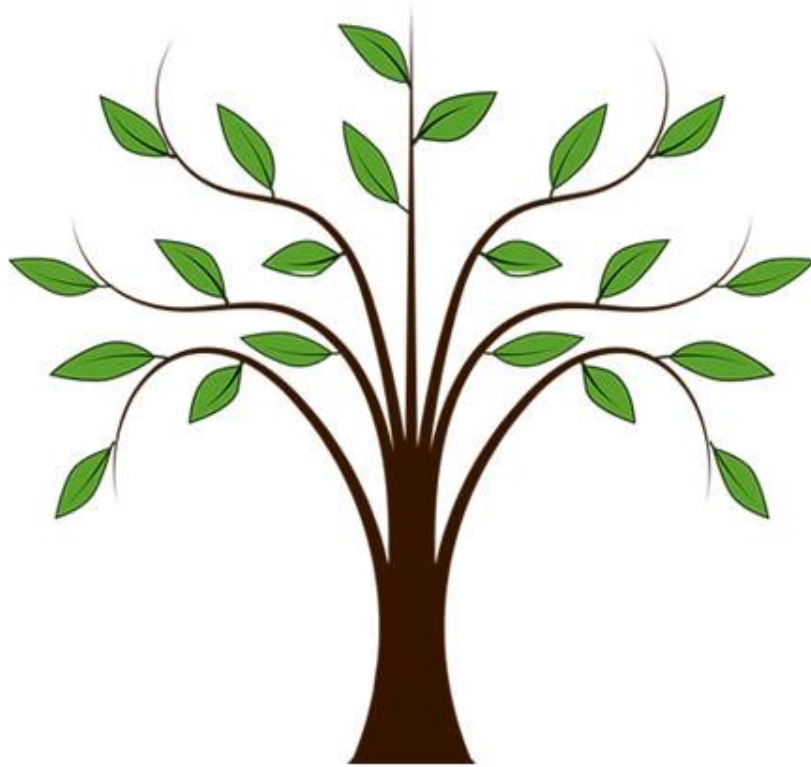


**EL PROCESO DE ALIMENTACIÓN
DE LAS PLANTAS:
CAPILARIDAD Y TRANSPIRACIÓN**



Premios de Investigación científica

IES Cardenal Cisneros

CURSO 2019-2020

ÍNDICE

	Página
I. Introducción.....	2
II. Objetivo.....	5
III. Hipótesis.....	5
IV. Materiales.....	6
V. Método.....	6
VI. Evaluación del resultado.....	8
VII. Conclusiones.....	11
VIII. Bibliografía.....	13
IX. Agradecimientos.....	13
X. Anexo fotográfico.....	14

I. INTRODUCCIÓN

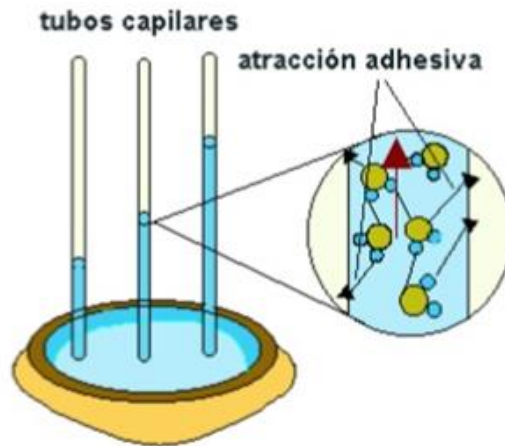
Con este trabajo de investigación queremos mostrar, a través de la experimentación, cómo se produce el **proceso de alimentación de las plantas** y qué papel desempeñan en el mismo dos propiedades características del agua: la **capilaridad** y la **transpiración**.

Nuestro planteamiento es el siguiente:

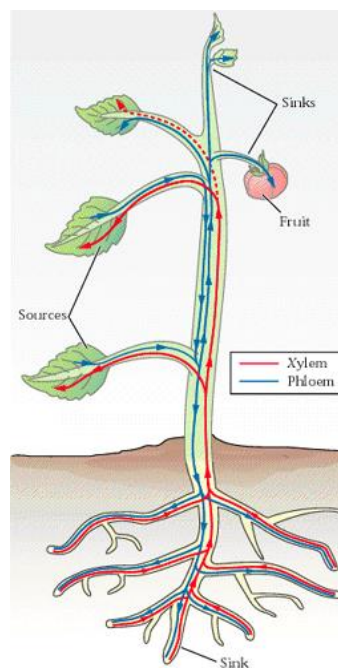
Sabemos que las plantas absorben agua y las sales minerales que les sirven de alimento del suelo a través de la raíz. Con ayuda del sol y del dióxido de carbono del aire transforman esas sustancias en nutrientes mediante el proceso de la **fotosíntesis**. Como la fotosíntesis se realiza en las hojas, tiene que existir un **mecanismo de transporte** para que el agua y las sales minerales disueltas en ella asciendan desde la raíz hasta las hojas. Este transporte se lleva a cabo gracias a la acción conjunta de dos fenómenos físicos: la **capilaridad** y la **transpiración**.

La **capilaridad** es la propiedad que tiene el agua de ascender en contra de la gravedad por finos tubos, poros o capilares. El que el agua pueda desafiar así a la gravedad se debe a dos características inherentes a la estructura de su molécula: la adhesión y la cohesión.

La adhesión y la cohesión son las fuerzas de atracción que sufren las moléculas del agua por otras distintas (en el primer caso) y entre ellas (en el segundo). Así, en virtud de la propiedad de adhesión, el agua “se pega” a la superficie del tubito por el que asciende. Y en virtud de la propiedad de la cohesión, las moléculas del agua que se han agarrado al tubito, como están fuertemente ligadas unas a otras, arrastran a sus moléculas vecinas tirando de ellas hacia arriba.

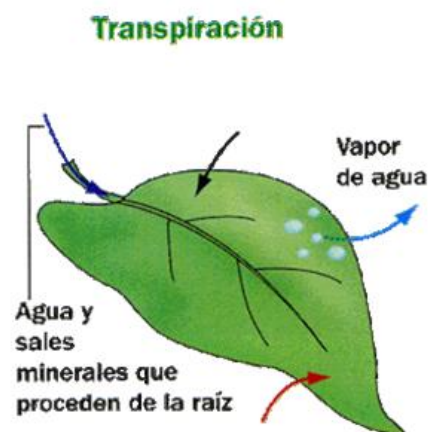


Aplicando esto a las plantas, diremos que el agua y las sales minerales que las plantas absorben para obtener sus nutrientes consiguen, gracias a las propiedades de adhesión y cohesión, trepar por el tallo, desde la raíz a las hojas, a través del conjunto de tubos internos de la planta. Este conjunto de tubos que transportan el agua y los nutrientes desde la raíz a las hojas de la planta se denomina xilema, y los conductos verticales por los que, a modo de “tubería”, ascienden el agua y los nutrientes (formando la savia bruta que, en las hojas, tras realizarse la fotosíntesis, se convertirá en savia elaborada) son los vasos conductores del xilema.



Pero la capilaridad por sí sola no es suficiente para que el agua y las sales minerales recorran el largo camino que hay desde la raíz hasta las hojas de la planta. Llega un momento en el que la masa de agua es tan grande que las fuerzas de adhesión y cohesión no pueden vencer a la gravedad. Para ayudar a la capilaridad entra entonces en juego la transpiración.

La **transpiración** es la pérdida de agua que sufre la planta mediante evaporación, principalmente a través de las hojas (por los estomas situados en su envés, que se abren y se cierran para permitir el intercambio de gases que tiene lugar en la fotosíntesis), pero también por el tallo y las flores. La pérdida de agua hace que la presión hidrostática en los vasos conductores baje, lo que produce un empuje hacia arriba de la columna de agua. Este proceso se conoce como diferencia osmótica. El agua que ha subido reemplazará a la que se ha evaporado y el proceso comenzará de nuevo.



De este modo, el agua que se evapora por las hojas, por los brotes y por los pétalos (transpiración) "chupa" el agua del tallo (algo parecido a lo que pasa cuando bebemos con una pajita). Es decir, que el agua que se evapora de las hojas "arrastra" otras moléculas de agua detrás (adhesión y cohesión) para ocupar el espacio que estas moléculas dejaron libre a través de los tubitos que componen el tallo de la flor (capilaridad).

II. OBJETIVO

El objetivo de este trabajo de investigación es doble:

- Por un lado, comprobar cómo las plantas transportan el agua y las demás sustancias necesarias para su crecimiento a través del xilema (o sistema de vasos conductores que recorre la planta), hasta llegar a las hojas y a los pétalos de las flores.

- Y, por otro, observar la relación de este proceso con las dos propiedades del agua a las que nos hemos referido anteriormente: la capilaridad y la transpiración.

Para ello, realizaremos un experimento, que consistirá en introducir varias flores en agua coloreada, lo que nos permitirá observar cómo se comporta y qué camino sigue esa agua desde que se absorbe por los tallos hasta que llega a los pétalos de las flores.

Se explica detalladamente el experimento en el apartado V. MÉTODO.

III. HIPÓTESIS

En nuestro trabajo vamos a partir de la hipótesis de que el **proceso de alimentación de las plantas** se produce a través del **xilema** o sistema de tubos por donde circula la savia bruta, cuya existencia vamos a tratar de demostrar con la experimentación; es decir, vamos a tratar de comprobar, con nuestro experimento, **cómo funciona el proceso por el que los vasos conductores del xilema transportan el agua y los nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento, desde la raíz hasta las hojas, gracias a las propiedades de la capilaridad y la transpiración.**

IV. MATERIALES

Para demostrar cómo se produce el proceso de alimentación de las plantas, vamos a hacer un experimento (con dos variantes del mismo), para el que necesitamos el siguiente material:

- Cuatro vasos transparentes
- Cinco claveles blancos
- Cuatro hojas de apio
- Colorante alimentario de varios colores
- Agua
- Un cuchillo
- Un rotulador
- Cuatro aspirinas

V. MÉTODO

Nuestro experimento, como antes hemos avanzado, consiste en introducir cuatro claveles en agua teñida de distintos colores (*foto 1*) y observar los resultados. Además, haremos un par de variantes del mismo experimento: una primera, cambiando los claveles por ramas de apio; y, la segunda, introduciendo un solo clavel en agua de dos colores.

Realizamos nuestro experimento de la siguiente manera:

- 1.- Primeramente, llenamos de agua los cuatro vasos (algo más de la mitad).
- 2.- Colocamos una aspirina en cada uno de ellos (únicamente para prolongar la vida de la flor).

3.- A continuación, vertemos en los vasos unas gotas de colorante, de un color diferente en cada vaso: amarillo, rojo, azul y verde (que hemos hecho mezclando el azul y el amarillo porque no lo teníamos).

4.- Removemos la mezcla hasta que quede el colorante completamente diluido en el agua.

5.- Seguidamente, escogemos cuatro claveles y les cortamos el tallo de forma oblicua, para favorecer el contacto con el agua, y, a ser posible, dentro del agua, para impedir que entre aire a los conductos del xilema.

6.- Introducimos un clavel en cada uno de los vasos (*foto 3*).

7.- Con un rotulador hacemos una marca para señalar el nivel del agua en cada vaso (*foto 2*).

8.- Colocamos los cuatro vasos con los claveles cerca de una ventana (para que puedan hacer bien la fotosíntesis).

9.- Y observamos lo que va ocurriendo a lo largo de siete días.

(Los pasos 10 y 11 constituyen variantes del experimento anterior)

10.- Repetimos el experimento de forma similar con ramas de apio: cortamos cuatro tallos de apio y los introducimos en los vasos con el agua coloreada de distintos colores (*foto 22*); transcurridos otros siete días, sacamos los tallos de apio del agua y los observamos.

11.- Con el clavel que nos queda, abrimos su tallo longitudinalmente por la mitad, por la parte de abajo, y ponemos cada mitad del tallo en un vaso con agua de un color diferente, de modo que la flor quede entre los dos vasos (*foto 37*); una mitad la ponemos en el vaso con agua azul, y la otra mitad, en el vaso con agua amarilla; después, esperamos siete días y comprobamos el resultado.

VI. EVALUACIÓN DEL RESULTADO

A) De los claveles

- Al segundo día de estar en el agua de colores, los claveles se han teñido de color, cada uno del color del agua de su vaso. Es decir, que como las flores han absorbido el agua del vaso y esa agua era de colores, los claveles se han coloreado (*foto 4*).
- El proceso ha durado un par de días y, a partir del tercer día, no hemos notado ninguna variación de intensidad en la tinción (*fotos 9 y 14*).
- Los claveles no se han teñido de forma espectacular, sino de manera tenue, como si fueran de colores “pastel” (*fotos 5 a 8*), quizá porque los colorantes alimentarios no son demasiado fuertes (aun así, los hemos preferido a colorantes de otro tipo, textiles, por ejemplo, que posiblemente nos hubieran dado un resultado más vistoso, pero que son tóxicos y podrían haber matado las flores).
- Los bordes de los pétalos se han “manchado” con pequeñas pintas de color más intensas, del mismo tono que el color del agua (*fotos 10 a 13*).
- El color que menos ha teñido el clavel blanco ha sido el rojo (*foto 16*). Y el que ha teñido el clavel más intensamente ha sido el amarillo (*foto 11*).
- Aun sin ser ya blancos, sino de color, (amarillo, rojo, verde, azul), los claveles se han mantenido frescos durante casi toda la semana (*foto 14*), porque hemos logrado prolongar su vida al ponerlos en un vaso con agua, que han ido absorbiendo para nutrirse. El séptimo día ya empiezan los claveles a marchitarse (*foto 19*), puesto que les faltan las sales minerales necesarias para su supervivencia (aunque hemos intentado sustituirlas parcialmente a través de la aspirina, que les aporta carbohidratos y reduce la formación microrganismos en el agua).

- El agua de los vasos ha bajado de nivel un par de dedos a lo largo de estos siete días porque los claveles la han ido absorbiendo para sustituir a la que se ha ido evaporando por transpiración (*fotos 20 y 21*).

B) De las ramas de apio

- En cuanto al apio, los resultados han sido similares; es decir, que, asimismo, se han teñido sus hojas, al estar introducidos los tallos en agua de color. Esto se pudo apreciar a simple vista a partir del tercer día (*fotos 24 a 27*).
- El resultado es mucho más visible esta vez en los apios de color rojo y azul (los más teñidos), y cuesta un poco más de distinguir en el verde y en el amarillo (obviamente, porque las hojas de apio son verdes y no blancas como los claveles) (*foto 28*).
- Pero, además, si observamos el tallo en sentido longitudinal, vemos que el colorante ha ido perfilando el recorrido del agua a través de los vasos del xilema hasta los bordes de las hojas. Se puede apreciar en la *foto 36* cómo los bordes del tallo del apio se han teñido de color rojo desde su base hasta la parte de arriba. Asimismo, en la *foto 35*, se ve cómo el interior del tallo del apio se ha teñido todo él de color azul, e, incluso, se puede distinguir una especie de estrías, que son los vasos, más anchos unos, más estrechos otros, por donde ha circulado el agua coloreada, en sentido ascendente, desde la parte del apio sumergida en el agua hasta la punta de las hojas, también teñidas de color.
- Al cortar el tallo por su base, en sentido horizontal, hemos descubierto unos puntos de color, apreciables a simple vista y perfectamente colocados, formando un semicírculo y equidistantes unos de otros (*fotos 33 y 34*). Estos puntos de color son los vasos o tubos del xilema, que recorren el tallo y que han conducido el agua que el apio ha absorbido del vaso hasta las hojas por capilaridad. Resultan muy destacados estos

puntos en los tallos que han estado introducidos en el agua roja y en el agua azul, porque son los colores han teñido más intensamente los apios.

- Respecto de la disposición circular de los puntos de color que se observan en la base del apio (*fotos 33 y 34*), es decir, de los vasos conductores, esta disposición en forma de anillos concéntricos es típica de las plantas dicotiledóneas, frente a la dispersión característica de las plantas monocotiledóneas, en las que los vasos del xilema se encuentran distribuidos de forma desordenada por todo el tallo.
- Al igual que ocurrió con los claveles, los apios han ido consumiendo el agua de los vasos en los que están metidos, por lo que hay menos agua al final del experimento que al principio (algo más de un dedo).

C) Del clavel con el tallo cortado longitudinalmente

- El clavel, cuyo tallo hemos cortado de forma longitudinal y metido cada mitad en un vaso con agua de diferente color (azul y amarillo), se ha teñido de dos colores: azul, la parte de la corola que corresponde al vaso con agua azul, y amarillo, la parte de la corola que corresponde al vaso con agua amarilla. Es decir, que los vasos conductores que van desde el tallo hasta los bordes de la flor han llevado el agua coloreada a la parte de los pétalos que correspondía, según la mitad del tallo estaba introducida en el agua azul o lo estaba en el agua amarilla (*foto 38*). Y ha resultado un clavel bicolor (*foto 39*).
- Las dos partes de la corola del clavel, la azul y la amarilla, no tienen igual tamaño; la azul es mayor que la amarilla. Esto se debe a que, al cortar el tallo de forma longitudinal, una parte nos quedó más fina que otra, con lo que tenía menos vasos que condujeran el agua coloreada hasta los pétalos. Lo que no invalida el resultado, porque

la cantidad de pétalos teñida de cada color es proporcional al grosor de cada parte del tallo: más gruesa la que pusimos en el agua azul, menos la del agua amarilla (*foto 40*). Pero, en cualquier caso, el clavel se ha teñido de los dos colores del agua que ha absorbido.

VII. CONCLUSIONES

- Los claveles y los apios de nuestro experimento han absorbido el agua coloreada, que ha ascendido hasta los bordes de sus pétalos y de sus hojas, por medio de un proceso natural, a través del sistema de vasos conductores del tallo (xilema). Esto ha sido así porque, aunque una flor cortada se marchita rápidamente (al estar separada del suelo, no puede obtener los nutrientes necesarios para su supervivencia), hemos prolongado su vida al ponerla en un vaso con agua, debido a que, a través del tallo, las flores han absorbido la que necesitan para nutrirse (aunque no las sales minerales, que hemos intentado sustituir en el experimento parcialmente a través de la aspirina).
- El colorante del agua nos ha permitido ver cómo las plantas filtran el agua y los nutrientes y, por capilaridad, los transportan hasta las hojas, para realizar la fotosíntesis y producir el alimento necesario para su subsistencia, y hasta las flores, para hidratarlas.
- El colorante del agua nos ha permitido, asimismo, comprobar la existencia, en el interior del tallo, del xilema o sistema de vasos conductores, que las plantas utilizan para transportar el agua y los nutrientes hasta las hojas y obtener su alimento. Los puntos coloreados de azul o rojo en la base del tallo del apio se corresponden con los vasos, cuyo recorrido, en sentido ascendente, se puede, igualmente, constatar si se cortan los tallos longitudinalmente. El xilema, según hemos comprobado en los resultados del experimento, se extiende por el interior de tallo hasta las hojas, como si

fuese un sistema interno de cañerías a través del cual se distribuye por toda la planta su alimento; el xilema es el camino por el que circula la savia (bruta), de modo similar a como circula la sangre por las arterias de un ser humano.

- La disposición ordenada de esos "puntitos" coloreados, que son los tubos del xilema y que han aparecido en la base cortada de los tallos, nos hace pensar que los apios pertenecen al grupo de las dicotiledóneas, que son las plantas vasculares que presentan esta característica distribución de los vasos conductores en anillos concéntricos, frente a la desordenada distribución de vasos de las monocotiledóneas.
- El agua de los vasos se ha ido consumiendo, porque los claveles y los apios, a través del tallo, han absorbido el agua que había en los vasos y reponiendo así el agua que han ido perdiendo por transpiración.

Con estas conclusiones, derivadas de nuestro experimento, hemos comprobado cómo funciona **el proceso de alimentación de las plantas** y hemos demostrado la **existencia del xilema** o sistema de vasos conductores del tallo, que transporta el agua y los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta desde la raíz hasta las hojas, gracias a las propiedades de la capilaridad y la transpiración; todo tal y como proponíamos en **nuestra hipótesis**, que, por tanto, es **acertada** y se acepta como **verdadera**.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- <https://educaconbigbang.com/2015/04/experimento-con-flores-y-colorante/>
- <https://educaconbigbang.com/2014/03/transporte-de-savia-bruta-experimento-con-apio-y-colorante/>
- <https://elblogverde.com/fotosintesis-como-se-produce/>
- <http://equipocienciacontemporanea.blogspot.com/2015/09/metodo-cientifico.html>
- <https://arbolabc.com/experimentos-caseros-para-ni%C3%B1os/como-cambiar-color-al-apio>
- <http://lafabricadelospeques.com/experimento-plantas-agua-colorante-alimentario/>
- <http://primariaexperimentos.blogspot.com/2010/11/clavel-bicolor.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=oetVA2pu8D8>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hm394aPQPPc>

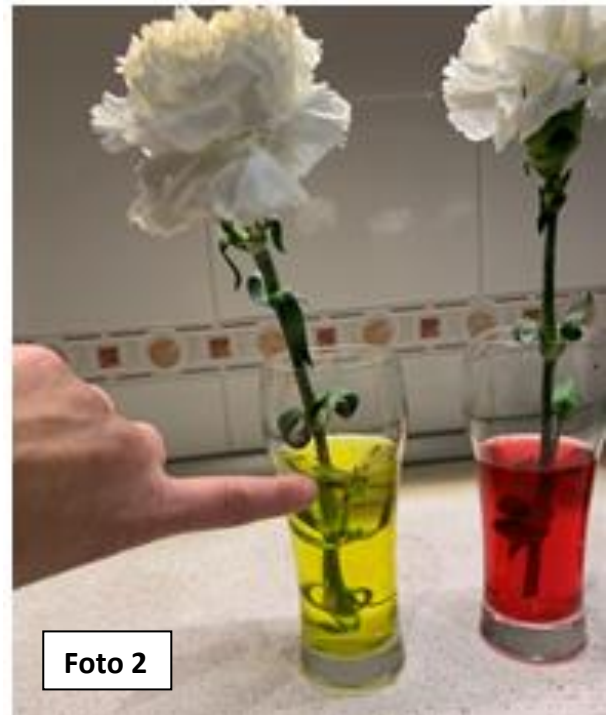
IX. AGRADECIMIENTOS

En este capítulo, queremos dar las gracias a nuestras familias por la colaboración que nos han prestado en la realización del experimento, aconsejándonos, comprándonos el material y aguantando nuestras reuniones para hacerlo.

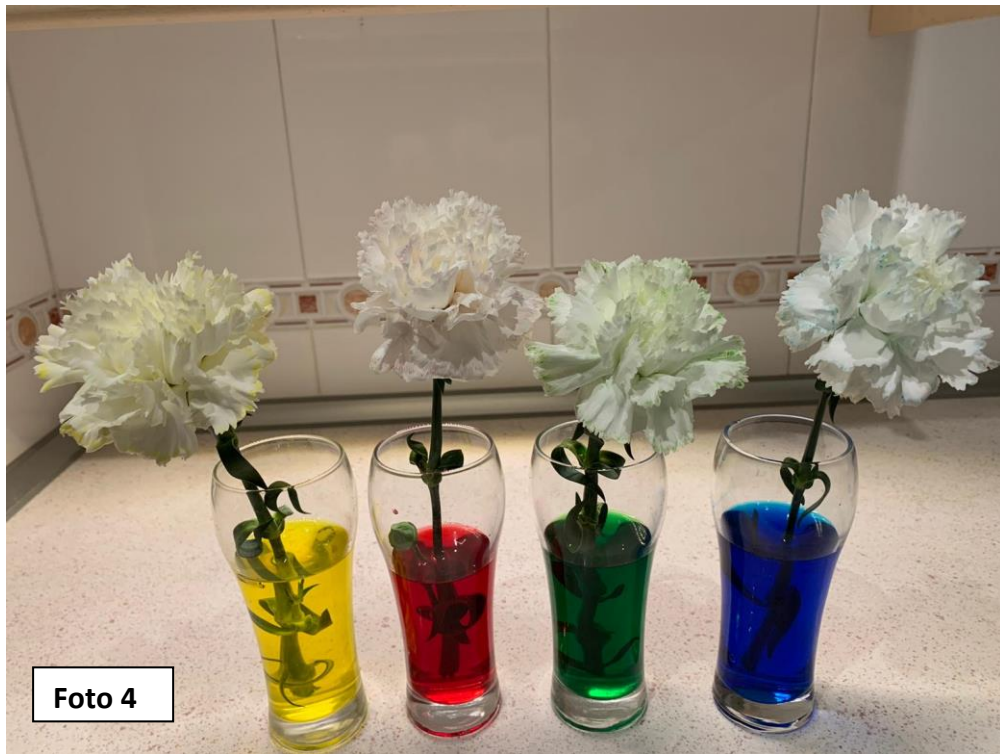
X. ANEXO FOTOGRÁFICO

A) CLAVELES

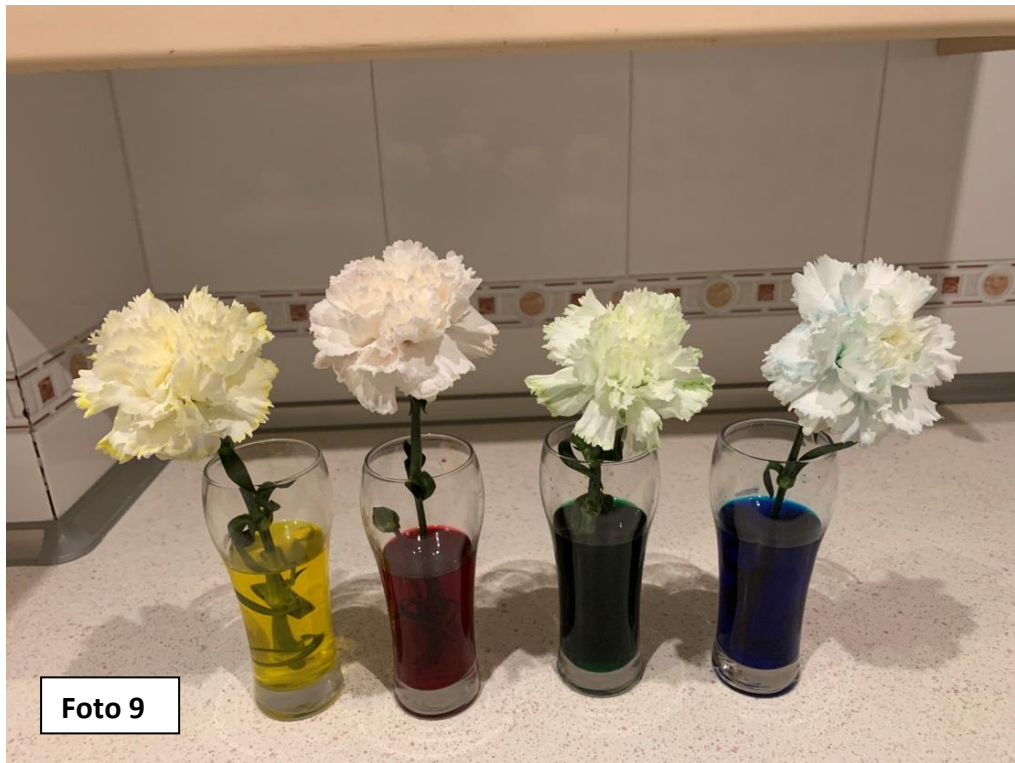
Primer día



Segundo día



Tercer día



Quinto día



Foto 14



Foto 15



Foto 16



Foto 17



Foto 18

Resultado final



Foto 19



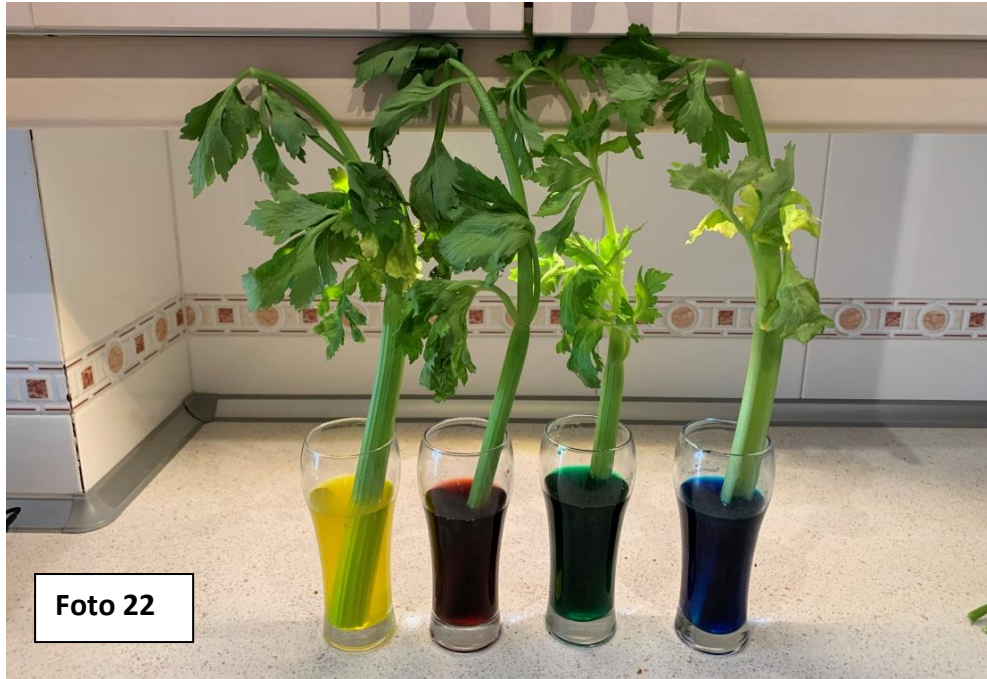
Foto 20



Foto 21

B) RAMAS DE APIO

Primer día



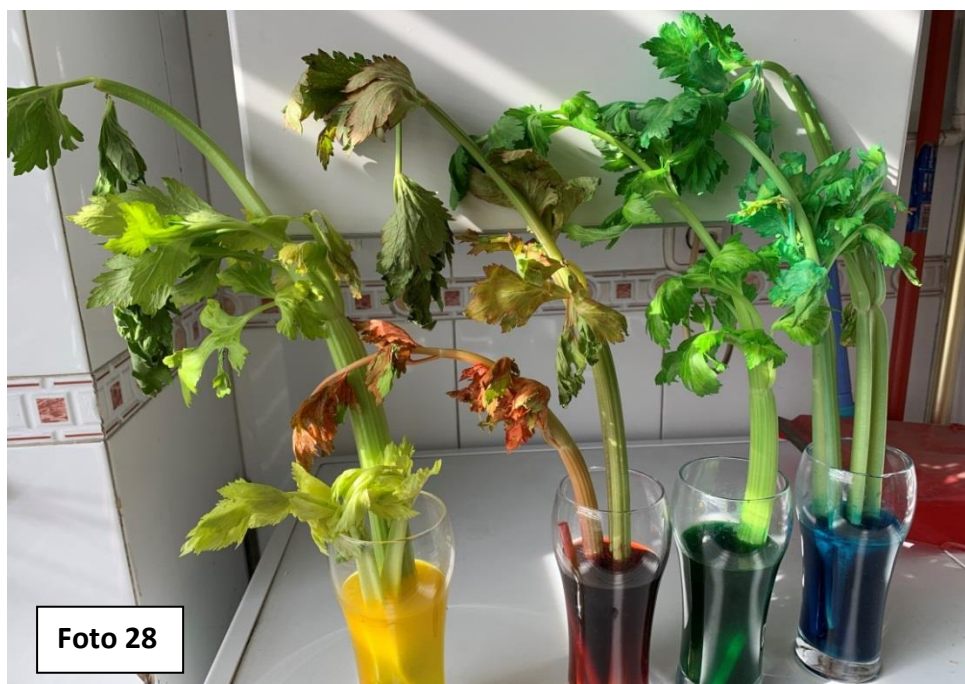
Segundo día



Tercer día



Quinto día



Resultado final



C) CLAVEL CON TALLO CORTADO EN DOS MITADES

Primer día



Tercer día



Quinto día



Foto 39

Resultado final



Foto 40