

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**Programa: Especialidad en Floricultura**

**Unidad de aprendizaje: Postcosecha de Ornamentales**

**SENESCENCIA, ACCIÓN DEL ETILENO Y CONSERVACIÓN DE FLORES  
CORTADAS**

**Elaboró: Dr. Pedro Saldívar Iglesias**

**Campus Universitario El Cerrillo, julio de 2017**

## **SENESCENCIA, ACCIÓN DEL ETILENO Y CONSERVACIÓN DE FLORES CORTADAS**

### **Senescencia**

La senescencia de las flores cortadas comprende un conjunto de procesos fisiológicos de carácter irreversible que llevan a las flores a la marchitez y finalmente a la muerte. Se puede decir que la senescencia de las flores cortadas se caracteriza por: 1) un descenso de peso fresco; 2) disminución de las reservas de azúcares, metabolizados en el proceso de respiración; y 3) incremento en la producción de etileno (Abril-Requena, 1991).

El primer factor se caracteriza por la incapacidad de los tejidos de absorber y retener agua, esto se debe a la obstrucción del xilema producida por el aumento bacterias presentes en el agua, así como a la formación de burbujas de aire dentro de los vasos del xilema. La presencia de azúcar depende de diversos factores, está relacionada con la cantidad almacenada en el tallo y la velocidad de respiración del órgano, pero se ha visto que la flor cortada agota rápidamente las reservas de hidratos de carbono. Por otro lado, y de manera natural, se inicia la biosíntesis de etileno, misma que se potencializa por la polinización o la exposición exógena, generando procesos de desorganización a nivel celular (Abril-Requena, 1991).

La senescencia de la flor se acelera cuando se separa de la planta, lo que determina que en pocos días la flor pierda su valor comercial. Por otro lado, se considera como longevidad de la flor, el tiempo que ésta conserva sus cualidades decorativas, es decir, el tiempo que tardan en aparecer claros síntomas de marchitez (de la Riva-Morales, 2011).

El proceso de senescencia está programado genéticamente y controlado por la hormona etileno. Al inicio de la senescencia en determinadas especies de flor cortada se presenta un ligero aumento de peso después de la recolección, que posteriormente desciende. Los primeros síntomas de envejecimiento se detectan cuando se inicia la producción de etileno, lo que coincide con el descenso de peso fresco (de la Riva-Morales, 2011).

La producción de etileno es autocatalítica, lo que significa que el etileno producido estimula su propia síntesis, lo cual hace aumentar bruscamente su tasa de producción, hasta alcanzar un máximo, que seguidamente desciende en los dos últimos días de la senescencia (de la Riva-Morales, 2011).

Debido a la importancia del etileno en la senescencia de las flores, se han realizado numerosos estudios utilizando inhibidores de las enzimas clave implicadas en la biosíntesis o en la acción de esta hormona (ACC sintetasa y ACC oxidasa) (de la Riva-Morales, 2011).

Para bloquear la síntesis de etileno se han utilizado diversos compuestos que actúan sobre las enzimas implicadas en la biosíntesis de esta hormona o sobre el receptor responsable, tras la unión con el etileno, de su acción fisiológica (de la Riva-Morales, 2011).

### **Acción del etileno en flores**

El etileno estimula la expresión de genes que codifican las enzimas relacionadas con los cambios durante la maduración y/o senescencia.

El etileno, es una hormona gaseosa producida por todos los órganos de la planta, y es sintetizada por las flores en su proceso de maduración. El etileno en la atmosfera puede originarse de fuentes naturales como plantas, de emanaciones de fruta, hortalizas y microorganismos, o puede derivarse de instalaciones industriales así como de la combustión de gasolina, propano, madera y tabaco entre otros (Figueroa-Cares, s/f; Verdugo *et al.*, 2003).

Entre los reguladores del desarrollo, el etileno es la molécula más simple y sus efectos en las plantas se desencadenan a bajas concentraciones, afectando todas las etapas del desarrollo; desde la germinación de las semillas hasta la maduración de los órganos y su senescencia (Figueroa-Cares, s/f).

El conocimiento del mecanismo de acción del etileno ha permitido generar diferentes tecnologías y procedimientos para disminuir sus efectos negativos, incluyendo refrigeración, uso de atmosferas modificadas y controladas, aplicación de calcio; pero se ha visto que los retardantes de la madurez han mostrado mayor eficiencia en el control de la maduración y senescencia de frutos, hortalizas y flores (Arora, *et al.*, 2008) citados por Balaguera-López *et al.*, 2014.

El etileno es la hormona principal que regula el proceso de senectud de las flores. La polinización desencadena la liberación de etileno y este conduce al marchitamiento de la flor. En un ambiente normal, no contaminado, las concentraciones de etileno varían de 0.003 a 0.005  $\mu\text{l}$  por litro de aire (Figueroa-Cares (s/f).

### **Biosíntesis del etileno**

El etileno se sintetiza a partir del aminoácido metionina, primero se da la conversión a S-adenosil-L-metionina (SAM) catalizada por la SAM sintetasa, de SAM se da el cambio a 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico (ACC) mediado por la ACC sintetasa y finalmente se forma etileno por la acción de la ACC oxidasa (Balanguera-López, 2014; Figueroa-Cares, s/f).

El etileno para actuar debe unirse a un sitio aceptor que puede encontrarse en la membranas y contiene  $\text{Cu}^+$ , entre los compuestos bloqueadores del sitio receptor se encuentran los Quelatos de Cobre (Figueroa-Cares s/f).

## Sensibilidad de las flores al etileno

Dependiendo de la especie, las flores cortadas presentan diferentes niveles de sensibilidad al etileno. Entre los síntomas que pueden presentar las flores afectadas por etileno se encuentra la abscisión de las hojas y flores, aborto floral y epinastia; además a medida que avanza la senescencia, se incrementa la sensibilidad.

Especies altamente sensibles	Especies relativamente sensibles
<i>Alstroemeria</i> híbridos	<i>Allium</i> spp e híbridos
<i>Amtirrhinum majus</i>	<i>Chrysanthemum</i> spp
<i>Aster</i> híbridos	<i>Gerbera jamesonii</i>
<i>Dahlia</i> híbridos	<i>Gladiolus</i> híbridos
<i>Dianthus caryophyllus</i>	<i>Hyacinthus orientalis</i>
<i>Eustoma grandiflorum</i>	<i>Liatris spicata</i>
<i>Freesia</i> híbridos	<i>Matthiola incana</i>
<i>Gypsophila paniculada</i>	<i>Paeonia</i> híbridos
<i>Iris</i> híbridos	<i>Protea</i> sp ( y otras especies relacionadas)
<i>Lilium</i> híbridos	<i>Ranunculus asiaticus</i>
<i>Limonium sinuatum</i>	<i>Sandersonia aurantica</i>
<i>Narcissus</i> híbridos	<i>Strelitzia reginae</i>
Orquídeas (varias especies)	<i>Zantedeschia aethiopica</i>
Rosa híbridos	
<i>Zinnia elegans</i>	

Tomado de Figueroa-Cares, s/f.

## Control de la acción del etileno

Las sustancias capaces de controlar el efecto de la acción del etileno se pueden clasificar de la siguiente manera: a) inhibidores de la síntesis de etileno; b) inhibidores de la expresión genética del etileno y c) oxidantes del etileno.

### Aminoetoxi-vinil-glicina (AVG)

Inhibe la síntesis de etileno, bloquea la acción de la ACC sintasa. La aplicación de AVG puede realizarse en pre y poscosecha, en flores retrasan la senescencia. El compuesto sólo inhibe la síntesis de etileno endógeno (Balanguera-López, 2014).

### Ácido aminooxiacético (AOA)

El AOA inhibe la acción de la ACC sintasa y por lo tanto la formación de etileno endógeno, pero no la acción del etileno exógeno. Los efectos de la aplicación de AOA en flores son controversiales y dependen de la especie. Para asegurar la eficacia de este compuesto, es necesario manejarlo en soluciones con pH cercano a 3 y de preferencia adicionadas con glucosa (Balanguera-López, 2014).

## El 1-Metilciclopropeno

El 1-MCP (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>) actúa adhiriéndose a los receptores del etileno bloqueándolas señales, para la formación de etileno. Actúa a bajas concentraciones inhibiendo el proceso auto catalítico. Además disminuye la actividad de la clorofilasa, manteniendo por más tiempo el color de las hojas (Balanguera-López, 2014).

Es una olefina cíclica, a temperatura y presión estándar es un gas con un peso molecular de 54. El 1-MCP ocupa los receptores del etileno de manera irreversible, bloqueando la cascada de señales que conllevan a la expresión de genes relacionados con la respuesta a etileno. La afinidad del 1-MCP por los receptores es diez veces mayor a la del etileno y actúa a más bajas concentraciones, también regula la biosíntesis del etileno a través de la inhibición del proceso auto catalítico. El compuesto no es toxico, es inodoro, estable a temperatura ambiente, es de fácil aplicación y altamente eficaz para proteger a muchas especies agrícolas de la acción del etileno, incluyendo flores cortadas y plantas en maceta. La concentración de 1-MCP para bloquear la acción del etileno varía de acuerdo con la especie y la variedad, sin embargo, la más recomendada para productos de uso comercial (Ethylbloc® y <sup>TM</sup>SmartFresh) está entre 100 y 500 µL L<sup>-1</sup> (Balanguera-López, 2014).

## Sales de Plata

El ion plata (Ag<sup>2+</sup>) es un fuerte inhibidor de la acción del etileno, reemplaza al Cu presente en los receptores de etileno, en consecuencia se disminuyen los procesos de senescencia. Los primeros estudios se realizaron en flores de corte con nitrato de plata (AgNO<sub>3</sub>), sin embargo se encontró que este compuesto es tóxico en aplicaciones al follaje y su translocación en planta es lenta. El tiosulfato de plata STS (Ag(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub><sup>3-</sup>) es más eficiente, no es fitotóxico y su movilidad en los tejidos de la planta es mayor. El STS se ha utilizado en poscosecha de flores de corte y orquídeas debido a su eficacia para disminuir la senescencia y prolongar la vida de florero (Balanguera-López, 2014).

El tiosulfato de plata es ampliamente utilizado como solución de hidratación para prolonga la vida de florero y disminuir la senescencia, en el mercado se comercializa con los nombres de *Chryzal AVB*, *Floríssima 125* y *Florissant 100*. En algunos países su uso está restringido a plantas en maceta, debido a sus efectos tóxicos al ambiente y a la contaminación de los cuerpos de agua subterránea (Balanguera-López, 2014).

## Permanganato de potasio

El KMnO<sub>4</sub> es un compuesto fuertemente oxidante para el etileno, con lo cual disminuye sus niveles en la atmosfera, su uso ha dado buenos resultados en frutos climatéricos. Para hacer eficiente la acción del permanganato, es necesario fijarlo en vehículos porosos como vermiculita, perlita o similares (Balanguera-López, 2014).

Según Figueroa-Cares (s/f), el etileno puede ser controlado en producciones de flores cortadas mediante los siguientes métodos:

1. Proteger a las plantas de daños por insectos y enfermedades
2. Evitar la polinización por insectos

3. Controlar los daños mecánicos a las flores durante la cosecha, clasificación y empaque
4. Cosechar las flores en el estado óptimo de desarrollo del botón floral
5. Mantener una adecuada sanidad en invernaderos y demás instalaciones donde se manipulan flores ya cortadas
6. Reducir la temperatura de las flores inmediatamente después de cosecharlas
7. Evitar el almacenamiento de flores por largo tiempo junto a frutos y hortalizas
8. Evitar almacenar flores en botón junto a flores completamente abiertas
9. Eliminar equipos de combustión en invernaderos e instalaciones
10. Mantener una ventilación adecuada en todas las instalaciones

A nivel comercial se ha incrementado el uso de adsorbentes de etileno, como el permanganato de potasio, el cual se comercializa en forma de pellets impregnados con esta sustancia. Para que sean eficientes, deben ser colocados en el circuito de ventilación del lugar de almacenaje para que el aire conteniendo etileno pase a través del permanganato, quedando retenido en él (Figueroa-Cares, s/f).

Es importante tener en cuenta que el primer factor que determina la duración de una flor cortada es su estado de desarrollo y calidad al momento de ser cosechada, ya que sólo se puede mantener su calidad pero no mejorarla una vez separada de la planta. En una flor cosechada en forma tardía cuya senescencia ya ha comenzado, es imposible revertir el proceso (Figueroa-Cares, s/f).

En el comercio existen diversos productos con efecto anti-etilénicos: algunos a base de tiosulfato de plata (STS), como Chrysal AVB, Florissima 125 y Florissant 100 y otro con impacto ambiental menos negativo. Entre ellos se encuentra los productos derivados del ácido aminooxiacético (AOA) como Chrysal EVB y Florissima 135, además del 1-metil ciclopropano (1-MCP) (López *et al.*, 2008).

El AOA es un potente inhibidor de la enzima ACC sintasa y por lo tanto, bloquea la conversión de la S-adenosilmetionina (SAM) en ácido 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC). Los compuestos a base del AOA mantienen una longevidad floral menor a los tratamientos a base STS y esto se debe a que el AOA inhibe la síntesis de etileno, pero no impide el efecto del etileno proveniente de otras fuentes (López *et al.*, 2008).

### **Conservación de la flor cortada**

Para aumentar la longevidad de la flor cortada, además de inhibir la biosíntesis de etileno, es necesario mantener un aporte de agua adecuado a la flor, por lo que la disolución conservante debe tener compuestos que impidan la proliferación de microorganismos, que eventualmente, taponarían los vasos conductores, así como aportar a la flor una fuente nutritiva que satisfaga sus necesidades metabólicas (de la Riva-Morales, 2011).

La adición de azúcar al agua de florero no sólo prolonga la vida de la flor sino que también promueve su apertura. Asimismo, la expresión del color de la flor es incrementada con el tratamiento de azúcar en algunas flores como claveles, rosas y Lisianthus (de la Riva-Morales, 2011).

Sin embargo, la solución nutritiva por sí sola, no consigue eliminar totalmente la contaminación microbiana, lo que constituye un problema durante la manipulación, comercialización y mantenimiento posterior de las flores en casa del consumidor. Para eliminar este problema se han ensayado diferentes compuestos germicidas, encontrando que los amonios cuaternarios eran los que presentaban mejores resultados.

El objetivo de utilizar soluciones de preservación es prolongar la vida de la flor cortada, primeramente adicionando al agua productos que eviten el desarrollo de bacterias que obstruyen el xilema y eliminar los trombos producidos por la entrada de aire después del corte. La solución de conservación debe ser adicionada con sacarosa para mantener el metabolismo de la flor cortada y utilizar sales de plata para limitar o bloquear la acción del etileno (Abril-Requena, 1991).

## Referencias

- Abril-Requena, José. 1991. La postcosecha de flor cortada. Utilización de soluciones de conservación. Hortofruticultura 9:74-77.
- Balanguera-López, Helber Enrique; Salamanca-Gutiérrez, Fredy Alexander; Camilo-García, Juan; Herrera-Arévalo, Aníbal. 2014. Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una Revisión. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas 8(2):302-313.
- De la Riva-Morales, Fernando. 2011. Poscosecha de flores de corte y medio ambiente. Revista IDESIA 29 (3):125-130.
- Figueroa-Cares, Inés. s/f. Importancia del etileno en la postcosecha de flores. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/67276334/etileno-y-Postcosecha-de-flores>. Consultado el 10 de enero de 2017
- López, Paola; Neisa, Diana Patricia; Bacca, Cecilia y Víctor Julio Flórez. 2008. Evaluación de preservantes florales en la poscosecha de tres variedades de clavel estándar. Agronomía Colombiana 26(1):116-126.
- Verdugo, G.; Araneda, L. y M.O. Riffo. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. Ciencia e Investigación Agraria 30(2):89-95.
-