,58	4,24	3,95	4,61
Grupo 5	5,33	5,32	4,84	4,13
Grupo 6	5,10	4,99	5,37	5,19



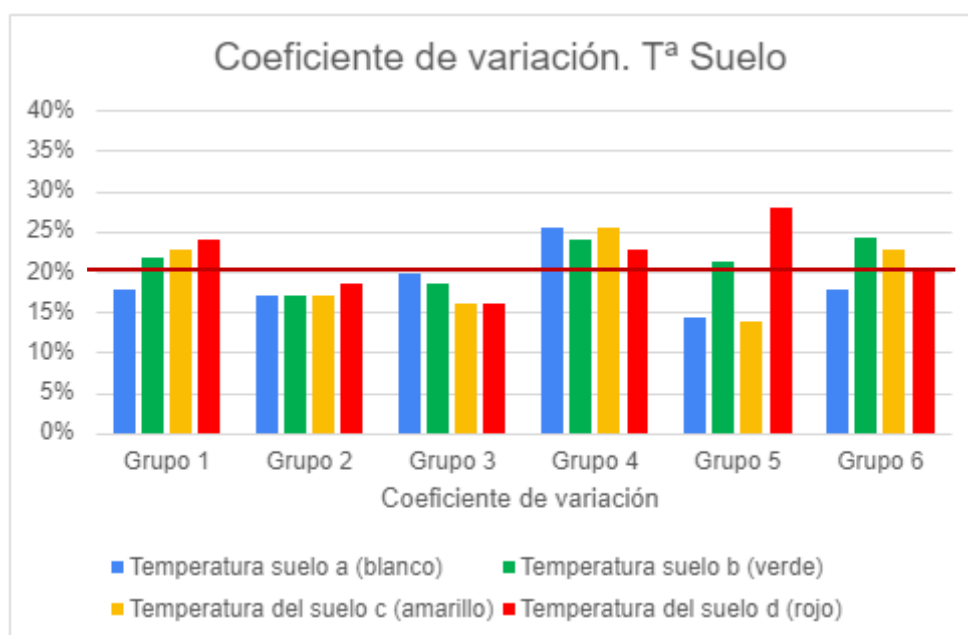
Observamos que los valores de la **desviación** típica de las **temperaturas del suelo** en todos los grupos estudiados no superan un valor de 4.



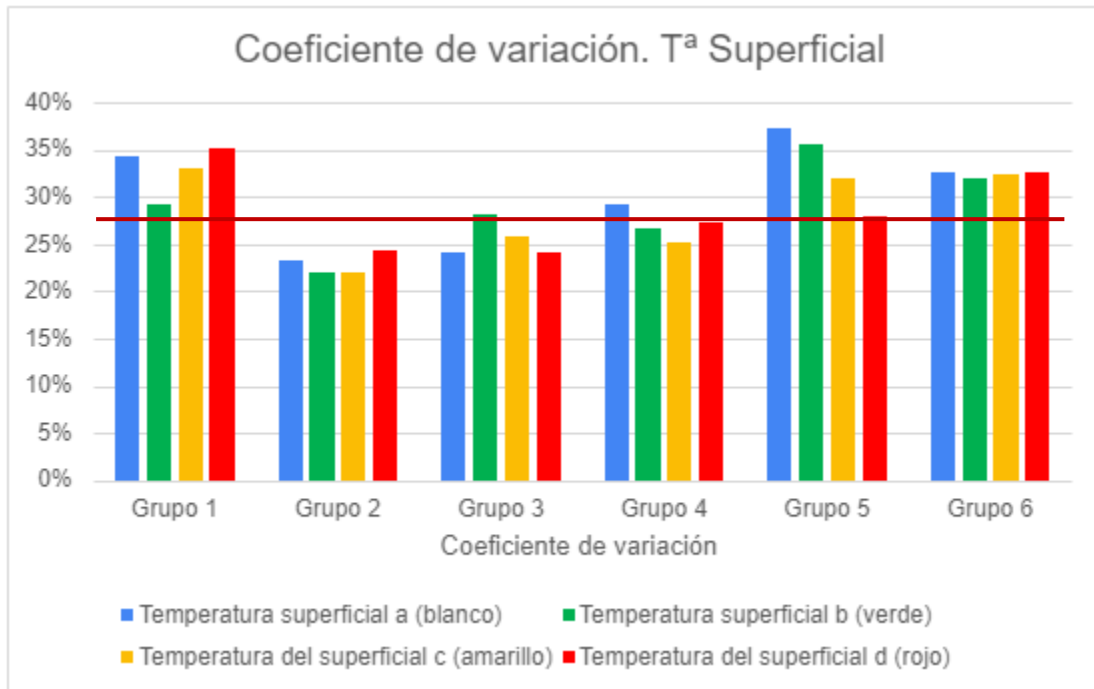
Los valores de la **desviación típica** de las **temperaturas superficiales** son mayores que los de la temperatura del suelo. Excepto en el grupo 2, los valores son superiores a 4.

Coefficiente de variación	Temperatura suelo a (blanco)	Temperatura suelo b (verde)	Temperatura del suelo c (amarillo)	Temperatura del suelo d (rojo)
Grupo 1	17,75%	21,77%	22,82%	23,83%
Grupo 2	16,95%	16,95%	17,05%	18,63%
Grupo 3	19,87%	18,40%	15,96%	16,13%
Grupo 4	25,33%	23,83%	25,46%	22,73%
Grupo 5	14,30%	21,21%	13,80%	27,93%
Grupo 6	17,87%	24,14%	22,64%	20,18%

Coefficiente de variación	Temperatura superficial a (blanco)	Temperatura superficial b (verde)	Temperatura del superficial c (amarillo)	Temperatura del superficial d (rojo)
Grupo 1	34,26%	29,27%	32,93%	35,10%
Grupo 2	23,38%	21,99%	21,96%	24,24%
Grupo 3	24,18%	28,16%	25,89%	24,16%
Grupo 4	29,23%	26,75%	25,18%	27,33%
Grupo 5	37,37%	35,52%	31,90%	28,02%
Grupo 6	32,65%	31,95%	32,37%	32,52%



Observamos que la mayoría de los valores de la **temperatura del suelo** están alrededor un de un **coeficiente de variación del 20%**, no suponiendo una diferencia significativa entre dichos valores. Sin embargo, en el siguiente gráfico podemos observar que los valores de **temperatura superficial** se encuentran entre el **25% y el 30%**, siendo a partir de esta cifra una diferencia significativa, donde los grupos 1, 5 y 6 presentan los valores más elevados.



A lo largo de todo el proyecto los valores de **pH** no han variado entre 7 y 7,5, en todas las cuadrículas muestreadas.



Cobertura vegetal

Mostramos los primeros estadios de algunos grupos de semillas que hemos podido observar. En concreto de los grupos 1, 2 y 6, es decir, la alfalfa, el llantén y el lupino que, sí han germinado en otoño, puesto que los últimos días de octubre y primeros de noviembre fueron soleados y con altas temperaturas para esa época del año, como hemos visto en las tablas de temperaturas.



Detalle de la germinación de llantén (grupo 2), a la izquierda y de alfalfa (grupo 1) a la derecha.



Detalle de la germinación del *Lupinus* (grupo 6)

Conclusiones

Aunque nuestro estudio pretende analizar el grado de **cobertura vegetal** desarrollado por seis especies herbáceas, estos datos serán recogidos a partir de la primavera cuando las semillas elegidas para este estudio tienen su óptimo de crecimiento. Dado que los meses en los que hemos podido recoger datos para elaborar este informe han sido fundamentalmente en otoño, queremos aclarar las circunstancias a las que nos hemos enfrentado a lo largo del proyecto y que nos han llevado al estudio únicamente de las variables de temperatura atmosférica, superficial y del suelo.

En primer lugar, queríamos analizar la diferencia de germinación y crecimiento de las **semillas con riego y sin riego**, pero precisamente este año el mes de noviembre ha sido tan lluvioso, que todas las cuadrículas han recibido gran cantidad de agua y los datos de humedad del suelo obtenidos no son significativos puesto que no hemos observado diferencias entre las cuadrículas, incluso en algún grupo los datos de humedad eran mayores en las cuadrículas que no habían recibido riego. Además, alguna semana, como la última de noviembre de 2022, aparecieron algunas de las cuadrículas encharcadas por la cantidad de pluviosidad. (ver detalle en la imagen de la derecha, donde se muestra una de las cuadrículas del grupo 1.)



Por otro lado, ya sabemos que la cobertura vegetal es un elemento regulador de la humedad del suelo, de modo que, al no haber tenido cobertura por parte de las herbáceas, los datos de humedad de suelo de nuevo no nos sirven para comparar las cuadrículas.

Por otro lado, algunas de las semillas germinaron en las dos primeras semanas tras su siembra, excepto la *salvia* (grupo 4), sin embargo, no llegaron a tener una gran cobertura, algunas fueron escarbadas por la presencia de conejos (como se muestra en la imagen de la derecha) y otras perdieron su capacidad de crecimiento por la llegada de los meses fríos.



De modo que con estas premisas pasamos a desarrollar las **conclusiones** que hemos obtenido del análisis de nuestros datos.

En primer lugar, las gráficas de cada grupo donde comparamos los datos de temperatura atmosférica, temperatura superficial y temperatura del suelo, nos ayudaron a ver que se daba un patrón similar, la **temperatura del aire** depende de la estación del año en la que nos encontremos y de la cobertura de nubes, tanto de su porcentaje como de su opacidad que disminuyen la temperatura al aumentar estas. Sin embargo, observamos que la **temperatura de la superficie** tenía mayores cambios, los días soleados y despejados aumentaba, incluso los valores eran superiores a los de la temperatura del aire. Los días nublados, con un porcentaje entre el 50% y 100% de cobertura de nubes, y entre translúcidas y opacas, la temperatura superficial era menor que la del aire.

En todos los grupos pudimos observar que las medidas tomadas el 30 de noviembre, que fue un día muy lluvioso, la temperatura del suelo era un poco más alta que la del aire y la más baja era la superficial puesto que algunas zonas estaban incluso encharcadas.

Con respecto a la **temperatura del suelo**, observamos que sus valores eran mucho más cercanos a los de la temperatura del aire y que está tenía una menor oscilación a lo largo de todos los días analizados. De modo que nos dimos cuenta de que los días más fríos y nublados, la temperatura del suelo era el dato más elevado.

A partir de ahí decidimos continuar con el estudio estadístico de la **desviación típica** y el **coeficiente de variación**, para saber si la variación de las temperaturas superficial y del suelo a lo largo de los meses presenta cambios significativos o al menos saber cual de las dos variables presenta una mayor variación.

Gracias a estas tablas y gráficos que se muestran en el apartado de resultados pudimos ver que la **temperatura del suelo** presenta una **menor desviación típica** en todos los grupos y por tanto, sus datos han cambiado menos a lo largo de los meses. De hecho, los **valores del coeficiente** de variación se encuentran en torno al 20% o inferiores, lo que significa que la variación no es significativa. Sin embargo, la temperatura superficial, presenta una mayor desviación y el coeficiente de variación se encuentra entre el 25% y el 30%, lo que significa que a partir del 30% podemos considerar diferencias significativas.

Este dato nos resultó muy interesante, puesto que las diferencias de temperatura evidentemente son debidas al cambio de estación de otoño a invierno, pero, así como la temperatura superficial mostraba grandes cambios, esto no ocurría con la temperatura del suelo. Así pudimos entender por qué muchos animales o incluso las semillas que estamos estudiando pueden permanecer unos centímetros bajo el suelo durante los meses de invierno.

Por tanto, nuestra primera conclusión es que la **temperatura superficial** es la variable que presenta una **mayor variación** a lo largo de los meses y puesto que esta magnitud es responsable del aumento local de las temperaturas tanto en ciudades como en centros escolares, creemos que es necesario aumentar la cobertura vegetal en estas zonas para mitigar los efectos locales del cambio climático.

En segundo lugar, podemos decir que la **temperatura del suelo** se mantiene **más estable** independientemente de las estaciones del año y nos gustaría seguir estudiando esta variable en zonas con distinta cobertura vegetal, para poder entender mejor a los organismos del suelo.

Por último, queremos valorar este proyecto como **estudio preliminar** de las variables climáticas más idóneas para el desarrollo de especies herbáceas, de modo que podamos conceder **continuidad al proyecto** y dar más sentido a todos los datos tomados, una vez que las herbáceas se hayan desarrollado.

4. Aplicaciones del proyecto

Creemos que nuestro trabajo puede servir como ejemplo de **proyecto educativo** en otros centros escolares, tanto de primaria como de secundaria. Tenemos a disposición de otros estudiantes la metodología utilizada, las fichas de toma de datos y el formulario para la digitalización de estos.

Por otro lado, queremos que la continuidad del proyecto sirva para determinar que especies de las semillas estudiadas son las más eficientes para aumentar la cobertura vegetal de las ciudades y de los centros educativos y que además sirvan para **mitigar los efectos del cambio climático**.

5. Referencias bibliográficas

1. Natalie Rosales, Con los pies en la tierra: Avanzando en la transición, desde una planeación para la sustentabilidad urbana (Zinacantepec: El Colegio Mexiquense, 2019), 13.
2. Timothy Beatley, Biophilic Cities: integrating nature into urban design and planning (Washington: Island Press, 2011), 83.
3. Gastezzi-Arias, P., Alvarado-García, V., & Pérez-Gómez, G. (2017). La importancia de los ríos como corredores interurbanos. *Biocenosis*, 31(1-2).
4. Giri, C. P. (Ed.). (2012). Remote sensing of land use and land cover: principles and applications. CRC press.
5. Página principal del programa GLOBE. <https://www.globe.gov/es/home>