

RÉSUMEN:

El uso de productos fitosanitarios en la agricultura constituye un problema medioambiental cada vez más acuciente. Su uso indiscriminado provoca pérdida de biodiversidad, incremento de las resistencias en los organismos causantes de las plagas y enfermedades vegetales, problemas de salud en los agricultores debido a tóxicos como los fenoles e incremento de los gases de efecto invernadero como los halogenuros y el dióxido de carbono.

Los fenoles son toxinas causantes de contaminación, tanto del entorno natural, como de los organismos vivos. Se encuentran muy presentes en la actividad humana, y la contaminación está relacionada con los derivados fenólicos empleados en la industria química, petroquímica y farmacéutica para la creación de fármacos, químicos domésticos, tintes y polímeros. La presencia de fenoles en el entorno natural, más concretamente en los recursos hídricos, es debida a la utilización y degradación de pesticidas y fungicidas.

La Universidad de Burgos, desde el grupo de Polímeros dirigido por el Dr. Saúl Vallejos, ha desarrollado unos sensores de fenoles con sales de diazonio, muy sensibles a la presencia de estos compuestos. Su detección tiene lugar cuando el sensor, en forma de fina película, se sumerge en el agua, el material se hincha, y si los fenoles están presentes, la película cambia de color. De esta manera es posible reconocer la presencia de forma inmediata y a simple vista.

Posteriormente, con un Smartphone y la app "ColorMeter" se lleva a cabo un análisis RGB de color resultante y conseguir así, cuantificar la concentración de fenoles. Este sistema supone un importante ahorro económico y puede ser llevado a cabo por una persona sin formación técnica avanzada.

Nos pusimos en contacto con ellos y nos brindaron la posibilidad de probar su eficacia en nuestra cápsula.

La presencia de cloro en la atmosfera también puede ser indicadora de un exceso de pesticidas organoclorados. Su captación puede llevarse a cabo usando tubos de espuma de poliuretano y el posterior análisis puede realizarse también por métodos colorimétricos relativamente sencillos.

2.- RESIDENSO DE LA CÁPSULA, LA PROGRAMACIÓN Y DEL SISTEMA DE FILTRADO.

El sistema de filtrado necesitaba una renovación, ya que los filtros no iban a ser porosos y nos interesaba que el aire recirculara a través de ellos.

Diseñamos un nuevo revolver agujerado y cambiamos la posición del servo para que no interfiriera en el filtrado.

La programación se ajustó para tomar más datos en los primeros 10 km de altura, donde previsiblemente nuestra captura de sustancias fenólicas pudiera tener más sentido.

También se incluyó el sensor de CO₂ y los tres termómetros (interior motor, interior, exterior).

La forma de la cápsula se varió utilizando el mismo material. Quisimos simbolizar la forma del fenol y construimos un prisma hexagonal, estable, rígida, simétrica y estética. Evitamos pérdidas de calor con el sellado y retiramos el material innecesario para ajustarnos a los 300g finales que debería tener la cápsula.

Probamos las baterías convenientemente y anclamos la electrónica de manera que no se moviera en el trayecto hasta la estratosfera.

3.- LANZAMIENTO DE LA CÁPSULA.

El 15 de abril se llevó a cabo el lanzamiento de la cápsula en Ejea de los Caballeros (Zaragoza).

Previo al lanzamiento, colocamos los filtros y los dados de poliestireno en la cápsula. Su localización puede verse en la Tabla 1.

El despegue fue muy accidentado, debido al viento tan fuerte que había. El globo de helio en el que iban colgadas las cápsulas era prácticamente indomable.

Varias de ellas sufrieron daños al levantar el vuelo. La nuestra resultó prácticamente ilesa, salvo un percance con el contacto con una de las baterías, que impidió que el servo se moviera correctamente.

Maneja	Localización
F03 inte	Filtro servo no móvil
F02 inte	Filtro servo no móvil
F1 inte	250m-3000m
F2 inte	1000m-3000m
F3 inte	3000m-10000m
F4 inte	10001-final
F5 inte	dentro cápsula al lado revolver 1
F6 inte	dentro cápsula al lado revolver 2
F7 inte	dentro cápsula al lado revolver 3
F8 inte	Arduino
F9 ext	Al lado del piloto 1
F10 ext	Al lado del piloto 2
F11 ext	Tapa
F12 ext	Base
F12.2 ext	Base 2
Can user	Bolsa hostal

4.- RECOGIDA Y ANÁLISIS DE DATOS.

La cápsula alcanzó los 29000 m de altura, llegando a soportar los -52 °C en el exterior y los -22°C en el interior. El viaje duró 1,5 h, llegando hasta un cultivar de olivos de la vecina Tarragona, donde pudimos recogerla sana y salva.

Los datos de la electrónica los extrajimos de la tarjeta SD en el momento de la recepción. Los resultados se pueden observar en las Gráficas 3, 4 y 5:

Muy alentadores los resultados que obtuvimos para los termómetros porque nos ayudaron a corroborar algo que intuíamos según nuestras referencias: el material que usamos en nuestro diseño en un aislante muy bueno. También observamos las variaciones de la concentración de CO₂ con la temperatura y la presión, valores que se ajustan a los contenidos en bibliografía.

Los filtros los analizamos a la noche en el hostal, rehidratándolos en una disolución de agua en medio básico y realizando las mediciones RGB con la App Color Meter.

Los resultados pueden verse en las Gráficas 6 y 7.

Pese a que el servo no se movió de la manera correcta, los sensores manifestaron diferencias entre los fenoles detectados en el interior de la cápsula (materiales de construcción, plástico PLA 3D, pegamentos) que los exteriores, expuestos al aire en todo momento. Su efectividad es manifiesta a temperaturas muy bajas, alta radiación y presiones cercanas al vacío.

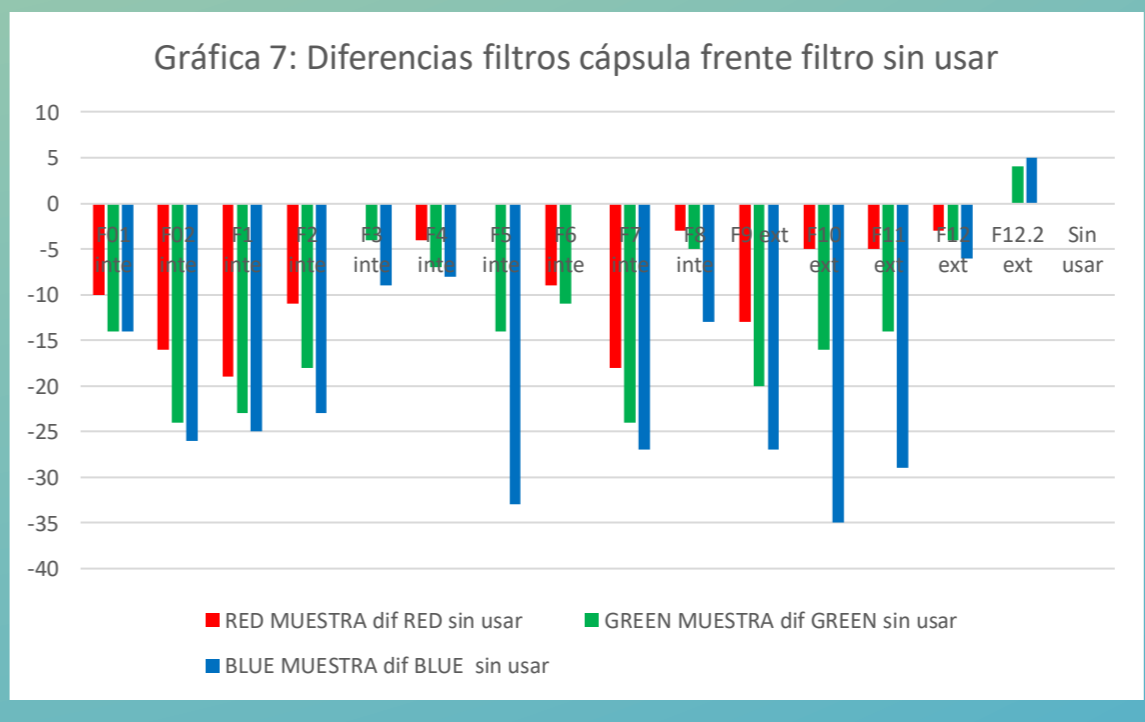
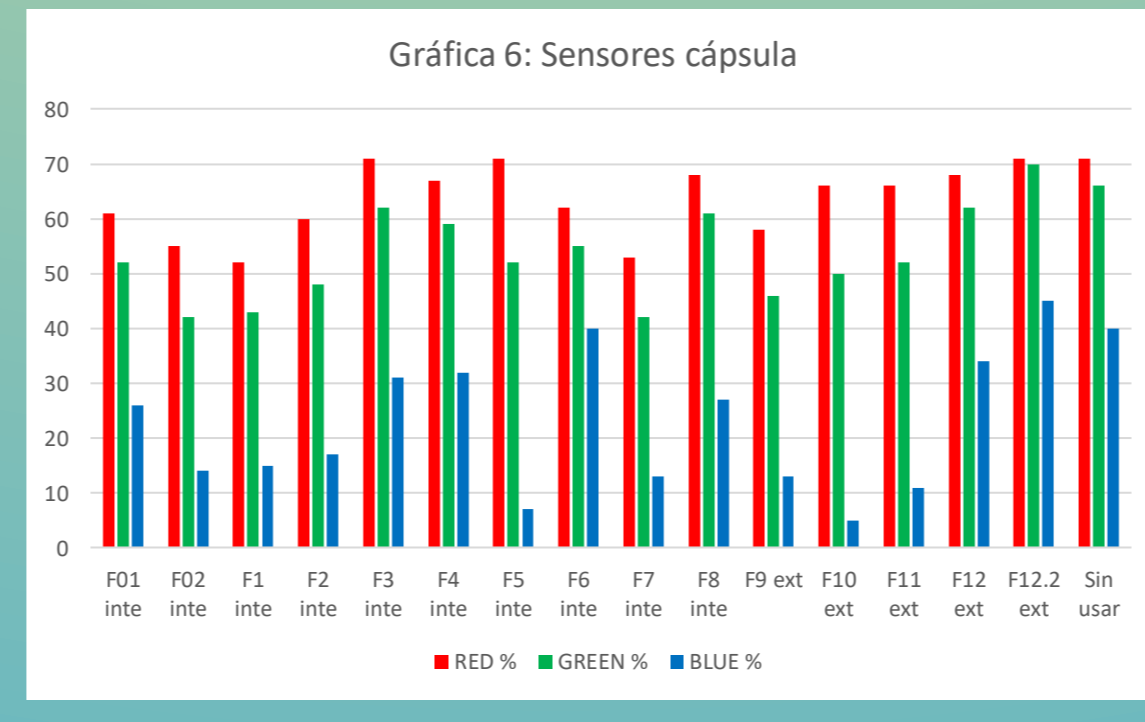
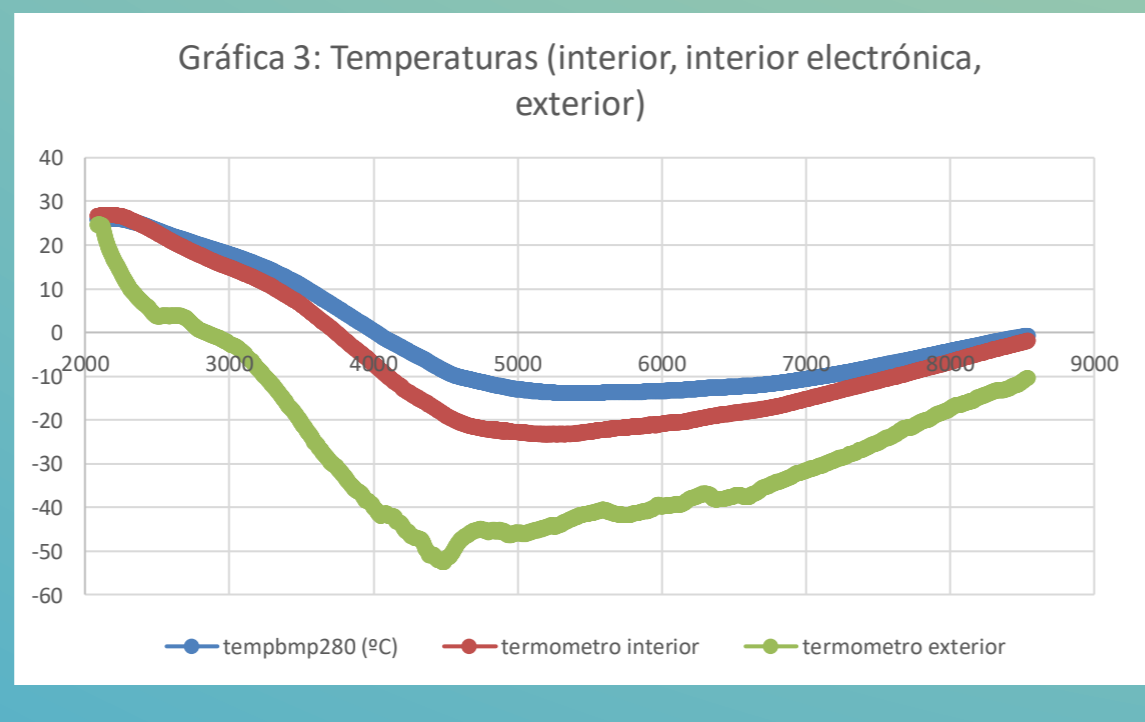
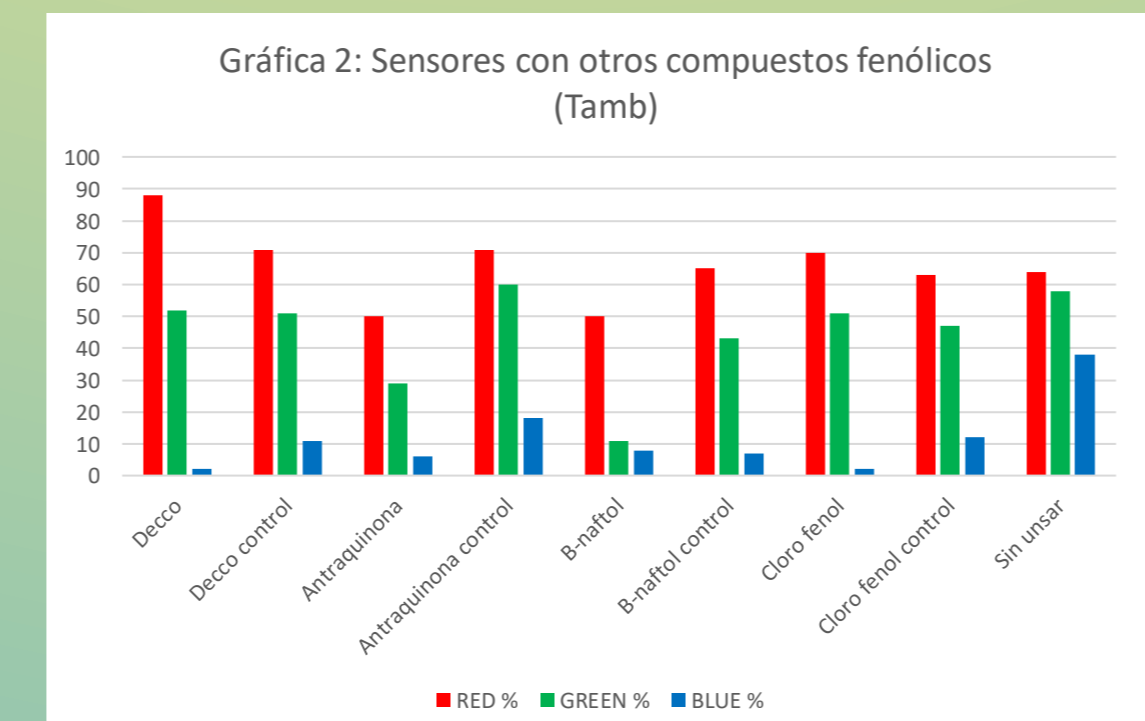
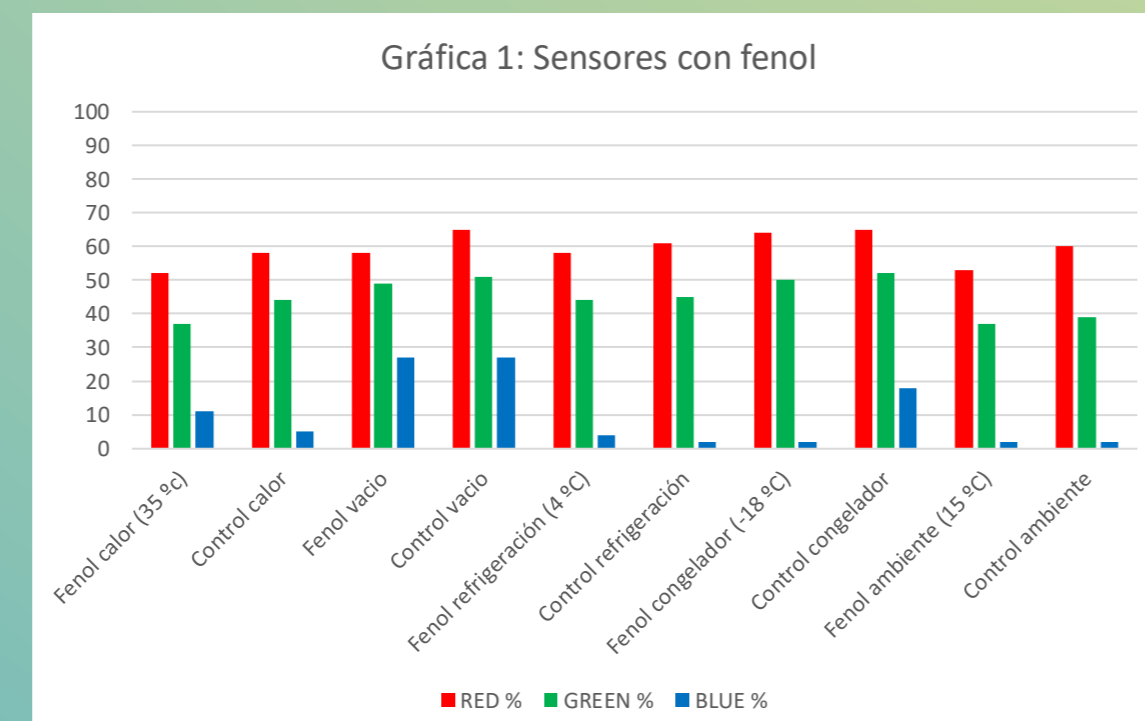
Por los valores RGB registrados y comparándolos con las muestras realizadas en el laboratorio con filtros nuevos y compuestos fenólicos puros, constatamos que posiblemente pudieran haber captado algún compuesto similar al clorofenol y al deca.

De vuelta al laboratorio, quisimos comprobar si los filtros expuestos a esas condiciones tan extremas, seguían funcionando al someterlos de nuevo a compuestos fenólicos puros (fenol y B-naftol) y concentrados.

Los resultados pueden verse en las Gráficas 8 y 9:

La reacción hacia el rojo que le provoca el B-naftol fue muy acusada, lo que nos ayudó a saber que, después de todos los estreses sufridos por os materiales, los sensores seguían activos, pese a que el polímero de soporte se hubiera endurecido y quebrado en algunas ocasiones.

Nos faltan por analizar los datos de poliuretano con Cl₂ atmosférico que lo realizaremos con la técnica de arrastre Shoxlet con acetona y posteriormente con colorimetría.



METODOLOGÍA Y RESULTADOS:

Quisimos conocer la presencia de fenoles a diferentes alturas, así como la concentración de cloro atmosférico y poderlo relacionar con otros parámetros químicos como la concentración de CO₂ y el cloro atmosférico, para poder estimar la contaminación debida a la aplicación de productos fitosanitarios a diferentes alturas a través de la atmósfera y estudiar su distribución.

Así mismo, con esta experiencia, podremos poner en valor el uso de estos sensores para determinar concentración de pesticidas en condiciones de baja presión de gases y bajas temperaturas.

Nuestra propuesta fue la siguiente, utilizando el sistema de aspiración y revolver de filtros de diseño propio y verificado en la edición anterior del proyecto:

1. Verificar la existencia de fenoles a distintas alturas para conocer su distribución por las diferentes capas de la atmosfera, utilizando los sensores de sales de diazonio proporcionados por el área de Química Orgánica, grupo Polímeros, de la Universidad de Burgos colocándolos en los discos de filtrado.

2. Recoger datos de diferente naturaleza con sensores electrónicos acoplados a una placa de Arduino:

- CO₂
- Presión atmosférica y temperatura.

3. Fabricar pequeñas columnas de espuma de poliuretano que, acopladas a la cápsula, recojan el cloro atmosférico cuyo exceso puede venir provocado por un incremento de la aplicación de pesticidas en la zona de muestreo.

FASES DEL PROYECTO:

1.- PRUEBAS CON LOS SENSORES. - Una vez hubimos contactado con el grupo de Polímeros de la UBU y tuvimos los sensores disponibles, nos dispusimos a realizar diferentes pruebas con ellos, previas al lanzamiento, para conocer la efectividad sensitiva en condiciones adversas de presión y temperatura.

a) Soporte del compuesto con actividad colorimétrica. - nos interesaba que fuera un material poroso para que pudiera pasar el aire a través de él, y solicitamos al grupo Polímeros, si era posible la producción de sensores en soporte papel de mascarilla. Ellos accedieron y probamos su eficacia frente a fenol en diferentes condiciones de presión y temperatura.

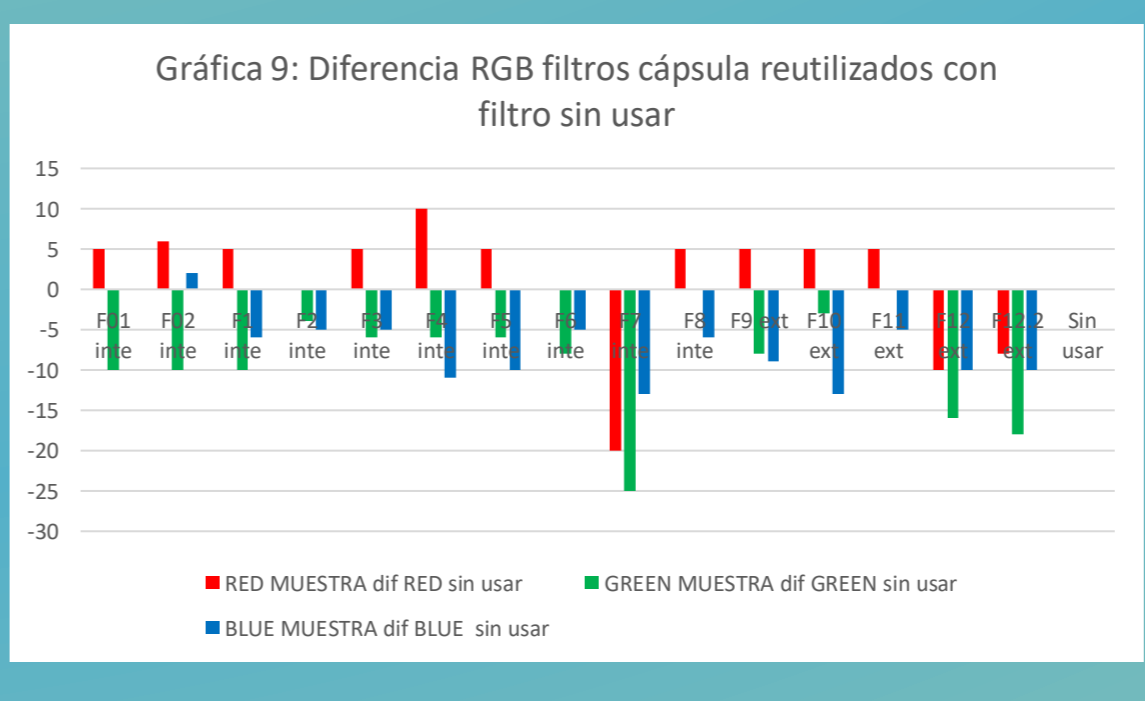
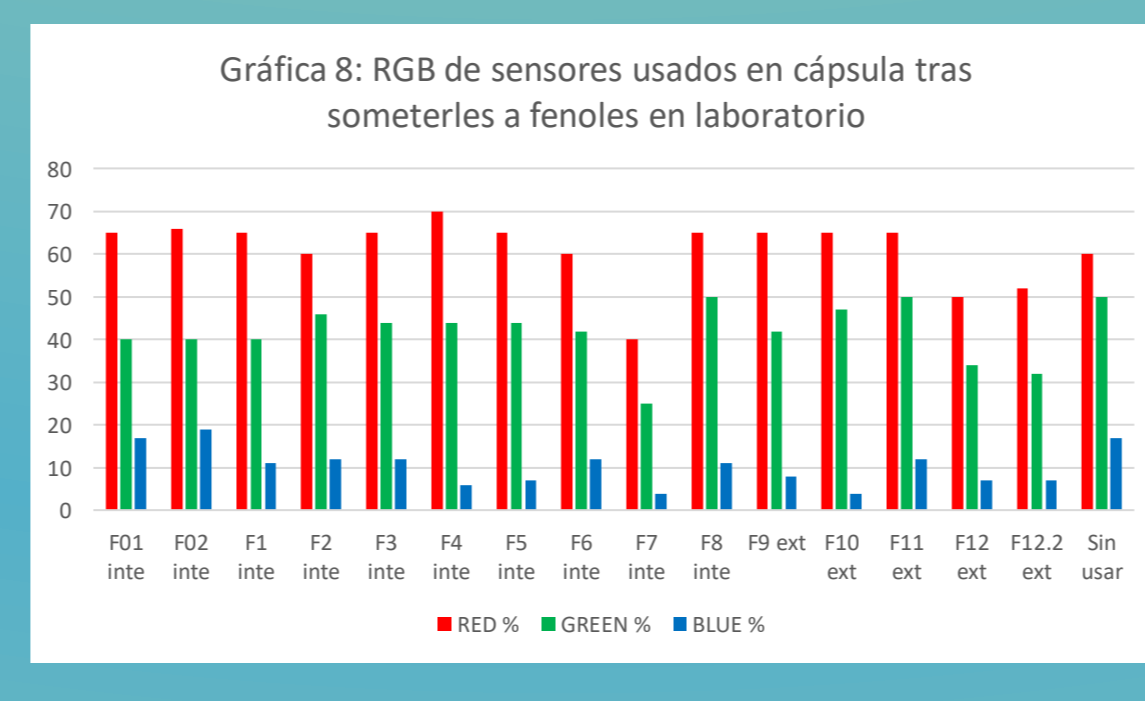
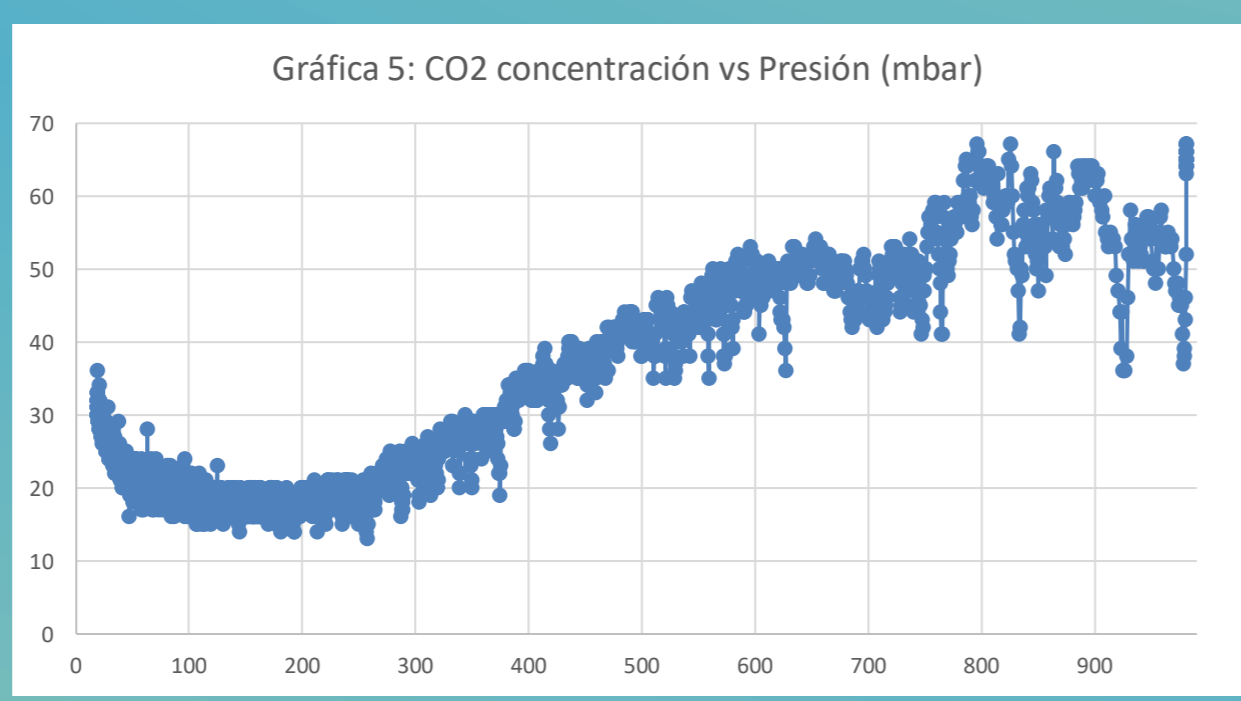
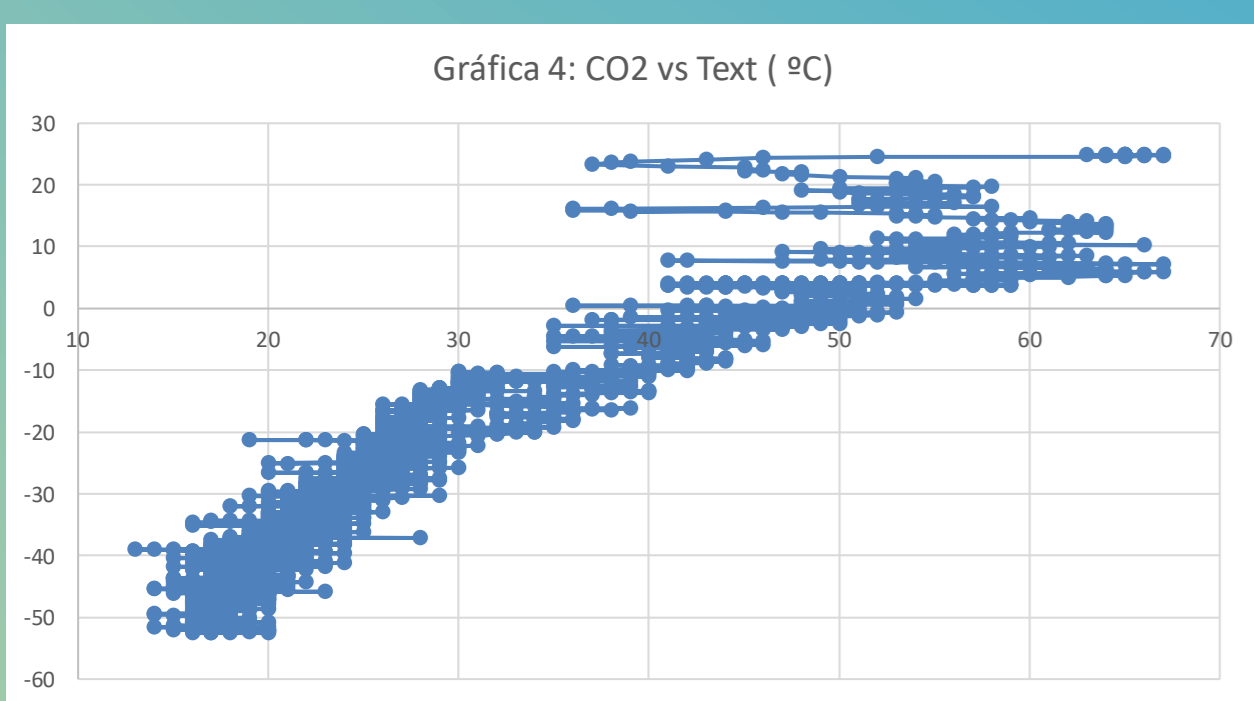
Los resultados no fueron los esperados, ya que el compuesto de diazonio se secaba, se estropeaba en el papel, con lo que su sensibilidad desaparecía.

Comentamos lo sucedido y nos enviaron otros dos tipos de soportes plásticos (1 y 2) con los que realizamos de nuevo las pruebas.

Tras estar expuestos a distintos compuestos fenólicos se revelaba el color adquirido al rehidratarlos en medio básico y mediar sus componentes RGB. Los resultados están en la Gráfica 1 y Gráfica 2:

Se puede observar una diferencia significativa entre el patrón RGB de las muestras control y las sometidas a distintas sustancias y condiciones de presión y temperatura.

Interesante saber que, a priori y en laboratorio, los sensores funcionaban a temperaturas y presiones bajas

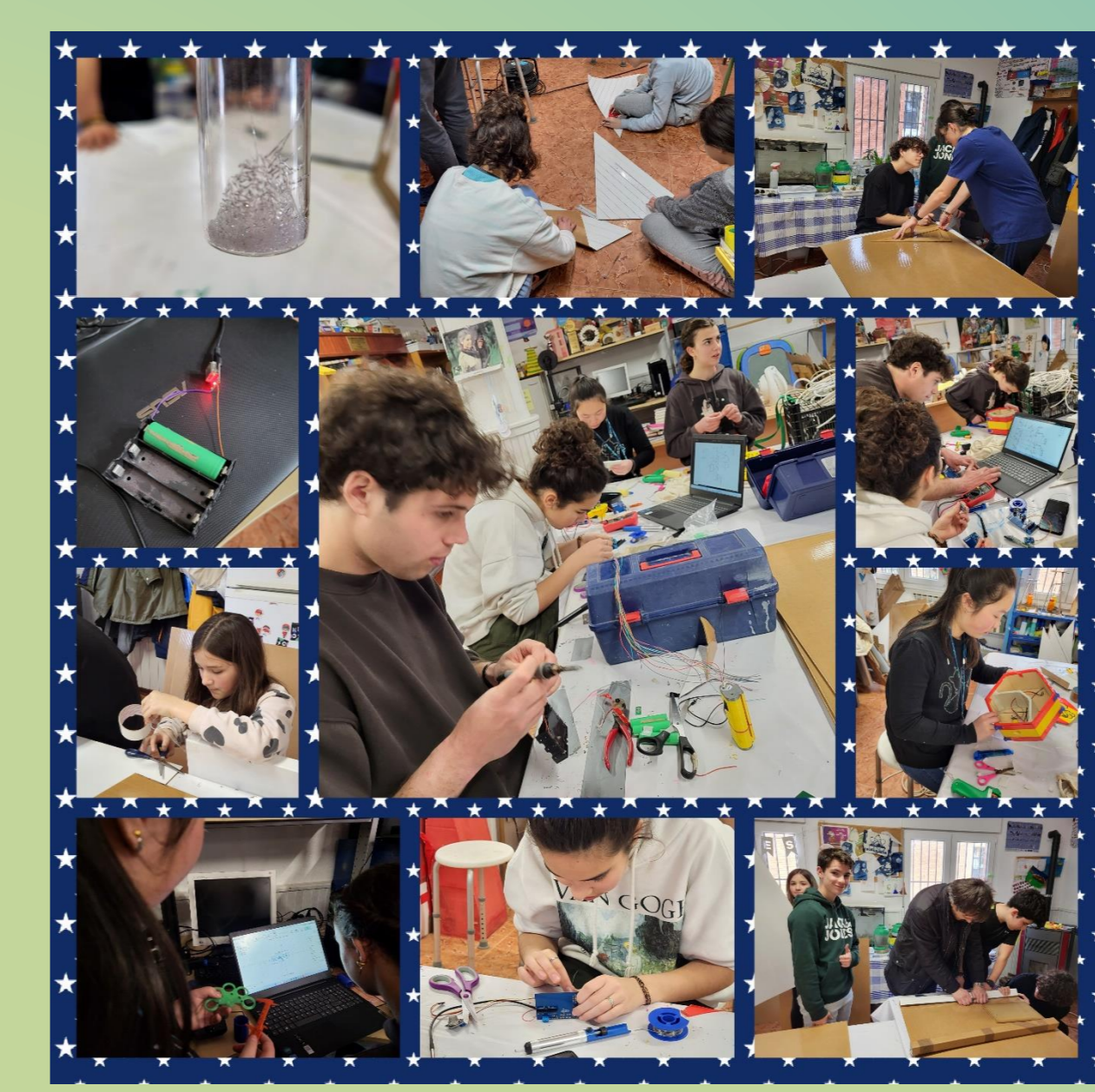
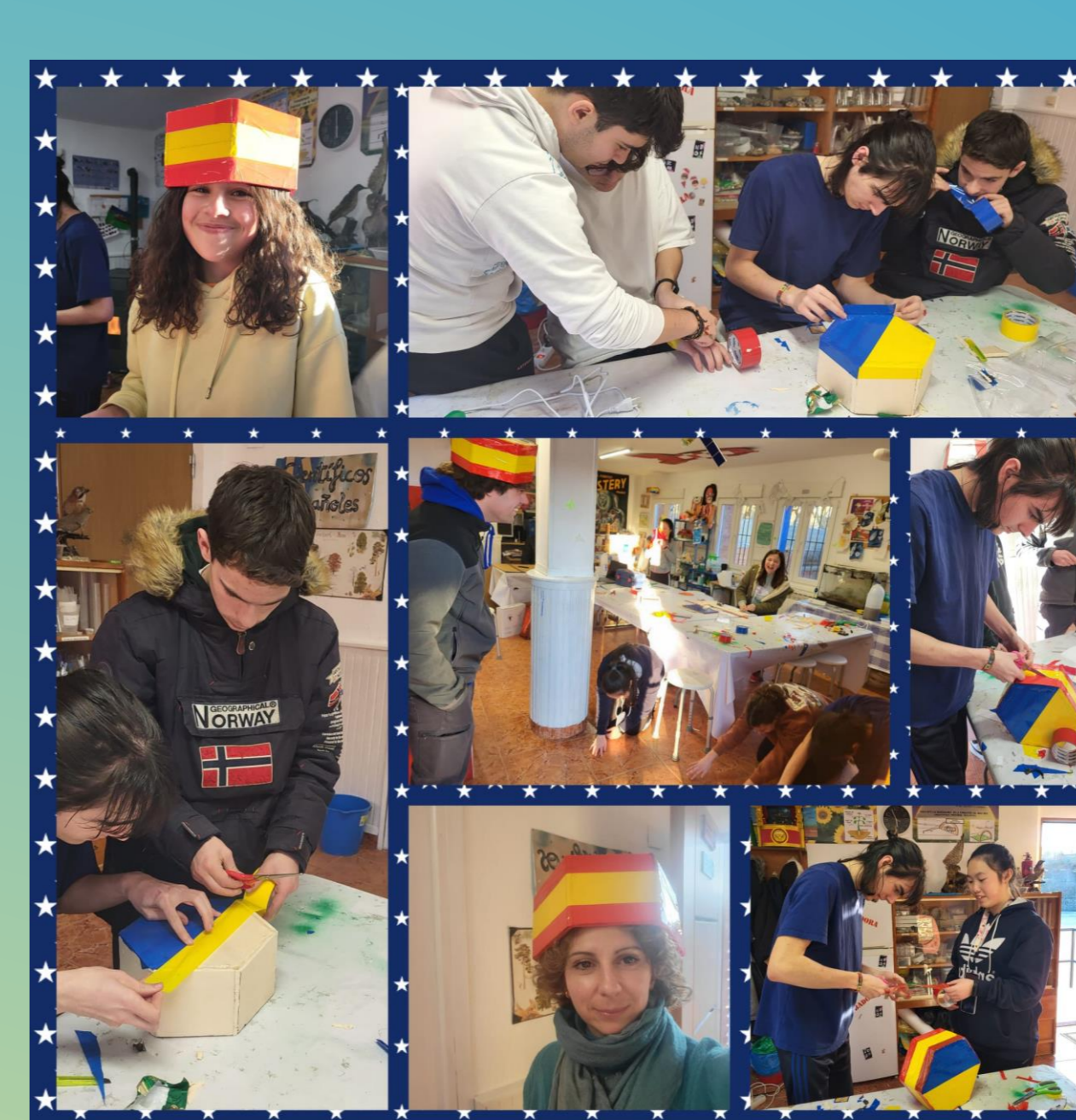


5.- CONCLUSIONES

- Verificamos el poder aislante del material escogido para la cápsula con datos propios.
- Constatamos los cambios de la concentración de CO₂ atmosféricos en altura.
- Comprobamos la eficacia de los sensores para fenoles en condiciones de frío extremo, radiación y baja presión y visualización de los cambios físicos experimentados por los polímeros que fijan el compuesto de diazonio.

6.- PROPUESTAS DE FUTURO

- Finalizar los análisis: cloro.
- Mejorar el diseño interior: necesidad de mayor sujeción de las baterías (año pasado pegadas con cinta adhesiva, este año no).
- Incluir la humedad relativa como parámetro a medir.



REFERENCIAS:

- <https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/deteccion-de-fenoles-en-el-agua-mediante-sensores-colorimetricos>
- <https://www.retema.es/actualidad/sensores-cambian-color-ante-presencia-contaminantes-agua>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S021391113000435>
- <https://www.instt.es/documents/94886/4155697/Tema+15.-Plaguicidas.pdf>