RECESO DE FRUTALES E INVIERNOS CÁLIDOS

🛂 **ÁLVARO SEPÚLVEDA,** ING. AGR. MG. SC., CENTRO DE POMÁCEAS, UNIVERSIDAD DE TALCA. VIVIAN SEVERINO, ING. AGR. M.SC., FACULTAD DE AGRONOMÍA, UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA URUGUAY.

l régimen de temperaturas invernales es en muchas regiones una limitante para la producción de aquellos frutales adaptados a climas templados. Entre estos destacan manzanos y cerezos, dos de las especies frutícolas muy demandantes en este factor climático, y que son de gran importancia socioeconómica y cultural para la zona centro sur de

La estrategia de estos frutales para sobrevivir los crudos inviernos de sus zonas de origen es eliminar sus hojas y cesar su crecimiento visible, en un proceso conocido como receso invernal. En el caso del manzano, el biólogo ruso Nikolai Vavilov en la primera mitad del siglo XX rastreó su genoma hasta determinar como centro de su origen las montañas del Tian Shan, cerca de Almaty, Kazajastán (Foto 1). (Almaty proviene de alma-ata, que significa padre de las manzanas).

A partir del solsticio de verano, el acortamiento paulatino del largo del día induce el cese del crecimiento foliar. Luego, con el avance del otoño se promueven procesos asociados a la entrada en receso. En combinación con estas condiciones impuestas por el ambiente, la actividad fotosintética se reduce después de la cosecha, puesto que el fruto es una potente fuente de señales hormonales que mantienen la demanda por carbohidratos. Sin embargo, son las bajas temperaturas las que se ha asociado estrechamente a la reducción de la fotosíntesis y a la caída de hojas.

La entrada en dormancia profunda de las yemas se caracteriza por acumulación de inhibidores del crecimiento (ABA, Etileno), polimerización de azúcares en almidón y el bloqueo de las vías de transporte, induciendo la caída de hojas. La dormancia profunda se caracteriza por el cese del crecimiento visible de las yemas, en las que a medida que se expongan a las condiciones ambientales propias del invierno, como frío, baja luminosidad y alta humedad o lluvias, ocurren los cambios necesarios para reiniciar su ciclo de crecimiento en primavera. En regiones



Foto 1. Bosque de manzanos silvestres en flor en Zhongar, Kazajastán (Daniyar Saduakassov, UNESCO).



Foto 2. Poda invernal de manzanos que aún tienen hojas, especialmente apicales. San Clemente, junio de 2016.

climáticas o ciclos particulares en los que se presentan otoños cálidos se retrasa la entrada en dormancia profunda, como ocurrió en la zona de central de Chile en el 2016 (Foto 2).

Si bien en la salida del receso intervienen múltiples factores, la exposición a bajas temperaturas aparece como el más determinante. Por lo tanto, la cuantificación de frío es la principal herramienta para estimar el tránsito del frutal desde el inicio de la

dormancia profunda (caída de hojas) hasta el estado de ecodormancia. Superada la etapa de endodormición o receso profundo, las yemas muestran una reducción de los compuestos inhibidores y aumento de los promotores, por lo que su crecimiento no lo limitan factores internos de la yema sino externos, y brotará con el alza de las temperaturas, cuantificada como acumulación térmica (GDH o GD), en pri-

LÍNEAS DE ACCIÓN PARA ENFRENTAR EL **CAMBIO CLIMÁTICO**

Los expertos han planteado las siguientes líneas de acción para enfrentar el nuevo escenario climático, lo que se aplica para mitigar inviernos cálidos:

- a) Cultivos de especies o cultivares adecuados;
- b) Monitoreo preciso del ambiente y del comportamiento del frutal;
- c) Modificación del microclima;
- d) Ajuste de manejos agronómicos;
- e) Uso de agroquímicos.

En el primer punto es importante recordar que no hay garantía de buenos resultados productivos con cultivares obtenidos en zonas agroclimáticas diferentes a las de introducción en el país. Si bien, alrededor de diez nuevos cultivares de manzanas entran al mercado cada año, la selección de híbridos que puedan adoptarse en zonas cálidas no es un objetivo mayoritario de los cincuenta programas de mejoramiento genéticos existentes. En Chile, si lo es para el programa liderado por Biofrutales, que ha anunciado una serie de selecciones avanzadas. Se espera pronto contar con nuevos cultivares de gran calidad gustativa y adecuados para su producción en la zona central del país.

Para el monitoreo del avance y cumplimiento del receso existen diferentes métodos de cuantificación del frío, los que modelan el tiempo transcurrido con la temperatura del aire en el huerto. A mediados de siglo XX surgió el término 'hora de frío', definido como una hora de exposición a una temperatura entre 0 y 7,2 °C, y que fue el primer modelo para cuantificación de

Los modelos más utilizados han sido desarrollados y usados en zonas con inviernos fríos, donde presentan buen 'performance'. Sin embargo, en zonas de producción más cálidas o temporadas con inviernos menos fríos, estos no han sido eficaces en explicar el efecto del ambiente sobre el receso, brotación y floración. Durante varias décadas se han propuesto alternativas para la modelación del frío invernal en dichas zo-

Figura 1. Unidades de frío según diferentes métodos, de acuerdo a la temperatura de exposición.

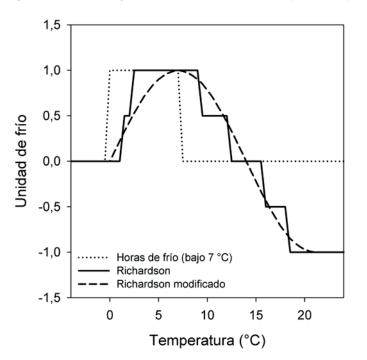
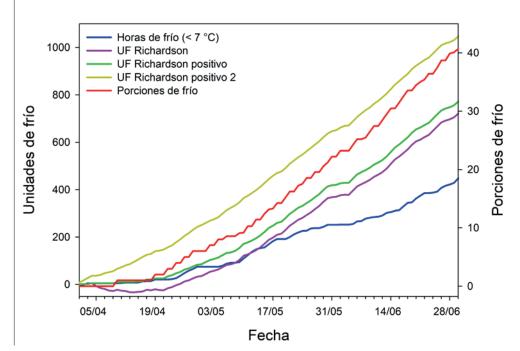


Figura 2. Acumulación de frío según diferentes métodos durante 2021 en Sagrada Familia



nas, siendo el más relevante el 'Modelo Dinámico', desarrollado en Israel a mediados de los años ochenta del siglo pasado.

Con el mismo objetivo, investigadores sudafricanos plantearon una modificación al método Richardson o Utah, en la cual el descuento por alta temperatura solo ocurre con las unidades de frío acumuladas en las 24 horas previas, por lo que no se computan acumulaciones negativas. Es decir, que si la suma del día resulta un valor negativo, ese día no aporta en la acumulación de un período de días determinado. En la práctica, a cada día con cifra final negativa se le asigna un cero. Hay que notar que en esta modificación no se alteró la fórmula de cálculo de las unidades del modelo Utah. Además, llama la atención que el modelo Richardson positivo conserva la escala original de asignación de unidades de frío según rangos de temperatura y no su versión actualizada, conocida como Richardson modificado. Ésta es una curva de respuesta que mejora la precisión del modelo Richardson (Figura 1).

Algunos investigadores han interpretado la modificación de Richardson como un cambio en la fórmula del modelo, anulando el aporte de unidades negativas con alta temperatura. Esta interpretación ha sido ampliamente usada y así ha derivado en un sistema diferente (denominado aquí como Richardson positivo 2). Ello se advierte en la acumulación registrada durante 2021 en Sagrada Familia (Figura 2).

Hay que notar que a partir de entonces





Foto 3. Malla sombra dispuesta como techo durante el invierno sobre cerezos

no ha habido avance en el modelamiento del receso que permita adoptar un sistema más eficaz. Tal es así, que aún se utiliza el método de Horas de frío, propuesto hace más de siete décadas, cuando no se disponía más que de temperaturas máximas y mínimas diarias, y que frecuentemente no ha explicado la salida del receso en gran número de zonas productoras de Chile.

La innovación en este tipo de indicadores seguramente se realizará con técnicas de modelamiento basadas en inteligencia artificial. Además, como en el receso intervienen múltiples factores, estos deberán ser incluidos. En dichos factores se basan las diferentes medidas o manejos que se pueden implementar para ayudar al frutal a completar su receso y conseguir brotación y floración normales.

EN CLIMAS CÁLIDOS EL RECESO SE ABORDA DE FORMA INTEGRAL

En regiones frutícolas de clima cálido, la salida del receso se aborda de manera integral. La experiencia en zonas productivas de Australia, España y Sudáfrica o Brasil y Uruguay, en nuestro continente, será valiosa para enfrentar el nuevo escenario agroclimático de la zona central de Chile. En éstas, el método de cuantificación de frío que ha demostrado mejor ajuste es el Dinámico. Frente a insuficiente frío, se dispone de una serie de intervenciones: defoliación artificial, para anticipar la entrada en dormancia profunda; poda, en especial despunte, que promueva brotación de yemas laterales, al igual que incisiones sobre las yemas e inclinación de ramas; y uso de productos químicos como complemento de la falta de frío, para lo que se dispone de alternativas de nueva generación.

Está ampliamente documentado que la aplicación de productos rompedores de dormancia tiene efecto una vez acumulados dos tercios del requerimiento de frío referencial, por lo que un acertado registro de frío es determinante en el resultado de la aplicación. Mientras más frío han acumulado las yemas durante la transición entre dormancia profunda y ecodormancia, mejor efecto tendrá la intervención química sobre la brotación.

En relación a la modificación ambiental, en Chile se ha empleado el uso de malla sombra en invierno para adelantar la fenología y producir cerezas tempranamente en zonas cálidas (Foto 3). Su objetivo es reducir la radiación solar incidente, pero es una técnica discutida por la interacción entre ésta y la temperatura. Se ha descrito mayor brotación con baja radiación solar a igual temperatura del aire, pero también se ha visto que en días despejados la malla sombra puede producir un aumento de la temperatura de las yemas. Además, puede disminuir la pérdida de calor durante la noche. Por ello es importante la disposición de la cubierta.

Durante los últimos inviernos, en Sagrada Familia, el uso de una malla sombra como techo redujo la radiación solar a aproximadamente un 30% y aumentó el frío registrado. Dicho incremento fue nulo en Horas de frío (horas

Cuadro 1. Variación (%) ambiental por uso de malla sombra negra (80% de trama) entre 1 de mayo y 30 de junio.

Temperatura (variación en °C)				Humedad relativa		Radiación solar al	
media	máxima	máxima míni		mínima		mediodía	
-0,3	-2,1	+0,6		+33,7		-70,5	
Horas de frío (< 7°C)	Richard	Richardson		Richardson positivo 2		Porciones de frío (1 abr-30 jun)	
-0,5 +16,5		5		+6,6		+14,1	



Foto 4. Desfase de floración entre cultivares de manzanos

Está ampliamente documentado que la aplicación de productos rompedores de dormancia tiene efecto una vez acumulados dos tercios del requerimiento de frío referencial, por lo que un acertado registro de frío es determinante en el resultado de la aplicación.

< 7 °C), 17% para unidades Richardson y 7% para Richardson positivo 2, en el período comprendido entre el 1 de mayo y el 30 de junio (Cuadro 1). La cuantificación de Porciones de frío aumentó un 14%

El correcto uso de malla sombra podría tener un efecto combinado positivo al aumentar el registro de frío y mantener días con poca luminosidad y alta humedad relativa. Se ha evidenciado que alta humedad o lluvia reduce la cantidad de inhibidores (ABA) en las brácteas de las vemas.

Actualmente, se estudia la interacción entre el frío en dormancia y el calor requerido para brotar y florecer; a mayor cantidad de frío, menor es la acumulación térmica de postreceso (forcing) para que la yema alcance la floración. Por ello, frío insuficiente durante el invierno retrasa la fenología v conduce a una floración extensa.

Dado el diferente requerimiento por frío entre cultivares y por tipo de órgano, la falta de frío puede acentuar el desfase en la floración entre cultivares (Foto 4), así como entre crecimiento vegetativo y floral, en el mismo árbol. Esto último compromete el abastecimiento de los frutos en su primera etapa de crecimiento. Por el contrario, un receso adecuado promueve yemas que se convertirán en flores de alta calidad, con óvulos de gran longevidad que asegurarán una mayor cuaja. La peor combinación será una temporada con un invierno cálido y una primavera fría.

El nuevo escenario climático para la zona central de Chile representa un gran desafío para su fruticultura. Existen iniciativas, en su mayor parte apoyadas por fondos estatales, que buscan mitigar su impacto mediante herramientas tecnológicas. Entre ellas destacan, el Proyecto PASIT, que aborda el impacto del cambio climático en frutales caducifolios en el que participan entidades educativas de Alemania. Túnez y Chile (PUCV) o la plataforma SAIA, dependiente del CEAF y enfocada en carozos. En la misma línea, el Centro de Pomáceas se dedica a esta problemática a través de la plataforma IKAROS, con apoyo de FIA. Ra

AGRADECIMIENTOS

Documento elaborado gracias al apoyo de FIA mediante el proyecto PYT-2019-0352: "Indicadores nutricionales y agroclimáticos para la producción de cerezas de alta calidad bajo cubiertas plásticas: una estrategia de adaptación micro climática"



