



**Fabián Guillén**

Profesor Titular.  
Área Tecnología de  
Alimentos. Escuela  
Politécnica Superior de  
Orihuela. Universidad  
Miguel Hernández  
fabian.guillen@umh.es



# 1-MCP como estrategia de conservación

El 1-MCP está clasificado como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano, demostrando su efecto al retrasar la senescencia natural. El producto se ha comercializado, bajo el nombre “Ethylblock™” para flores y “Smartfresh™” para frutos y hortalizas.



El etileno es una hormona vegetal que afecta al desarrollo de distintos procesos como son la maduración y senescencia de tejidos vegetales en productos hortofrutícolas y ornamentales. El descubrimiento y posterior comercialización del 1-metilciclopropeno (1-MCP) ha puesto de manifiesto tanto su potente actividad como inhibidor de la acción del etileno, como su capacidad de mantener la calidad general en post-recolección de muchos productos vegetales.

El 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de

USA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano. Los primeros trabajos y el desarrollo comercial del producto se realizaron en flores, demostrando su efecto al retrasar la senescencia natural. El producto se ha comercializado, bajo el nombre “Ethylblock™” para flores y “Smartfresh™” para frutos y hortalizas. En ambos casos, el tratamiento se basa en una aplicación gaseosa del producto en una cámara cerrada. Más recientemente, se registró en el año 2007 con el nombre de “Harvista™”, un producto constituido por 1-MCP

**El 1-MCP fue probado inicialmente con flores.**

pero que posiblemente permitirá su tratamiento en pre-cosecha en el futuro.

### Efecto del 1-MCP en frutas y hortalizas

El efecto general del 1-MCP en los productos hortofrutícolas es el de detener o retrasar la maduración de éstos. Sin embargo la acción buscada de este compuesto sobre hortalizas como el brócoli,

**Tabla 1:**

**Efecto del 1-MCP sobre el metabolismo del fruto y la calidad organoléptica.**

Efecto del 1-MCP sobre la calidad organoléptica y metabolismo del fruto		
Fruto	El 1-MCP reduce o retrasa:	No afecta el 1-MCP
Manzana Albaricoque Ciruela Tomate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez, cambios de color, y producción de aromas. Asimismo retrasa las pérdidas de peso en Albaricoque, ciruela y tomate.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en diferentes variedades.
Plátano Mango	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez en plátano, cambios de color, y producción de aromas.	Sólidos solubles en ambos frutos y acidez titulable en mango.
Melocotón Nectarina	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, pérdida de acidez.	Respiración en algunas variedades de Nectarina. Pérdida de acidez en variedades de melocotón poco ácidas.
Pera Kiwi Aguacate	Producción de etileno, respiración, ablandamiento, cambios de color.	Contenido en sólidos solubles y acidez titulable en Pera y Kiwi.
Caqui Fresa	Producción de etileno, ablandamiento, cambios de color. Sólidos solubles en fresas.	Podredumbres y respiración en ambos frutos. Sólidos solubles en caqui.
<b>Hortalizas</b>	<b>El 1-MCP reduce o retrasa:</b>	
Pimiento	Ablandamiento, cambios de color.	
Brócoli	Respiración, ataque fúngico pérdida de ácido ascórbico.	

o la lechuga, así como en algunas frutas no climatéricas, cuya maduración o senescencia no está influenciada por el etileno, sería la detención de la senescencia. Este proceso conllevaría la aparición de alteraciones en el producto como amarillamientos, etc. que inciden en una pérdida de valor del producto. Para las frutas climatéricas cuya maduración es etileno dependiente, el éxito de este compuesto se basaría en retrasar la maduración más que detenerla. En la Tabla 1 podemos observar diferentes efectos producidos por el 1-MCP en diferentes productos hortofrutícolas (más información en [www.hort.cornell.edu/department/faculty/watkins/ethylene](http://www.hort.cornell.edu/department/faculty/watkins/ethylene)).

Con respecto a la **calidad organoléptica** del fruto, en la mayoría de los productos estudiados, el efecto del 1-MCP está muy determinado por la variedad sobre la que se aplica. El 1-MCP es capaz de disminuir o retrasar la producción de etileno y CO<sub>2</sub> en la mayoría de los frutos climatéricos estudiados, así como de mantener mayores niveles de firmeza a la largo de la conservación post-recolección. Este hecho va a incidir directamente sobre la resistencia a los daños mecánicos que el fruto sufre durante la manipulación y almacenamiento del fruto y sobre la aceptación del consumidor. Por otro lado, de forma general ha mostrado ser efectivo en retrasar e incluso detener los cambios de color en la mayor parte de frutos climatéricos y no climatéricos (Watkins, 2008).

**Tabla 2:**

**Efecto del 1-MCP sobre la calidad nutritiva y los compuestos bioactivos.**

↑: Aumenta ↓: Disminuye ↔: No afecta

Producto	Efecto del 1-MCP sobre la calidad nutritiva
Manzana	↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble y el contenido en compuestos fenólicos en la piel, flavonoides y ácido clorogénico. (cv. Empire). ↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble. ↔ Contenido en flavonoides y antocianinas (cv. Red Delicious). ↑ Contenido de vitamina C (cv. Golden Smoothie).
Melocotón	↑ Contenido en vitamina C (cv. Jiubao).
Piña	↑ Contenido en vitamina C (cv. Queen).
Fresa	↓ Contenido en polifenoles totales y antocianinas (cv. Everest).
Albaricoque	↑ Actividad antioxidante total hidrosoluble y carotenoides totales (cv. Búlida).
Pera	↓ Contenido en vitamina C (cv. Blanquilla).
Cereza	↔ Nivel de antocianinas y ácidos hidroxycinámicos (cv. Bing, cv. Rainier y cv. Lambert Compact).
Mango	↑ Contenido en vitamina C (cv. Zihua).
Membrillo	↑ Contenido en vitamina C (cv. Ekmek).
Tomate	↓ Contenido en licopeno, actividad antioxidante total hidrosoluble. ↑ Actividad antioxidante total liposoluble (cv. Raf y cv. De la Pera). ↑ Contenido de vitamina C (variedad sin mencionar). ↓ Contenido en licopeno (cv. Rapsodie).
Tomate Cherry	↑ Contenido en licopeno, y contenido en carotenoides totales (cv. Cerasiforme).
Lechuga	↑ Contenido en vitamina C (cv. Baby Butterhead).

Sin embargo el efecto sobre los sólidos solubles y la acidez varía mucho según el producto estudiado, si bien afecta directamente sobre el índice de madurez de los mismos, retrasando la maduración del

producto. El aroma de los productos hortofrutícolas puede estar afectado significativamente por el tratamiento con 1-MCP, pudiendo impactar sobre la aceptabilidad general del consumidor. Se ha observado

**Tabla 3:**

**Efecto del 1-MCP sobre desórdenes fisiológicos durante el almacenamiento.**

Efecto del 1-MCP sobre desórdenes fisiológicos		
Fruto	Disminuye	Aumenta
Manzana	Escaldado superficial, escaldado húmedo, corazón pardo, y pardeamiento interno.	Podredumbre amarga y contaminación fúngica en algunas variedades.
Albaricoque (cv. Canino)	Pardeamiento interno si el 1-MCP se aplica tras la conservación frigorífica.	Pardeamiento interno durante la conservación frigorífica.
Aguacate (cv. Haas)	Daños por frío.	Ataque fúngico y podredumbres.
Plátano (cv. Cavendish)	Expresión genes de defensa.	Daños por frío y podredumbres.
Mango (cv. Zihua)		Ataque fúngico.
Melón (cv. Solar King)	Daños por frío y salida de electrolitos.	
Nectarina		Pulpa harinosa, y con coloración rojiza.
Pera	Escaldadura superficial y daños por frío.	
Ciruela	Pardeamiento de la pulpa.	Coloración rojiza de la pulpa de algunas variedades.
Naranja	Ataque fúngico.	Daños por frío y podredumbres.
Piña	Daños por frío, amarilleamiento de la piel.	
Fresa	Incidencia microbiana.	Incidencia microbiana aplicando altas concentraciones de 1-MCP.
Lechuga	Coloración rosada.	

un retraso en la formación de distintos compuestos volátiles relacionados con el aroma particular del fruto similar al que ejerce el almacenamiento en atmósfera controlada. Este hecho podría ser crítico para aquellos productos y variedades donde el aroma es una característica esperada por el consumidor. Asimismo, el retraso en la formación de compuestos volátiles observado da lugar a que se alcancen los aromas correspondientes a fruta fresca cuando los frutos sin tratar ya han perdido estos aromas, los cuales han sido sustituidos por aromas correspondientes a frutos sobremaduros (Rizzolo, et al., 2009). El aroma a producto sobremaduro, desarrollaría un impacto negativo en la aceptación por parte del consumidor, siendo la inhibición de estos aromas deseable o cuando menos constituiría un parámetro menos importante que los niveles de



textura o el índice de madurez (Watkins, 2006).

Por otro lado, se han observado diferentes efectos del 1-MCP sobre la **calidad nutritiva** de los productos hortofrutícolas, si bien se sabe poco sobre el efecto del tratamiento con 1-MCP sobre este aspecto y los compuestos bioactivos de los productos hortofrutícolas. Los compuestos bioactivos, responden de forma diferente al tratamiento con 1-MCP según el producto implicado. Está bien documentado el hecho de que la mayor parte de los compuestos con propiedades antioxidantes se encuentran en la piel de los frutos. El 1-MCP fue capaz de mantener mayores propiedades antioxidantes

en la piel de manzanas así como de distintos compuestos bioactivos (Macleay et al., 2003; 2006), manifestando la posible acción de este compuesto sobre la calidad nutritiva de los productos. Otro compuesto que se ve afectado por el tratamiento con 1-MCP es el ácido ascórbico o vitamina C. En la mayoría de frutos estudiados tales como melocotón, piña o mango, el 1-MCP es capaz de mantener o mejorar los niveles de ácido ascórbico (Tabla 2), de igual modo que en tomate y lechuga, aunque encontramos el efecto contrario cuando se aplicó el tratamiento en pera (Larrigaudiere, et al., 2004). Parece estar muy relacionado el estado de madurez en el que se aplica el 1-MCP con el conte-

**El efecto general del 1-MCP en los productos hortofrutícolas es el de detener o retrasar la maduración de éstos**

nido en compuestos bioactivos que se alcanza conforme avanza la madurez del fruto, de modo que si un fruto se trata en un estado inmaduro, al retrasar o impedir la madurez, tampoco se van a desarrollar los pigmentos y compuestos responsables de las propiedades antioxidantes. Este sería el caso del tomate en el cual el retraso en la síntesis de carotenoides producida por el 1-MCP, revierte directamente en los compuestos bioactivos y por tanto en las propiedades derivadas de ellos (Watkins, 2008).

Otro aspecto importante, ha sido establecer el efecto que tiene el 1-MCP sobre distintas **alteraciones** que sufren los productos durante el almacenamiento. La diversidad que tienen los distintos desórdenes fisiológicos en los productos hortofrutícolas es amplia, y abarca desde alteraciones asociadas a la senescencia hasta las que están relacionadas con respuestas específicas al estrés (Tabla 3). Este estrés puede ser producido por bajas temperaturas de conservación o la exposición del producto a diferentes atmósferas de almacenamiento. Además, muchas de estas al-

teraciones constituyen la vía de desarrollo de la contaminación microbiana. Por tanto no es de extrañar que el 1-MCP produzca distintos efectos en la expresión de estos desórdenes dada su acción tanto sobre la

**El 1-MCP es capaz de disminuir o retrasar la producción de etileno y CO<sub>2</sub> en la mayoría de los frutos climatéricos estudiados, así como de mantener mayores niveles de firmeza a la largo de la conservación post-recolección**

maduración como sobre la senescencia del producto.

El 1-MCP, sin lugar a dudas, muestra un efecto beneficioso sobre aquellas alteraciones en las cuales el etileno es el factor desencadenante del desorden fisiológico, o cuando la alteración es provocada por la maduración o senescencia del producto. Sin embargo, de igual forma, el 1-MCP puede incrementar la incidencia del daño, cuando la susceptibilidad a este se acentúa por la inhibición o retraso de la maduración.

Una parte de los daños por frío que sufren los productos hortofrutícolas parecen estar asociados con la producción de etileno y por tanto estos daños se inhibirían por la acción del 1-MCP. Este sería el caso del escaldado superficial en manzanas y peras, o el pardeamiento interno que sufre el aguacate (Watkins, 2007). Sin embargo el pardeamiento interno, y el desarrollo de coloraciones rojizas en la pulpa de albaricoques, melocotones o algunas variedad de ciruela entre otros, aumentaron de forma significativa durante el almacenamiento en frío si fueron trata-

**EL FUTURO HA LLEGADO**

GREEFA ORGULLOSAMENTE PRESENTA  
**GEOSORTIII**

CLASIFICACIÓN RÁPIDA,  
EFICIENTE Y CUIDADOSA  
DE FRUTAS DELICADAS

CON:  
\* ALTA CAPACIDAD  
\* ILUMINACIÓN LED  
\* IQSIII - CALIDAD EXTERNA  
\* MANTO GREEFA

**GREEFA**  
WWW.GREEFA.COM



**El 1-MCP puede reducir la senescencia, la abscisión, la apertura de la flor en el tiempo, y amplía la vida comercial de la planta.**

**Efecto de la dosis y del tiempo de exposición del 1-MCP sobre tomates 'Raf' tras 7 días de conservación a 10°C más 4 días de almacenamiento posterior a 20°C**



dos con 1-MCP. De este modo, aunque la base fisiológica por la cual se incrementa la sensibilidad al daño por frío no es conocida, sí se ha demostrado que una cierta cantidad de etileno sería necesaria para aliviar la incidencia de estos daños asociados a la inmadurez del producto (Jiang et al., 2001; Marcos et al., 2005).

Las atmósferas enriquecidas en CO<sub>2</sub> y utilizadas en la conservación de distintos frutos son capaces de producir escal-

dados superficiales. La incidencia a sufrir este desorden fisiológico se incrementa cuando los frutos han sido tratados con 1-MCP, pues este tratamiento retrasaría la adaptación a las nuevas condiciones de almacenamiento y con ello aumentaría la susceptibilidad a sufrir el daño superficial durante el tiempo de conservación. Además, la incidencia microbiana puede encontrarse afectada por la aplicación del 1-MCP. Son muchos los casos, donde el tratamiento con 1-MCP disminuye la incidencia microbiana pues provoca unos mayores niveles de firmeza así como de la integridad de la piel, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos. Sin embargo también puede provocar un aumento de la incidencia microbiana, ya que el 1-MCP disminuye la expresión de muchos genes de defensa del producto al estar estos regulados por él. Éste sería el caso de productos como la fresa y el aguacate, los cuales sufren una mayor incidencia de contaminación microbiana cuando estos frutos se trataron con 1-MCP (Jiang et al., 2001; Adkins et al., 2005). Sin embargo otras alteraciones causadas por la producción de etileno como son la coloración rosada en la costilla de las lechugas o el aumento del amargor en las zanahorias son minimizadas por el tratamiento con 1-MCP antes del posterior almacenamiento (Watkins, 2007).

A continuación sería importante destacar los distintos **factores que pueden influenciar en los efectos del 1-MCP**. Entre estas variables destacan la temperatura, la dosis y duración del tratamiento, el estado de maduración del fruto, la forma de recolección y el tiempo transcurrido entre la recolección y el tratamiento. Cada una de estas variables es independiente del producto, variedad, etc., no existe un estándar de aplicación. Estas variables se comentan a continuación.

Así, la aplicación del 1-MCP en brócoli producía mejores resultados a 20°C que a 5°C, pero se daba efecto inhibitor de etileno exógeno en ambos casos. Sin embargo, en diferentes variedades de ciruelas el tratamiento a 1°C fue altamente eficaz en inhibir el etileno y retrasar los cambios relacionados con la maduración (Valero et al., 2003; Martínez-Romero et al., 2003). Por otro lado, las concentraciones efectivas varían, dependiendo del producto vegetal, según el tiempo de aplicación, la temperatura y del estado de maduración. En el caso del tomate se comprobó que la dosis de 0,5µl l-1 durante 24 horas era la mejor para retrasar la maduración (Guillén et al., 2007). El estado de desarrollo del fruto es necesario tenerlo en cuenta ya que tiene una gran influencia en el efecto del 1-MCP. La fruta tratada en un estado inmaduro no suele llegar a madurar de la misma manera que si se hubiera tratado en un estado de madurez más avanzado. De hecho, se pueden conseguir productos de mayor calidad para el consumidor si estos han sido tratados cuando hayan alcanzado todo su sabor y aroma (Guillen et al., 2006).

La importancia del tiempo transcurrido desde la recolección hasta el tratamiento con 1-MCP varía según el cultivo. Generalmente, el tiempo transcurrido desde la recolección, debe de ser el mínimo para conseguir la máxima efectividad. Asimismo, unas buenas prácticas de manipulación de los frutos en la recolección podrían ser claves para el éxito del tratamiento con 1-MCP (Watkins, 2006).

La aplicación múltiple de 1-MCP podría ser aconsejable. En el caso del tomate se ha indicado que la aplicación múltiple resulta más efectiva que la aplicación simple (Mir et al., 2001). Sin embargo, aplicaciones múltiples de 1-MCP a brócoli no surtieron más efecto que una

**Son muchos los casos, donde el tratamiento con 1-MCP disminuye la incidencia microbiana pues provoca unos mayores niveles de firmeza así como de la integridad de la piel, favoreciendo la resistencia a sufrir daños mecánicos**

sola aplicación (Able et al., 2002). A su vez, se aconseja que la duración del tratamiento sea entre 12 y 24 horas, lo cual sería suficiente para generar una respuesta de inhibición completa. Además, se ha observado una relación inversamente proporcional, entre la duración del tratamiento y la dosis necesaria para conseguir el efecto (Ku y Wills, 1999; Jiang et al., 1999).

### El 1-MCP en plantas ornamentales

Las flores, al igual que los productos hortofrutícolas también están clasificados en climatéricas o no climatéricas dependiendo de si su senescencia está o no relacionada con la producción de etileno. Los primeros estudios del 1-MCP se realizaron sobre flores donde se cosecharon los primeros éxitos de este tratamiento. Los principales efectos que exhibe este compuesto se basan en el retraso de los procesos de deshidratación y abscisión que sufren las distintas partes de la plan-

El 1-MCP muestra un efecto beneficioso sobre aquellas alteraciones en las cuales el etileno es el factor desencadenante del desorden fisiológico, o cuando la alteración es provocada por la maduración o senescencia del producto

ta conforme avanza su senescencia. Aunque el efecto del 1-MCP no ha resultado exitoso en todas las especies, es capaz de retrasar la caída de corolas, pétalos e inflorescencias, así como de alargar la vida de una amplia mayoría de flores cortadas. Aunque una de las flores sobre las que la mayor cantidad de estudios se han realizado son los claveles, el 1-MCP ha resultado ser efectivo en una amplia variedad de flor cortada que van desde el clavel a la orquídea pasando por rosas, lirios. También ha demostrado su efecto positivo en alargar la vida de flores cultivadas en maceta, como la begonia, el geranio o el calanchoe (Blankenship y Dole, 2003).



## RENTABILIDAD BAJO CONTROL



**ACTIVA**  
Fertiriego  
Programador

**MERIDIAN**  
Fertiriego  
Controlador

**SUPRA**  
Fertiriego  
Hidrocomputador

**NUTRICOMPACT**  
Fertiriego  
Inyección de Abonos

**Gestión Integrada del Riego,  
Fertirrigación, Clima y Comunicaciones**

Fertiriego Consorcio S.L.  
C/ El Carmen, 71, Bajo • 03550 San Juan (Alicante) SPAIN  
Tel. +34 965 94 35 00 • Fax +34 965 65 77 70  
e-mail: fertiriego@fertiriego.es / export@fertiriego.es

[www.fertiriego.es](http://www.fertiriego.es)



**Fotos de comercialización. En un caso "los graneles" de hortalizas sin empaquetar. El expositor de frutas envasadas está en frigorífico.**

No existe demasiada información sobre el efecto que tiene el 1-MCP sobre las alteraciones que sufren las flores durante el almacenamiento como por ejemplo los daños por frío. En distintas especies, el frío es capaz de producir la abscisión de hojas en las plantas. Este daño es ampliamente reducido por el 1-MCP. Ya que en distintas especies el etileno es capaz de amarillear las hojas o de producir clorosis, el tratamiento con 1-MCP ha mostrado su efectividad en la inhibición de estos desórdenes fisiológicos. Además, el 1-MCP es capaz de detener o retrasar pardeamientos producidos tanto en las flores como en los tallos de las plantas (Watkins, 2007). Asimismo, parece ser que más que inhibir la formación de aromas en las flores, lo que ocurre es que el 1-MCP retrasa la

formación de diferentes compuestos volátiles a la vez que retrasa el envejecimiento (Sexton, et al., 2005).

Existen diferentes factores que afectan al tratamiento con 1-MCP sobre plantas ornamentales. En muchos casos las plantas una vez tratadas, no necesitan a priori más aplicaciones, sin embargo un re-tratamiento no sería en ningún caso perjudicial sino todo lo contrario. Algunas plantas incluso podrían ser tratadas de forma continua al contar con flores en distintos estados de desarrollo las cuales van generando nuevos receptores diana del etileno, donde se uniría el 1-MCP y por tanto se bloquearía de nuevo la acción del etileno. En las flores, una pequeña cantidad de 1-MCP sería suficiente para inhibir la acción del etileno, si bien la temperatura a la cual se realiza el tratamiento es determinante. Si la temperatura de tratamiento fuera mayor de 13°C las necesidades de 1-MCP serían mayores para conseguir el mismo efecto aunque su almacenamiento posterior en frío si obtendría un resultado más positivo (Serek et al., 2006; Reid y Çelikel, 2008).

### Perspectivas comerciales del 1-MCP

La disponibilidad de información sobre las aplicaciones comerciales del 1-MCP es limitada y por tanto el potencial del 1-MCP en muchos casos es especulativo. A nivel mundial, los productos que parecen tener las mejores perspectivas son manzana, aguacate, melón, caqui, ciruela y tomate. En España, la aplicación y uso de 1-MCP está realizándose sobre tomate, caqui, ciruela, manzana y se encuentra en fase de registro para pera. Por otro lado, se prevé que el tratamiento con 1-MCP en pre-cosecha directamente en el árbol con "Harvista™" sería una realidad para el año 2015.

Con respecto a las plantas ornamentales, muchos países se están beneficiando de las ventajas del tratamiento con 1-MCP, sin embargo, el uso de esta tecnología no parece ser tan general como tal vez se cabía esperar en la industria floral. Este hecho podría ser debido a la naturaleza del principio activo, en forma de gas, que en la práctica podría generar alguna dificultad (Reid y Çelikel, 2008).

Por otro lado, la aplicación comercial de esta tecnología está muy relacionada con el costo de la aplicación en función de los beneficios del producto. De hecho, la relación costo/beneficio está afectada por muchos factores que engloban desde el efecto sobre el producto, hasta el impacto sobre la percepción por parte del consumidor. Por otro lado, la facilidad de incorporación del tratamiento en fases tales como la manipulación, almacenamiento y comercialización también resultaría importante para el éxito del este tratamiento. Del mismo modo, los productos tratados con 1-MCP pueden mostrar una competitividad clave, para acceder a mercados donde otras tecnologías no lo permitirían.

#### Para saber más...

Puede encontrar la bibliografía y las referencias de este artículo en [www.horticom.com?73117](http://www.horticom.com?73117)



**Los tempranos  
que Más y Mejor  
Producen**

**Bigres Bily  
Biray Bilbo**



[www.pepperstoday.com](http://www.pepperstoday.com)



**Passion for innovation**

Syngenta Seeds S.A.  
Hortícolas  
Zurgena, 4  
04738 Puebla de Vicar  
Almería, España  
Tel. +34 950 339 001  
Fax +34 950 554 140