

Col lombarda: Un indicador natural de pH



Materiales:

Col lombarda

Alcohol 96º

Mortero

Distintas sustancias caseras incoloras: sulfamán, zumo de limón, vinagre, agua, bicarbonato, amoníaco, sosa, gaseosa, tónica, lejía...

Vasos

Tijeras

Colador

Procedimiento:

1. Corta un par de hojas de col lombarda con unas tijeras
2. Introduce los trozos en un mortero y añade alcohol
3. Tritura con la mano del mortero hasta que el alcohol tenga un color morado intenso
4. Colar la solución
5. Introducir en distintos vasos una pequeña cantidad del producto a medir su pH
6. Con un gotero o jeringa añadir una pequeña cantidad de extracto de col
7. Observar el nuevo color
8. Determinar su pH comparando el color con la escala de la imagen 1.



Imagen 1. Escala de colores a los que cambia el extracto de lombarda con el pH
Si no se posee alcohol etílico, también se puede realizar con isopropílico, o incluso hervir las hojas de col lombarda en agua a fuego medio.

Explicación:

EL pH es una medida de la acidez o basicidad de una disolución. Su valor, comprendido entre 0 y 14 en disoluciones acuosas, indica la concentración de iones hidrógeno (o hidrogeniones) presentes en determinadas disoluciones. Se calcula, en disoluciones no muy diluidas, mediante la expresión:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

EL pH 7 se denomina neutro. Por debajo de este valor el pH es ácido, y por encima básico. En la naturaleza y en nuestro día a día encontramos disoluciones neutras, básicas y ácidas, como se puede observar en la imagen 2.

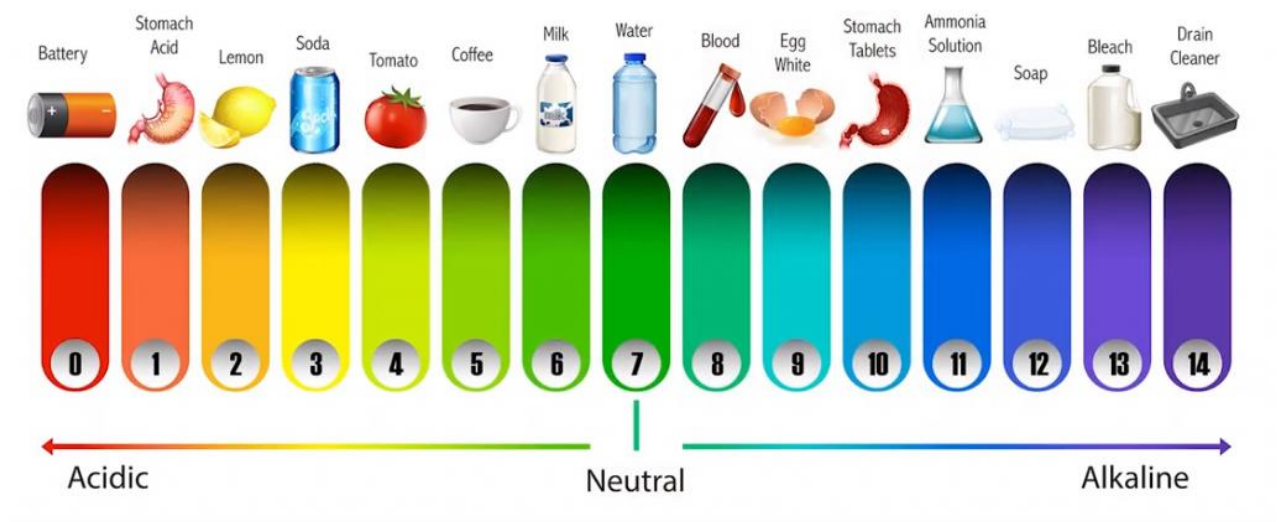


Imagen 2. Rango de pH de distintas sustancias

Las antocianinas son moléculas orgánicas hidrosolubles que se encuentran en las vacuolas de las células vegetales y que aportan el color rojo, púrpura o azul a hojas, flores o frutos.



Imagen 3. Frutas y vegetales con antocianinas

Estas moléculas poseen funciones muy diversas en las plantas:

1. En tejidos fotosintéticos, como las hojas y tallos, ofrecen protección frente a la luz ultravioleta, gracias a su capacidad de absorción de estas longitudes de onda.
2. En las flores, la llamativa coloración aportada por estas moléculas conlleva la atracción de insectos polinizadores.
3. En los frutos, sus colores presentan una llamada de atención a los animales, para favorecer la dispersión de las semillas.
4. En los frutos, además, pueden impedir la congelación, como en el caso de las uvas.
5. En los árboles con coloración roja, a las antocianinas se les atribuye una función de camuflaje frente a herbívoros que se sienten atraídos por el color verde, pasando el rojo desapercibido.

Las antocianinas están ampliamente presentes en la naturaleza. Podemos encontrarlas en frutos (moras, zarzamoras, frambuesas, fresas, arándanos, saúcos, grosellas, cerezas, ciruelas, uvas negras o manzanas rojas), en flores y hojas de muchísimas plantas y en tubérculos y hortalizas (remolacha y col lombarda, entre otros).

Las antocianinas son sustancias antioxidantes, por lo que se les atribuye una cierta actividad anticancerígena, y beneficios en las funciones cerebral y cardíaca.

Su estructura general es una molécula de antocianidina, unida a un azúcar por un enlace glucosídico, como se puede observar en la imagen 4. En función del tipo de sustituyente (R_1 , R_2 ,... y R_7) podemos obtener distintos tipos de antocianinas, como son la cianidina, aurantinidina, luteolinidina, malvidina, entre otros (ver imagen 5).

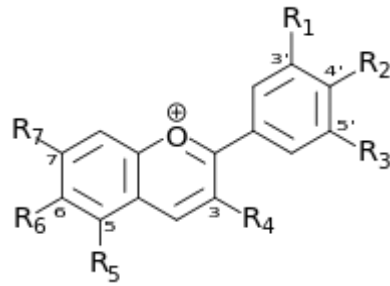


Imagen 4. Estructura general de las antocianinas

Antocianidina	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
Aurantidina	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-OH	-OH
Capensidina	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-H	-OH
Cianidina	-OH	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Delfinidina	-OH	-OH	-OH	-OH	-OH	-H	-OH
Europinidina	-OCH ₃	-OH	-OH	-OH	-OCH ₃	-H	-OH
Luteolinidina	-OH	-OH	-H	-H	-OH	-H	-OH
Pelargonidina	-H	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Malvidina	-OCH ₃	-OH	-OCH ₃	-OH	-OH	-H	-OH
Peonidina	-OCH ₃	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OH
Petunidina	-OH	-OH	-OCH ₃	-OH	-OH	-H	-OH
Rosinidina	-OCH ₃	-OH	-H	-OH	-OH	-H	-OCH ₃

Imagen 5. Distintos tipos de antocianinas y sus sustituyentes

Las antocianinas son moléculas que modifican su estructura en función de la cantidad de protones presentes en la disolución. Al cambiar su estructura también lo hace su color,

mostrando una amplia gama de tonos desde el rojo, pasando por el violeta o el azul e incluso el amarillo

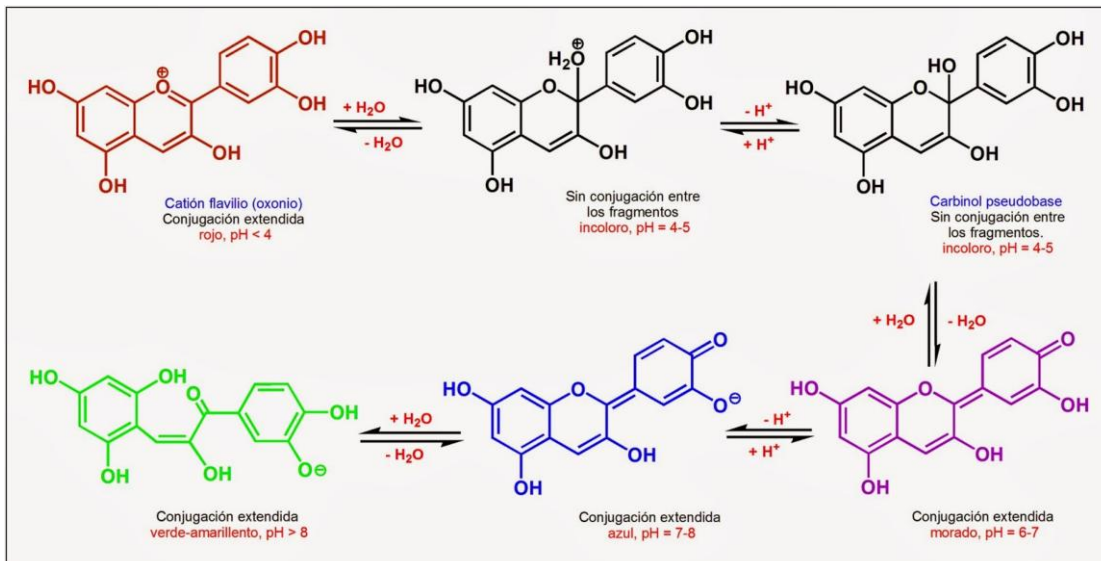


Imagen 6. Cambios estructurales en función del pH para la cianidina

En particular, en la col lombarda (Imagen 7) se han identificado 36 antocianinas diferentes, muchas de ellas son glucósidos de la cianidina (cianidin-3-O-glucósido, cianidin-3,5-O-diglucósido, cianidinsoforósido-glucósidos y muchos otros (Imagen 8).



Imagen 7. Col lombarda

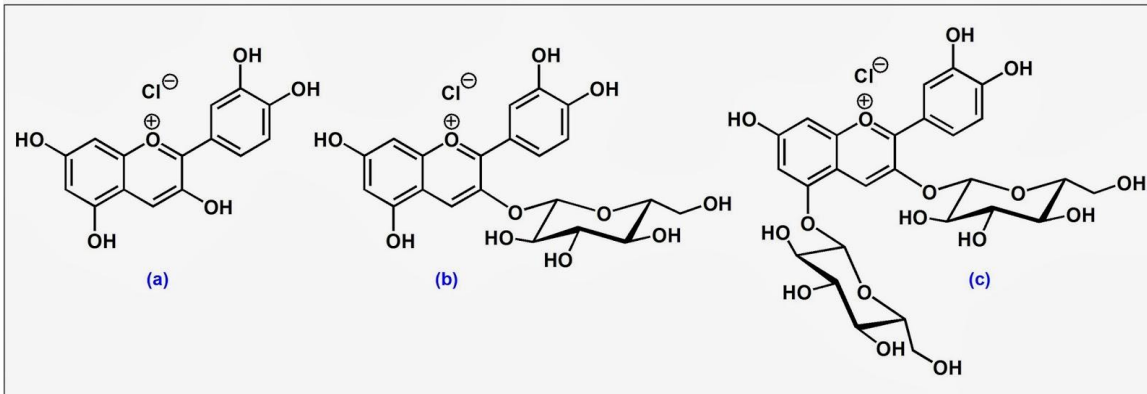


Imagen 8. Principales antocianinas presentes en la col lombarda. a) cianidina; b) crisantemina; c) cianidin-3,5-O-glucósido.

Los colores que se obtienen para disoluciones de distintos pH varían del rojo al amarillo pasando por el rosa, púrpura, azul y verde (ver Imagen 9).



Imagen 9. Variedad de colores del extracto de col lombarda con el pH

Esta diversidad de colores permiten determinar el pH de diversas sustancias incoloras. En nuestro hogar podemos encontrar una amplia variedad de soluciones con pH muy diversos:

- Salfumán (pH 2)
- Zumo de limón (3)
- Vinagre (4)
- Agua (7)
- Bicarbonato (8)
- Amoniaco (9)
- Sosa cáustica (10)

Podemos ver la coloración que presenta la col lombarda en cada una de ellas en la imagen 10, de izquierda a derecha.



Imagen 10. Coloración de la col lombarda en distintas soluciones

Para saber más:

Las **hortensias** (*Hydrangea*) son, habitualmente, arbustos de entre 1 a 3 metros de altura. Producen inflorescencias desde el inicio de la primavera hasta finales de otoño. Sus flores pueden ser rosas, blancas o azules, dependiendo del pH del suelo y la presencia y movilización, o no, de sales solubles de aluminio (Al^{3+}).



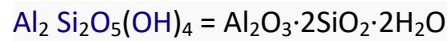
Imagen 11. Hortensias de distintos colores

Las hortensias florecen con un color azulado cuando el pH del suelo es ácido (4,5-5), rosado en pHs más altos (6-6,5), mientras que las flores de color blanco aparecen en pHs en torno a 8.



Imagen 12. Coloración de las hortensias en función del pH del suelo

Los suelos arcillosos contienen minerales de la familia de los filosilicatos de aluminio hidratados, como la caolinita:



A pHs ácidos, estos minerales pueden liberar Al^{3+} , gracias a la formación de complejos catiónicos solubles en agua:

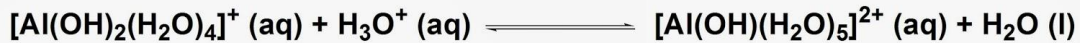


Imagen 13. Formación de complejos solubles a partir de filosilicatos en pH ácidos

De esta manera, llegaría aluminio a la flor de la hortensia, donde está presente la antocianina **mirtalina** (delfinidina-3-O-glucósido). La mirtalina en estado libre es rosa, mientras que si forma complejos con aluminio (Al^{3+}) es de color azul.

Así pues, el color de las hortensias puede ser modificado alterando el pH del suelo, siempre y cuando haya cationes Al^{3+} . Para transformar hortensias azules (pH ácido y aluminio complejando la mirtalina) en rosas, es preciso alcalinizar el suelo, normalmente empleando cal. De este modo se inmoviliza el aluminio y la mirtalina quedará libre (rosa). Para el caso contrario, se acidifica el suelo añadiendo sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$).