

Recibido 27 de septiembre de 2017 // Aceptado 21 de noviembre de 2018 // Publicado online 20 de noviembre de 2019

Usos de la cianamida de hidrógeno y alternativos en kiwi (*Actinidia* sp.) y su potencial aplicación en Argentina

DAVID, M.A.¹; YOMMI, A.K.¹; QUILLEHAUQUY, V.¹; SÁNCHEZ, E.E.¹

RESUMEN

El kiwi (*Actinidia* sp.) es un frutal de hoja caduca que requiere acumular un determinado número de horas de frío menores a 7,2 °C para lograr una óptima brotación, floración y contribuir a una adecuada fructificación. *Actinidia deliciosa* (kiwi verde) "Hayward", la variedad más cultivada tanto en Argentina como en el mundo, necesita acumular entre 950 y 1150 horas de frío. La cianamida de hidrógeno es el producto más utilizado para compensar la falta de horas de frío en las zonas de inviernos benignos, aumentando la uniformidad de brotación y floración, el número de yemas brotadas y de flores/yema invernal. La presente revisión muestra que, en zonas de inviernos fríos, la respuesta a la cianamida es inconsistente, aumentando la brotación y floración solo en algunos casos. Independientemente de la condición invernal, la cianamida reduciría el número de flores laterales, lo que implicaría un menor costo por raleo y una mayor eficiencia de la producción. La cianamida de hidrógeno es utilizada en los principales países productores de kiwi del mundo. La Unión Europea ha restringido su uso y se están probando nuevos productos, que han mostrado resultados satisfactorios en zonas de inviernos benignos con 600 horas de frío. En Argentina las principales zonas de producción son el norte-noreste y sudeste de la provincia de Buenos Aires. La insuficiente acumulación de horas de frío en el norte-noreste convierte a la cianamida en una herramienta fundamental para la producción. Asimismo, algunos productos alternativos podrían ser considerados para esta zona. En el sudeste, donde el cultivo alcanzaría a completar las horas necesarias para una adecuada brotación y floración, se desconoce si la cianamida tendría efecto más allá de una posible reducción del número de flores laterales. En el corto plazo se espera contar con la autorización de uso de productos que rompan la dormición de las yemas en kiwi, lo cual plantea la necesidad de obtener información sobre su efecto en las diferentes zonas productivas.

Palabras clave: brotación, floración, yemas, horas frío, Dormex, Hicane.

ABSTRACT

Kiwifruit (*Actinidia* sp.) is a deciduous fruit tree which requires to accumulate a certain number of chilling hours below 7,2°C to achieve optimal budbreak, flowering and contribute to an adequate fructification. *Actinidia deliciosa* (green kiwifruit) "Hayward", the most cultivated variety in Argentina and in the whole world,

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, RN 226 km 73,5 (7620), Balcarce, Buenos Aires.

Correo electrónico: david.maria@inta.gob.ar

needs to accumulate between 950 and 1150 chilling hours. Hydrogen cyanamide is the most used product to compensate for lack of chilling hours in soft winter areas, increasing budbreak and flowering uniformity, amount of budbreak and flowers/winter bud. This review shows that in cold winter areas, response to cyanamide is inconsistent, increasing amount of budbreak and flowering only in some cases. Regardless of winter condition, cyanamide would reduce the number of lateral flowers, which would imply a lower thinning cost and a higher production efficiency. Hydrogen cyanamide is used in the main kiwifruit producing countries in the world. European Union has restricted its use and new products are being tested, which have shown good results in soft winter areas with 600 chilling hours. In Argentine, the main kiwifruit growing areas are the north-northeast and southeast of Buenos Aires province. The insufficient chilling hours accumulation in the north-northeast, makes cyanamide an essential production tool. In addition, some alternative products could be considered for this area. In the southeast, where the crop would achieve the required chilling hours for an adequate budbreak and flowering, it's not known if cyanamide would have an extra effect apart from possibly reducing the number of lateral flowers. Authorization for use of budbreaks products in kiwifruit is being expected in the short term, which raises the issue of obtaining information about its effect in the different growing areas.

Keywords: budbreak, flowering, buds, chilling hours, Dormex, HiCane.

INTRODUCCIÓN

Los frutales de hoja caduca presentan dormición o letargo, un período de reposo vegetativo invernal producido por el incremento de ácido abscísico que promueve la abscisión de las hojas, con la consecuente reducción de la actividad metabólica de la planta. Para brotar en la primavera siguiente la planta necesita acumular ciertas horas de frío por debajo de 7,2 °C (Weinberger, 1950) contadas a partir de la completa defoliación del árbol o a partir del momento en que el balance horas frío/horas calor es favorable a las horas frío. Cuando no se completa ese requerimiento, se producen deficiencias en la brotación, con retraso en la ruptura de las yemas, falta de brotación, floración insuficiente y por lo tanto, escasa fructificación (Flores, 2008).

La primera estimación en cuanto a los requerimientos de frío para *Actinidia deliciosa* (kiwi de pulpa verde) "Hayward" fue en 1977, y establecía entre 400 y 500 horas de frío (Van Zyl *et al.*, 1977). De todos modos, esta estimación era poco precisa y subestimaba las horas de frío verdaderamente requeridas por el cultivo. Más tarde, Caldwell (1989) demostró que "Hayward" requería entre 950 y 1150 horas de frío para una óptima brotación y floración. Coincidentemente, en condados centrales de Estados Unidos con inviernos fríos, donde el número de horas menores a 7,2 °C rondaban entre 1000 y 1300, la producción era satisfactoria (Powell, 1997).

Estimaciones realizadas en otras variedades de *A. deliciosa* mostraron variaciones en los requerimientos de frío. Así, Caldwell (1989) observó que "Bruno" requería 700 horas de frío, y Wall *et al.* (2008) observaron que "AU Fitzgerald" requería 800 horas para brotar y 1100 para florecer. En cuanto a otra especie de kiwi cultivada, *Actinidia chinensis* (kiwi de pulpa amarilla), Wall *et al.* (2008) determinaron que "Golden Sunshine" alcanzaba la brotación con 700 horas

de frío y la floración con 900 horas, mientras que "Golden Dragon" alcanzaba ambos estadios con 800 horas.

De todos modos, "Hayward" es la variedad más cultivada en el mundo, y como consecuencia de la primera subestimación en sus requerimientos de frío, muchas plantaciones se ubicaron en áreas que no recibían suficientes horas de frío para superar el letargo invernal. Esto sucedió en diferentes partes del mundo, incluyendo importantes países productores como Estados Unidos y Nueva Zelanda (Powell, 1997; Richardson *et al.*, 1994; McPherson *et al.*, 2001), así como también en países secundarios como Sudáfrica y Portugal (Linsley-Noakes, 1989; Veloso *et al.*, 2003), entre otros. En el sudeste de Estados Unidos, por ejemplo, cinco años durante la década de 1990 presentaron entre 500 y 800 horas de frío (Powell, 1997). En estos sitios de inviernos benignos, la ruptura de las yemas se atrasaba y era despereja, extendiéndose por un período de varias semanas. A su vez, cuanto más se extendía el período de brotación y más desperejo era, menos flores se producían y por ende se reducía la fructificación (Linsley-Noakes, 1989). Esto último se debería a características inherentes al kiwi, en el que las yemas que se diferencian en flores son aquellas que rompen su dormición durante los primeros 7 a 10 días a partir de la ruptura de las primeras yemas (Grant y Ryugo, 1982; Linsley-Noakes y Allan, 1987). El mecanismo de esta inhibición aún no se encuentra totalmente dilucidado, pero es posible afirmar que cuando brotan las yemas luego de la dormición hay altos niveles de sustancias producidas por los meristemas que inhiben la iniciación y diferenciación floral (Poovaiah, 1981).

Para evitar este tipo de problemas ocasionados por el déficit de frío invernal, se comenzaron a probar diferentes formas de manejo en las plantaciones de kiwi "Hayward". La defoliación anticipada, por ejemplo, provocaba la caída del follaje para adelantar el proceso natural de abscisión

de las hojas e incrementar así el tiempo en que las yemas latentes se sometían al frío (Flores, 2008). Gómez de Segura (1990) utilizó Paraquat, urea, Etephon y cianamida hidrogenada para defoliar plantas de kiwi, concluyendo que el Paraquat al 0,8% y el Etephon a 1000 ppm eran los más eficaces. Sin embargo, estos productos generaron daños en la madera y yemas de las plantas, por lo que consideró que los tratamientos con urea a 12 y 16% eran una mejor opción por no producir estos efectos adversos.

También se probó la utilización de productos reguladores del crecimiento que modificaban el momento de la ruptura de la dormición de las plantas, sustituyendo la falta de horas de frío. Entre ellos, el dinitro-orto-cresol, una emulsión aceitosa utilizada por productores de otros frutales en Sudáfrica (Strydom *et al.*, 1971) e Israel (Erez *et al.*, 1971) para la ruptura de la dormición, no resultó recomendable para kiwi por generar fitotoxicidad (Lotter, 1984). Alar (ácido N-dimetil-amino succinámico) incrementó la floración en kiwi, pero su residualidad en la planta alteraba la forma del fruto (Davidson, 1971). El cloruro de clormecuat (CCC) incrementó la ruptura de yemas, pero no la producción de flores (datos no publicados de Linsley-Noakes (1985), citado por Linsley-Noakes, 1989).

Finalmente, la cianamida de hidrógeno (CH_2N_2) se comenzó a vislumbrar como un producto prometedor al observarse que aplicaciones a una concentración del 3% incrementaban y adelantaban la ruptura de yemas y la floración, habiéndose observado un aumento del rendimiento de hasta un 70% en Nueva Zelanda (Henzell y Briscoe, 1986). Este compuesto produce el mismo efecto en los frutales que la acumulación del frío invernal, inhibiendo la enzima catalasa en los tejidos vegetales, la cual reduce el peróxido de hidrógeno a agua y oxígeno, y estimulando así la reacción entre peróxido de hidrógeno y ascorbato. Esto incrementa la respiración activando el ciclo pentosa-fosfato, y desencadenando la producción de lípidos, ARN, ADN y azúcares que permiten la ruptura de la dormición invernal y la inducción de la brotación (Silveira *et al.*, 1999). Los productos comerciales más utilizados con cianamida hidrogenada como principio activo son el Dormex® y el HiCane®, desarrollados por Alzchem (Alemania). Ambos vienen formulados como líquido soluble conteniendo 520 g/L de cianamida, la cual se metaboliza rápidamente en carbono, hidrógeno y nitrógeno y se incorpora a las plantas tratadas. Los fabricantes recomiendan aplicar una dosis de 3L de Dormex®/hl y un volumen de caldo de 600 L/ha (BASF).

La brotación y la diferenciación de las yemas florales en kiwi está afectada no solo por la temperatura (Walton y Fowke, 1993), sino también por la posición de las yemas en el cargador de la planta, al igual que en vid (Lebon *et al.*, 2004). Este último cultivo presenta acrotonía, una característica fisiológica por el que los asimilados de una vara tienden a ir a las yemas del final o a las que están situadas en la parte más alta, iniciando primeramente la brotación y floración en los extremos de los sarmientos. Estudios realizados por Valenzuela (1987) en kiwi, determinaron que las yemas terminales brotaban con mayor rapidez cuando se acumulaban más de 1100 horas de frío. En vid se utiliza

la cianamida de hidrógeno para contrarrestar la acrotonía (Revista Agroquímica Sostenible, 2012). No hay antecedentes del uso de cianamida en kiwi para este fin.

Siguiendo la tendencia mundial, en Argentina casi la totalidad del área destinada a la producción de kiwi corresponde a "Hayward". El 90% del área implantada se encuentra en la provincia de Buenos Aires en el norte-noreste (La Plata, San Pedro y Baradero) y en el sudeste (Mar del Plata, Sierra de los Padres, Batán, Miramar y Mar del Sur). El norte-noreste puede considerarse de inviernos benignos, ya que por ejemplo, la zona de San Pedro cuenta con 520 horas de frío de promedio histórico (Valentini, comunicación personal), insuficientes para satisfacer los requerimientos de frío de la variedad "Hayward". En el sudeste, en cambio, las horas de frío durante los últimos treinta años rondaron las 1050, según estimaciones realizadas por David (datos no publicados), por lo que podría definirse como una zona de inviernos fríos.

Los efectos de la aplicación de cianamida de hidrógeno en kiwi a nivel mundial son muy variables con la cantidad de horas de frío acumuladas, entre otros factores. A continuación se describen los principales resultados obtenidos hasta el momento por el uso de cianamida y también de algunos sustitutos que están en prueba.

EXPERIENCIAS REALIZADAS CON CIANAMIDA DE HIDRÓGENO EN PLANTACIONES DE KIWI "HAYWARD"

En zonas de inviernos benignos

Por todo lo mencionado anteriormente, se comenzaron a llevar a cabo experiencias en diferentes partes del mundo para evaluar no solo el efecto de la cianamida hidrogenada sobre la brotación y floración, sino también para determinar qué concentración y momento de aplicación eran más adecuados. Linsley-Noakes (1989) probó diferentes concentraciones de cianamida (Dormex® al 0, 1, 2, 3, 4%) en Sudáfrica aplicadas en cuatro fechas distintas (6, 5, 4, 3 semanas antes de la ruptura normal de la dormición). Por un lado, observó que dicho producto incrementó la ruptura de yemas reproductivas a más del doble. Esto por una mayor diferenciación de yemas vegetativas a reproductivas, generado por una mayor uniformidad de brotación y consecuentemente mayor sincronización en la ruptura de la dormición. Como consecuencia, la intensidad de floración y el número de flores por yema invernal se incrementó por efecto del uso de cianamida. La mejor respuesta se encontró con 3% de concentración del producto, aplicándose 4 o 5 semanas antes de la ruptura normal de la dormición. Por otro lado, halló que las plantas de mayor edad poseían menores requerimientos de frío que las jóvenes, pero que respondían menos a los tratamientos con cianamida.

Veloso *et al.* (2003) evaluaron en el noroeste de Portugal tres concentraciones diferentes de cianamida (Dormex® al 0, 4 y 6%) aplicándola entre 5 y 6 semanas antes de la ruptura normal de la dormición. Observaron un adelanto de alrededor de una semana en la ruptura de yemas respecto

al control, pero no en la floración ni fructificación. También registraron una mayor ruptura de yemas reproductivas y por ende una mayor floración de hasta un 50%. Estos resultados fueron obtenidos tanto con aplicaciones de Dormex® al 4% como al 6%.

En zonas de inviernos benignos con alternancia de horas de frío: comparación entre años

Richardson *et al.* (1994) evaluaron en Kerikeri, la región más cálida de Nueva Zelanda, cinco concentraciones de cianamida de hidrógeno (Hicane® al 1, 2, 3, 4, 6%) durante tres años consecutivos. Observaron en todos los años una mayor cantidad de frutos que se correlacionaron con una mayor brotación y un mayor número de yemas reproductivas diferenciadas. Los mejores resultados se obtuvieron con las concentraciones de 3 y 4%. El último año, que presentó un mayor número de horas de frío respecto a los otros dos aun siendo de invierno benigno, el producto incrementó el número de flores por yema invernal a más del doble.

Powell (1997) evaluó en el sudeste de los Estados Unidos cuatro concentraciones de cianamida de hidrógeno (Dormex® al 0, 2, 3 y 4%) durante tres años consecutivos que presentaron diferentes regímenes de frío (505, 495 y 909 horas de frío). Por un lado, observó entre 2 y 6 días de adelanto en la brotación respecto al control con todas las concentraciones de cianamida. Esto ocurrió en los años con inviernos más cálidos, mientras que en el año con mayores horas de frío en comparación al resto, no hubo efecto del tratamiento. Por otro lado, las plantas tratadas presentaron un aumento de la ruptura de las yemas de entre 70 y 90%. A su vez, las plantas tratadas presentaron una mayor diferenciación de yemas reproductivas y en consecuencia, una mayor producción de frutos en todos los años estudiados, aunque el efecto fue mayor en los años con inviernos más cálidos.

En zona de inviernos fríos

Engin *et al.* (2010) observaron en un ensayo realizado en Turquía, que la cianamida adelantó la diferenciación del primordio floral, produciéndose casi dos semanas antes de la ruptura normal de las yemas en las plantas tratadas y una semana antes que en las plantas control. También observaron que la cianamida adelantó la ruptura de yemas alrededor de 10 días respecto a las plantas no tratadas, especialmente con concentraciones del 2 y 3% de cianamida de hidrógeno formulada a una concentración de 490 g/L por SKW Trostberg AG (Alemania). Es importante mencionar que en ese estudio las horas de frío acumuladas fueron 1742, lo cual fue suficiente para satisfacer los requerimientos de frío, y aun así la cianamida mostró efecto incrementando también el número de flores por planta respecto al control.

En zona de inviernos benignos y zona de inviernos fríos: comparación entre sitios

En un estudio de tres sitios con diferentes temperaturas medias invernales de Nueva Zelanda (Kerikeri, Te Puke y

Riwaka), McPherson *et al.* (2001) observaron en los controles sin cianamida un retraso y una extensión del periodo de brotación, un menor número de yemas que brotaron y menor número de flores por yema en los sitios con mayor temperatura invernal. El tratamiento con cianamida hidrogenada (Hi-Cane®) al 6% adelantó la ruptura de las yemas alrededor de 40 días en el sitio de inviernos benignos de mayor temperatura (Kerikeri) y 10 días en el sitio de inviernos benignos de temperaturas intermedias (Te Puke), mientras que en el de inviernos fríos (Riwaka) no hubo efecto. Además, redujo el periodo de brotación y aumentó el número de yemas que brotaron en todos los sitios, con mayor efecto en el de invierno benigno. Solo en este último sitio, el tratamiento con cianamida anticipó la floración y aumentó el número de flores por yema invernal. En todos los sitios, inclusive en Riwaka, se redujo el número de flores laterales debido a la aplicación de cianamida de hidrógeno. Esto último aumentaría la eficiencia de la distribución de nutrientes, reduciendo el gasto de energía, y en consecuencia, la planta sería capaz de producir fruta de mayor tamaño. Además, se reducirían los costos de raleo realizados manualmente.

Experiencias realizadas en Argentina

En Argentina, solo se dispone de una publicación sobre la aplicación de cianamida hidrogenada en kiwi. Traversaro *et al.* (2009) compararon el efecto de la aplicación de cianamida al 3% (Dormex®) respecto de un control, en un invierno con una acumulación de 992 horas de frío, en una plantación de kiwi "Hayward" ubicada en el partido de La Plata. Observaron un adelanto de solo dos días en la brotación en las plantas tratadas, pero sí un significativo aumento del número de yemas reproductivas por planta. Las horas de frío en este caso alcanzaron las requeridas por el cultivo, y aun así se incrementó la floración. De todos modos, ese año presentó un régimen de frío atípico para la zona, que suele ser de inviernos benignos, por lo que no se cuenta con certezas sobre los efectos en esta zona.

EFFECTOS SOBRE LA CALIDAD POSCOSECHA

Powell (1997) observó que el peso, la forma y la firmeza del fruto no fueron afectados por la cianamida, pero el contenido de sólidos solubles totales aumentó luego del almacenamiento en frío respecto al control. Veloso *et al.* (2003) observaron que la cianamida incrementó la acidez de la fruta, sin efecto sobre el resto de los parámetros de calidad. Salinero y Lema (1999) registraron un marcado aumento en el tamaño de los frutos (22%) que junto con el incremento en el número (10%) generó un mayor rendimiento (30%) en las plantas tratadas. Las concentraciones de calcio en estos frutos se redujeron entre 22 a 33% y de fósforo en alrededor del 22%, asociado a que la planta produjo mayor cantidad de frutos y de mayor tamaño. El menor contenido de calcio es un aspecto que debe ser tenido en cuenta dado que un alto contenido en el fruto se relaciona con un buen comportamiento durante la conservación.

PRODUCTOS ALTERNATIVOS

Existen otros productos que también contribuyen a mejorar la floración en kiwi. Hernández y Craig (2014) evaluaron en Pukekohe (Nueva Zelanda) el efecto de la cianamida hidrogenada (Hi-Cane[®]) y otros dos potenciadores de la brotación y floración, Armobreak[™] + Break-N[™] (AB: amina polímera orgánica + nitrato amonio cálcico y urea) y Erger[®] + Active Erger[®] (ER: polímeros orgánicos, mono y polisacáridos, calcio, amonio, urea y diterpenos + amoníaco, ácido nítrico y calcio) sobre plantas de kiwi "Hayward" en tres años de diferentes temperaturas medias invernales benignas (con alrededor de 300 y hasta 600 horas de frío). Observaron que los productos alternativos no incrementaron el porcentaje de ruptura de yemas en los años más cálidos, mientras que la cianamida sí lo hizo. Además, en los años más cálidos la cianamida presentó el mayor número de flores por yema invernal y fue la única que redujo el número de flores laterales. De todos modos, AB y ER presentaron el mayor número de flores por yema invernal en el año con mayor acumulación de horas de frío, mientras que la cianamida solo redujo el número de flores laterales.

Hernández y Craig (2014) también evaluaron el efecto de la cianamida hidrogenada (Hi-Cane[®]), de AB y ER sobre *A. chinensis* "Gold Hort16A" y observaron que la respuesta a los productos alternativos en Pukekohe (Nueva Zelanda) fue positiva tanto en años con 300 como con 600 horas de frío. Al evaluar los efectos en dos años de diferentes temperaturas medias invernales (10,2 y 12,2 °C), AB y ER incrementaron la ruptura de yemas y el número de flores por yema invernal en ambos años en mayor proporción que la cianamida. AB fue el que más redujo el número de flores laterales. Si bien esta variedad respondería mejor a los productos alternativos en esta región de Nueva Zelanda, independientemente de las condiciones del año, fue sustituida por "Zesy002" ("Gold 3") luego del brote de cancro bacteriano, producido por *Pseudomonas syringae* pv *actinidiae* o PSA en el año 2010 (Huang, 2016).

Posteriormente, Hernández *et al.* (2015) evaluaron el efecto de la cianamida hidrogenada (Hi-Cane[®]), de AB y ER sobre *A. chinensis* "Gold 3", en la región de Pukekohe, en cinco fechas de aplicación (45, 39, 33, 25 y 17 días antes de la ruptura normal de las yemas). Obtuvieron resultados similares a los del kiwi "Hayward", incrementándose la ruptura de yemas y el número de flores con los productos alternativos en los años de inviernos con mayor acumulación de frío. La fecha de aplicación óptima de los productos alternativos fue entre los 33 y 25 días antes de la ruptura normal de las yemas, más tardía respecto a la cianamida. Hernández y Craig (2014) observaron en esta misma variedad que Bluprins[®] + Bluact[®] (BP: aminoácidos, polisacáridos + amoníaco, ácido nítrico y calcio) también produjo resultados prometedores incluso en inviernos cálidos, aplicándolo entre los 45 y 30 días antes de la ruptura normal de las yemas.

En otras especies como el duraznero (Lucas *et al.*, 2009) se han obtenido resultados satisfactorios con Glutabión[®] (glutatin + precursores de radicales libres). En vid, en

cambio, esta sustancia no ha logrado equiparar la brotación generada por la cianamida (Monge Bailón y Rodríguez Abreu, 2010). El peróxido de hidrógeno (5%) ha demostrado ser una alternativa viable, más económica y sostenible en vid (González *et al.*, 2015). No se han realizado ensayos con este tipo de productos alternativos en kiwi.

Es interesante mencionar que Valenzuela y Lobato (1997) realizaron un ensayo combinando Dormex[®] con AB en vid, con el objetivo de reducir la concentración de cianamida utilizada en una zona cálida de Chile. Observaron que, con la aplicación de ambos productos a concentraciones del 2%, efectuadas entre 45 y 30 días antes de la ruptura normal de las yemas, se obtenía una brotación y cosecha temprana similar a la que se lograba al aplicar Dormex[®] al 5%.

POTENCIAL APLICACIÓN EN ARGENTINA

En Argentina, prácticamente no se ha estudiado la respuesta a la cianamida en kiwi en las diferentes zonas de producción, y mucho menos de los productos alternativos. Debido a las condiciones de inviernos benignos, es altamente probable que la cianamida tenga muy buenos resultados sobre la brotación, floración y reducción de flores laterales del kiwi en la zona norte-noreste de la provincia de Buenos Aires. Los productos alternativos podrían presentar aún mejores resultados, teniendo en cuenta los efectos producidos en Pukekohe (Nueva Zelanda) con 600 horas de frío.

En el sudeste de la provincia de Buenos Aires, la acumulación de frío alcanzaría a satisfacer las necesidades del cultivo de kiwi "Hayward". Las discrepancias en las respuestas halladas para esta variedad en climas de inviernos fríos hacen necesario investigar si la aplicación de cianamida incrementa la brotación, floración y por ende la fructificación del cultivo en la zona. Igualmente, con solo la reducción del número de flores laterales, la aplicación en zonas o años de inviernos fríos implicaría un beneficio importante en la producción.

ASPECTOS LEGALES

Los productos comerciales que contienen cianamida de hidrógeno son clasificados como moderadamente tóxicos (banda amarilla). El 18 de septiembre de 2008 la Unión Europea (UE) determinó la no inclusión de cianamida de hidrógeno entre los productos autorizados para la producción frutícola y el retiro de las autorizaciones de los productos fitosanitarios que tuviesen esta sustancia, como puede verificarse en el anexo I de la Directiva 91/414/CEE (D.O.U.E., 2008). Esta decisión fue tomada haciendo uso del principio precautorio, ya que las evaluaciones realizadas no han demostrado suficientemente que su aplicación o uso no tenga efectos nocivos para la salud humana o animal y al medioambiente. No obstante, esta sustancia tiene autorización de uso en los principales países productores de kiwi (China, Nueva Zelanda y Chile) y en otros frutales,

en los que la aplicación de cianamida es parte de las prácticas de producción.

En el caso del kiwi, la restricción en el uso de los productos que contienen cianamida hidrogenada en los países no europeos implicaría importantes pérdidas económicas en todo el mundo, debidas a las mermas en el rendimiento. En Nueva Zelanda, por ejemplo, el kiwi se produce principalmente en zonas con inviernos benignos y la aplicación de cianamida es la base para conseguir una abundante floración (Ferguson, 2011), por lo que su prohibición se estima que causaría pérdidas de entre 130 y 170 millones de dólares por año (Hernández y Craig, 2014).

Los productos alternativos constituyen una opción y su evaluación continuará en los próximos años ante la posible adhesión de diferentes países de quitar la cianamida de hidrógeno de la lista de productos autorizados para la fruticultura, como lo hizo la Unión Europea.

En Argentina, la cianamida de hidrógeno está registrada y autorizada para su uso en vid (Senasa, 2017). Ningún otro producto alternativo cuenta con registro en nuestro país. La Cámara de Productores de Kiwi de Mar del Plata y otras organizaciones están realizando gestiones para contar en el corto plazo con la autorización de uso de productos para kiwi que rompan la dormición de las yemas.

CONCLUSIONES

La presente revisión muestra que la cianamida de hidrógeno ha dado muy buenos resultados sobre la brotación y floración de kiwi "Hayward" en zonas de inviernos benignos cuando se aplica entre 4 y 5 semanas antes de la ruptura normal de la dormición, a una concentración del 3%. En sitios de inviernos fríos se han observado diferentes respuestas a la cianamida, que incluyen un efecto beneficioso en la brotación y floración, aunque siempre en menor proporción que en sitios o años de inviernos benignos, o un efecto nulo en otros casos. Estas diferencias en los resultados indican que existen otros factores que modificarían la respuesta a la cianamida, como las temperaturas previas y posteriores al período de dormición, la edad de la planta, entre otros. Tanto en zonas de inviernos benignos como fríos, la aplicación de cianamida redujo el número de flores laterales.

Los productos alternativos han demostrado que estimulan la diferenciación de flores, aumentando el número de flores por yema invernal en años o sitios de inviernos benignos, cuando las horas de frío superan las 600. Sin embargo, cuando las horas de frío son de alrededor de 300, aún convendría la cianamida.

En Argentina, es importante contar con la autorización de uso de la cianamida de hidrógeno y de productos alternativos para el cultivo de kiwi. Para ello, se debe comenzar a evaluar su efecto en las distintas zonas de producción, para ajustar en cada caso estas tecnologías que determinan en gran medida la producción de fruta en cada temporada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto específico INTA PNFRU 1105082 "Superación de brechas tecnológicas que limitan la calidad en las cadenas frutícolas".

BIBLIOGRAFÍA

CALDWELL, J. 1989. Kiwifruit performance in South Carolina and effect of winter chilling. Proc. Ala. Fruit and Vegetable Growers Assoc. 10, 127-129.

DAVIDSON, R.M. 1971. Experiments with Alar on Chinese gooseberries. Orchardist N.Z. 44, 443-444.

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. 2008. 19-09-2008. L251, 45-46.

ENGIN, H.; GÖKBAYRAK, Z.; DARDENIZ, A. 2010. Effects of hydrogen cyanamide on the floral morphogenesis of kiwifruit buds. Chilean J. Agric. Res. 70 (3), 503-509.

EREZ, A.; LAVEE, S.; SAMISH, R.M. 1971. Improved methods for breaking rest in the peach and other deciduous fruit species. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 96, 519-522.

FERGUSON, A.R. 2011. Kiwifruit: evolution of a crop. Acta Hort. 913, 31-42.

FLORES, P.C. 2008. Requerimiento de frío en frutales. Revista Agromensajes de la Facultad, Facultad de Ciencias Agrarias, UNR. 24(04). (Disponible: <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/24/5AM24.htm> verificado: 11 de agosto de 2017).

GOMEZ DE SEGURA, J. 1990. Efecto de cuatro productos químicos utilizados como defoliantes en kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.), cv Hayward. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, 132 p.

GONZÁLEZ-HERRANZ, R.; ORTEGA, L. 2015. Reguladores de la brotación, alternativos a la cianamida hidrogenada, para suplir la falta de horas de frío en viñedos tropicales del litoral ecuatoriano. Revista Científica y Tecnológica UPSE 3(1), 92-99.

GRANT, J.A.; RYUGO, K. 1982. Influence of developing shoots on flowering potential of dormant buds of *Actinidia chinensis*. Hort. Sci. 17, 977-978.

HENZELL, R.F.; BRISCOE, M.R. 1986. Hydrogen cyanamide: a tool for consistently high kiwifruit production. Proceedings of the 1986 New Zealand Kiwifruit Research Conference, New Zealand Kiwifruit Authority, 8-11 pp.

HERNÁNDEZ, G.; CRAIG, R.L. 2014. Comparative study of the effect of alternative budbreak enhancers in "Hayward" and "Hort16A" kiwifruit during different chilling regimes. The 8th International Symposium on Kiwifruit & Chengdu Kiwifruit Festival. Realizado del 18 al 22 de septiembre de 2014, en Dujiangyan, Chengdu, China, 55 p.

HERNÁNDEZ, G.; CRAIG, R.; TANNER, D. 2015. Assessment of alternative bud break enhancers for commercial kiwifruit production of "Zesy002" (Gold 3). En: ANDERSON, J. (Eds.). Advances in Plant Dormancy. Springer, Cham, 289-300 pp.

HUANG, H. 2016. Kiwifruit: The genus *Actinidia*. Academic Press, 350 p.

LEBON, E.; PELLEGRINO, A.; TARDIEU, F.; LECOEURS, J. 2004. Shoot development in grapevine (*Vitis vinifera*) is affected by the modular branching pattern of the stem and intra-and inter-shoot trophic competition. Ann. Bot. 93, 263-274.

LINSLEY-NOAKES, G.C. 1989. Improving flowering of kiwifruit in climatically marginal areas using hydrogen cyanamide. Scientia Hortic. 38, 247-259.

LINSLEY-NOAKES, G.C.; ALLAN, P. 1987. Effects of winter temperatures on flower development in two clones of kiwifruit (Ac-

- tinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Laing et A.R. Ferguson). *Scientia Hort.* 33, 249-260.
- LOTTER, J. DE V. 1984. Potential of kiwifruit production in the Western Cape. *Decid. Fruit Grow.* 34, 122-130.
- LUCAS, F.J.; ALARCÓN, A.; MOLINA, F. 2009. Efectos de Glutabión como promotor de la ruptura del reposo invernal en melocotón. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal* 205, 44-48.
- MCPHERSON, H.G.; RICHARDSON, A.C.; SNELGAR, W.P.; CURRIE, M.B. 2001. Effects of hydrogen cyanamide on budbreak and flowering in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* "Hayward"). *N.Z.J. Crop. Hortic. Sci.* 29, 277-285.
- MONGE BAILÓN, J.; RODRÍGUEZ ABREU, D.M. 2010. Ensayo de inductores de la brotación en viña. Información técnica, Agro-Cabildo, Cabildo de Tenerife, Canarias. (Disponible: http://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/viti_356_vid.pdf verificado: 11 de agosto de 2017).
- POOVAIAH, B.W. 1981. The role of naturally occurring plant hormones in the growth and development of tree fruit crops. En: TUKEY, R.B.; WILLIAMS, M.W. (Eds.). 1981 *Pacific North-west Tree Fruit Shortcourse*. Pullman, Washington, 63-71 pp.
- POWELL, A.A. 1997. The effects of Dormex on replacing lack of chilling in kiwifruit. *Horticulturist-Fruits*, Auburn University, Estados Unidos. (Disponible: <http://www.aces.edu/dept/peaches/kiwidormex.html> verificado: 11 de agosto de 2017).
- REVISTA AGROQUÍMICA SOSTENIBLE. 2012. Productos inductores de la brotación. (Disponible: <http://www.agroquimica.es/productos-inductores-de-la-brotacion-quien-recogera-el-testigo-tras-la-desaparicion-de-la-cianamida-de-hidrogeno> verificado: 10 de julio de 2017).
- RICHARDSON, A.C.; DAWSON, T.E.; HAMPTON, R.E.; BLANK, R.H. 1994. The effects of hydrogen cyanamide and mineral oil on kiwifruit performance. *Proceedings of 47th New Zealand Plant Protection Conference*, 314-319 pp.
- SALINERO, M.C.; LEMA, M.J. 1999. Efectos de la cianamida de hidrógeno en la brotación, fertilidad, composición y producciones de kiwi (*Actinidia deliciosa*, Chevalier, Liang & Ferguson). *Prod. Prot. Veg.* Vol. 14 (3), 355-366.
- SILVEIRA, H.L.; GOMES, R.; AGUIAR, L. 1999. Guia dos produtos fitofarmacêuticos, condições de utilização, reguladores de crescimento. DGPC. Oeiras.
- STRYDOM, D.K.; HONEYBORNE, G.E.; EKSTEEN, G.J. 1971. Delayed foliation on pome and stone fruit. *Decid. Fuit Grow.* 21, 126-129.
- TRAVERSARO, M.L.; RODRÍGUEZ, M.; TORRES, R.F. 2009. Efecto de la aplicación de cianamida de hidrógeno sobre la brotación y fertilidad de yemas en plantas de kiwi (*Actinidia deliciosa*. Chevalier, Liang & Ferguson) cv. Hayward. *Avances en la producción vegetal y animal del NOA 2007-2009*, 32-35 pp.
- VALENZUELA, L. 1987. Estudio sobre el letargo y desarrollo floral del kiwi cv. Hayward. Tesis Mag. Sc. Facultad de Agronomía Pontificia, Universidad Católica Santiago, Chile, 151 p.
- VALENZUELA, J.; LOBATO, A. 1997. Vid Sultanina: compensar el frío. *Revista Tierra Adentro*, 15, 20-22. (Disponible: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR21368.pdf> verificado: 13 de julio de 2017).
- VAN ZYL, H.J.; BESTER, C.J.W.; JOUBERT, A.J. 1977. Cultivation of kiwifruit. *Fruit and Fruit Technology Research Institute, Information Bulletin*, n.º 348, 1 p.
- VELOSO, M.; OLIVEIRA, M.; ANTUNES, M.D.C. 2003. The effect of hydrogen cyanamide on bud break and yield of kiwifruit in Northwest Portugal. *Acta Horticulturae* 610, 161-164.
- WALL, C.; DOZIER, W.; EBEL, R.C.; WILKINS, B.; WOODS, F.; FOSHEE, WIII. 2008. Vegetative and floral chilling requirements of four new kiwi cultivars of *Actinidia chinensis* and *A. deliciosa*. *HortScience* 43(3), 644-647.
- WALTON, E.F.; FOWKE, P.J. 1993. Effect of hydrogen cyanamide on kiwifruit shoot flower number and position. *J. Hortic. Sci.* 68, 529-534.
- WEINBERGER, J.H. 1950. Prolonged dormancy trouble in peaches in the southeast in relation to Winter temperatures. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 56, 107-112.