

ETILENO Y MADURACIÓN DE MANZANAS

(Claudia Moggia & Marcia Pereira)

El etileno es uno de los hidrocarburos más simples, formado por dos átomos de carbono unidos por un doble enlace. Es producido en forma natural por todos los vegetales superiores, en los cuales se encuentra en estado gaseoso, bajo las condiciones normales de temperatura y presión. Otras fuentes no naturales de etileno son las emisiones proveniente de las fábricas y de los motores de combustión interna.

Pese a su simpleza química y a su condición de gas, el etileno es una de las hormonas vegetales más potentes. Por ello, las plantas reaccionan ante su presencia en el ambiente. Al interior de una planta o un fruto, los niveles de la hormona se incrementan como respuesta a cualquier situación de estrés, como daños mecánicos (machucones, heridas), enfermedades o plagas, altas temperaturas, déficit hídrico, etc.

Fisiológicamente, el etileno es clasificado como una hormona autocatalítica, es decir, es capaz de

Continúa en la página 2

CONTENIDOS

Etileno y Maduración de Manzanas

Editorial

Resúmenes de Investigaciones

Eventos

EDITORIAL

El Director del CP, José Antonio Yuri, permaneció por 3 semanas en Alemania (2-21.12.06), en el marco de un Proyecto Mecesus en Geomática. Durante la estadía, visitó diversos Institutos de las Universidades de Bonn, Munich y Hohenheim (Foto 1), además de algunos centros de investigación.



Foto 1. Drs. Josef Streif y Peter Braun, Estación Experimental de Bavendorf (izquierda); Dr. Hans-Peter Liebig, Rector de la Universidad de Hohenheim, junto al Dr. Jens Wünsche (derecha).

Los días 13 y 14.12, el CP dictó el "3er Curso de Cosecha y Postcosecha de Manzanas y Peras", evento financiado por el PTI-Corfo. La Subdirectora del CP, Claudia Moggia, expuso en el Seminario "Etileno: una visión actualizada para su control en cámaras de guarda", realizado en Curicó el 11.01.2007, el cual fue organizado por la FDF.

El 23 de Enero se realizó, en el marco del Proyecto Fondef, un Día de Campo en el Módulo de San Clemente, en donde se mostró el comportamiento de diversos clones de Gala. Asistieron cerca de 35 personas.



Foto 2. Asistentes al Día de Campo del Proyecto Fondef.

estimular su propia síntesis. Desde el punto de vista de la producción frutícola, destaca su rol de promotor de la maduración de frutos, siendo responsable, además, de la abscisión de hojas, flores y frutos.

En el caso de frutos climáctéricos como la manzana, durante su crecimiento en el árbol, la tasa respiratoria disminuye en la medida que éste se aproxima a su madurez fisiológica, llegando a un nivel conocido como mínimo preclimáctérico, que es coincidente con la máxima acumulación de reservas, para luego incrementarse cerca de la cosecha, dando inicio a la madurez de consumo (Figura 1). En este momento, la síntesis de etileno, baja durante la mayor parte del desarrollo del fruto, experimenta un incremento de gran magnitud, conocido como *peak* climáctérico y que inducirá una serie de cambios en la manzana que la harán atractiva en términos de su consumo (ablandamiento, pérdida de acidez y color verde de la piel, incremento en azúcares y desarrollo de aromas). Posteriormente, empieza la senescencia.

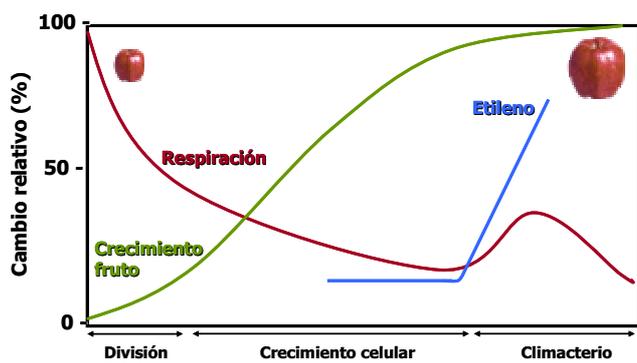


Figura 1. Tasa de respiración y niveles de etileno interno durante el crecimiento y maduración de manzanas.

Considerando lo anterior, se ha establecido que el momento óptimo de cosecha de manzanas para almacenaje prolongado es cuando el fruto se encuentra en su mínimo preclimáctérico.

El nivel de etileno de los frutos es fácilmente cuantificable mediante cromatografía gaseosa, pudiéndose determinar tanto concentración interna (ppm), así como tasa de producción o cantidad emitida durante un tiempo determinado ($\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$). Sin embargo, aún persiste el inconveniente del elevado costo del equipo necesario (cromatógrafo de

gases) y de personal calificado para su medición.

Se ha determinado que en manzanas, los niveles de etileno son bajos (0,04 ppm) durante el desarrollo del fruto en el árbol, para luego incrementarse a 0,5-1,0 ppm en el inicio del climacterio, llegando finalmente a su valor máximo en postcosecha, que puede superar las 100 ppm, dependiendo de la variedad. Por lo anterior, se ha considerado la posibilidad de su empleo como índice de madurez. La factibilidad de su medición, no obstante, se ha restringido a variedades cuyos niveles de etileno muestran un alza notoria durante el período de cosecha, como aquellas del Grupo Gala y Delicious (Figura 2). Por el contrario, en variedades como Fuji y Granny Smith, los niveles de etileno son bajos (menores a 1 $\mu\text{L}/\text{kg}\cdot\text{h}$) y no muestran un aumento significativo durante la cosecha (Figura 2). Para el cv. Delicious, se han desarrollado recomendaciones de almacenaje en función de los niveles de etileno interno a cosecha (Cuadro 1). Así, para almacenaje prolongado, la cosecha debiera iniciarse con valores de etileno entre 0,5 y 1,0 ppm. Otra variedad en la que el etileno serviría como guía para iniciar la cosecha es Pink Lady, cuyo metabolismo alto hace que pierda firmeza rápidamente en almacenaje.

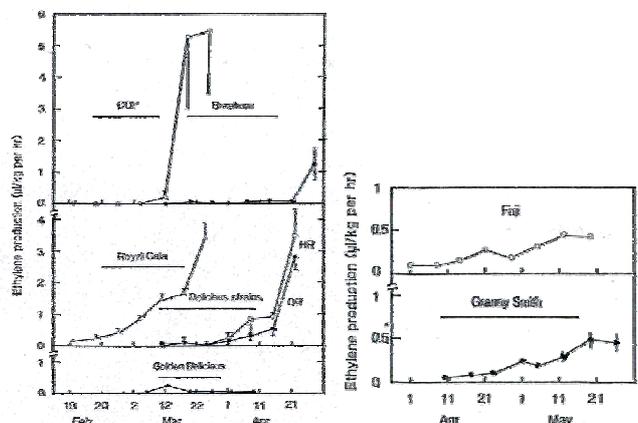


Figura 2. Producción de etileno de variedades de manzana de cosecha temprana y media (izquierda) y tardía (derecha). La línea horizontal muestra el período de cosecha comercial en 1986 (Watkins *et al.*, 1989).

Lamentablemente, no siempre la síntesis de etileno se acompaña de características deseables para el mercado, como un desarrollo óptimo de color, tal como se observa en Pink Lady (Figura 3). Este hecho obliga a retrasar la cosecha, con el consiguiente efecto en reducir la capacidad de guarda. Por ello, es importante

considerar que si la producción de etileno se alcanza antes que los restantes índices, la potencialidad de almacenaje será menor.

Nº Frutos	Etileno (ppm)	Acción sugerida
10 de 10	< 0.1	Retrasar cosecha
3 de 10	0.1 a 0.5	AC largo período
3 de 10	0.5 a 1.0	AC mediano período
3 de 10	1 a 5	AC corto período
3 de 10	5 a 10	FC hasta 4 meses
3 de 10	> 10	FC corto alm./ proc.

Cuadro 1. Niveles de etileno a cosecha para decisiones de almacenaje (Dilley, 1981).

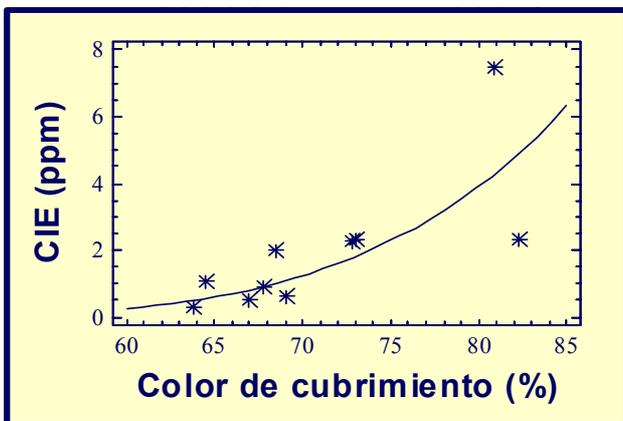


Figura 3. Asociación entre el contenido interno de etileno (CIE) y el color de cubrimiento (%) a cosecha en manzanas Pink Lady. (Fuente: Centro de Pomáceas).

En la postcosecha de frutos climactericos se busca reducir al máximo los niveles de etileno a los que esté expuesta la fruta, de modo de evitar cualquier estímulo sobre la maduración y así prolongar su almacenaje. Para esto se han desarrollado una serie de estrategias que se pueden agrupar en tres categorías: 1. evitar; 2. remover, 3. inhibir la síntesis y acción del etileno. En el primer caso se recomienda: el uso de grúas eléctricas; almacenar fruta en óptimas condiciones sanitarias y cosechar fruta en estado preclimacterico. Para su eliminación del ambiente, la alternativa más económica y sencilla es la ventilación, mediante el ingreso de aire externo (libre del gas). También se han desarrollado métodos de remoción, como catalizadores, cuya función es oxidar el gas a alta temperatura, dando como resultado CO_2 y agua; y absorbedores, en base a Permanganato de Potasio. Finalmente, el objetivo de inhibir la síntesis o acción

del etileno, se logra, en primer lugar, con la reducción de la temperatura y en mayor grado, con la disminución de los niveles de O_2 (idealmente bajo 1,5%), e incrementos en los de CO_2 (atmósfera controlada, AC). A este nivel, también existen compuestos químicos, como AVG (nombre comercial, ReTain™), o 1-metilciclopropeno (1-MCP, nombre comercial SmartFresh™). El primero deprime la síntesis, al evitar que se forme un compuesto precursor del etileno. No obstante, si la fruta es expuesta a fuentes externas de etileno, el estímulo de maduración prosigue normalmente. El segundo, en tanto, anula la acción o capacidad de las células de percibir el etileno y generar respuesta. Este último constituye una poderosa herramienta en postcosecha, puesto que los frutos no son capaces de responder a ninguna fuente de etileno, tanto externa como interna.

El manejo a elegir para controlar la producción de etileno, dependerá fundamentalmente de la variedad y del período de almacenaje esperado. Así, fruta con alto metabolismo (Gala), aún en AC presenta niveles de etileno altos, que promueven su maduración. Bajo esta condición, se precisa cosechar fruta con menos de 0,5 ppm de etileno interno, rápido enfriamiento y puesta en marcha de AC. Adicionalmente, se recomienda que los equipos de remoción estén funcionando desde el llenado de la cámara, de modo de mantener los niveles de etileno externo bajo 0,05 ppm, durante los primeros meses de almacenaje.

Por último, hay que señalar que si bien en postcosecha, se trata de reducir al máximo el contacto con etileno, este gas también es la forma que tiene el fruto de responder a condiciones de estrés y que su inhibición permanente y acentuada, puede provocar el desarrollo de alteraciones fisiológicas que afecten seriamente la calidad del producto final.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanpied, G. D. 1990. Low-ethylene CA storage for apples. Postharvest News and Information 1: 29-34.
- Little, C. y R. Holmes. 2000. Storage technology for apples and pears. Highway Press Pty Ltd, Victoria, Australia. 522 p.
- Sherman, M. 1985. Control of ethylene in the postharvest environment. HortScience 20: 57-60.
- Watkins, C. B., J. H. Bowen y V. J. Walker. 1989. Assessment of ethylene production by apple cultivars in relation to commercial harvest dates. New Zealand J. Crop and Hort. Sci. 17: 327-331.

RESUMEN DE INVESTIGACIONES

ESTIMACIÓN Y VALIDACIÓN DE FECHA ÓPTIMA DE COSECHA EN BASE A PRODUCCIÓN DE ETILENO Y COMPORTAMIENTO EN ALMACENAJE DE MANZANAS CV. ROYAL GALA.

(JORQUERA, Y. 2000. TESIS ING. AGR., U. DE TALCA, 50 PÁG, PROF. GUÍA: C. MOGGIA).

Con la finalidad de validar la producción de etileno como índice de cosecha en manzanas Royal Gala y su posterior comportamiento en almacenaje, se realizó un estudio en fruta proveniente del Huerto Wapri S.A. - Fundo Marengo, VII Región, en donde se realizaron muestreos de madurez a partir de 3 semanas previo a la fecha estimada de cosecha comercial. La fruta fue analizada mediante el método de etileno inducido (TPEI), en el cual se depositan frutos en recipientes sellados, a fin de monitorear la producción de etileno, la que es expresada tanto como tasa de producción (TPE, ul/kg-h), así como su

concentración interna (CIE, ppm). Además, se procedió a la determinación de firmeza de pulpa, sólidos solubles, acidez titulable, índice de almidón, color de cubrimiento y de fondo y color de semillas. La fruta fue cosechada en tres épocas: E1 (28 de Enero, 116 ddpf); E2 (9 de Febrero, 128 ddpf), ambas definidas en base al método de TPEI, y E3 (22 de Febrero, 141 ddpf), en base a índices convencionales de madurez. Fruta de las tres épocas de cosecha fue almacenada por 120 días en FC (0°C, 90-95% HR) y AC (0°C, 90-95% HR, 2-2,5% O₂, 1-1,5% CO₂).

Los resultados mostraron que fruta de E1 y E2 presentó un mejor comportamiento en almacenaje, respecto de la cosechada en base a índices convencionales (E3), en donde la mejor aproximación para la estimación la fecha óptima de cosecha se consiguió con fruta muestreada con color de fondo verde. Firmeza de pulpa (r=0,85), índice de almidón (r=,98) e índice Streif (r=-0,97), obtuvieron las más altas correlaciones con la CIE. Por otra parte, el método permitió predecir con una anticipación de 7-10 días, el inicio del climacterio, lo cual haría posible programar en forma adecuada la cosecha.

RESUMEN CLIMÁTICO (Noviembre 2006 a Enero 2007)

LOCALIDAD	T° MÁXIMA		HRS T° > 29 °C		DÍAS CON 5 HRS T° > 29 °C		HRS T° < 10 °C (ENERO)		GRADOS DÍA (OCT-ENE)		LLUVIA NOV-ENE (mm)	
	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06	2006/07	2005/06
GRANEROS (23/01)	33,6	32,6	88	109	8	19	0	3	894	905	5	19
LOS NICHES (14/01)	31,6	30,8	30	26	1	1	15	21	642	656	19	71
SAN CLEMENTE (26/01)	33,7	34,2	119	104	7	8	2	5	889	848	21	56
CHILLÁN (17/01)	32,7	33,2	41	21	4	3	28	58	593	604	53	46
ANGOL (24/01)	32,9	32,6	54	22	5	3	2	15	721	691	74	109
TEMUCO (22/01)	27,7	27,4	2	0	0	0	56	92	410	394	95	190

DESTACAMOS

Entre el 6-10.11.06, permaneció en el CP la Dra. Valeria Sigal, de Kleppe S.A. Un grupo de SQM Comercial visitó el CP el día 12.01. (Foto 3). Con anterioridad, lo hicieron el Sr. Michel Ramon-Guillem, de Aquifruit, Francia y el Sr. Todd Edgington, de AgroFresh-USA (Foto 4).



Foto 3. Dra. Valeria Sigal (izquierda) y delegación de SQM Comercial, en el lisímetro de drenaje (derecha).



Foto 4. Michel Ramon-Guillem y Claudia Moggia (izquierda); Todd Edgington, junto a Carolina Bravo y Marcia Pereira.

El calendario de las Reuniones Técnicas del CP para el año 2007, es el siguiente:

- Martes 27 de Marzo
- Martes 29 de Mayo
- Martes 26 de Julio
- Martes 25 de Septiembre
- Martes 27 de Noviembre

POMACEAS, Boletín Técnico editado por el Centro de Pomáceas de la Universidad de Talca. De aparición periódica, gratuita.

Representante Legal: Dr. Juan Antonio Rock Tarud, Rector

Director: Dr. José Antonio Yuri, Director Centro de Pomáceas

Editores: José Antonio Yuri; Valeria Lepe; Claudia Moggia

Avenida Lircay s/n Talca Fono 71-200366- Fax 71-200367 e-mail

Sitio Web: <http://pomaceas. utalca.cl>