

Fecha: 31-12-2021

Medio: Revista Redagráfica

Supl.: Revista Redagráfica

Tipo: Actualidad

Título: PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Pág.: 56

Cm2: 626,2

VPE: \$ 1.169.666

Tiraje:

Lectoría:

Favorabilidad:

9.000

18.000

☐ No Definida

Una línea en desarrollo

PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Resulta muy común usar una fitohormona buscando un objetivo específico. Sin embargo, existe una interrelación entre las diferentes hormonas donde muchas veces el efecto corresponde a varias de ellas en conjunto. También ocurre que un único producto incida en la característica deseada pero simultáneamente en otros aspectos no siempre beneficiosos. Se trata de un tema complejo donde aún queda mucho por investigar, indica el especialista Alonso Pérez, sin embargo los conocimientos logrados ya permiten hacer propuestas para evitar el abuso de giberélico, por ejemplo.

Alonso Pérez, Ph.D., profesor de la Pontificia Universidad Católica de Chile, investigador principal de "Manejo de reguladores de crecimiento en vid de mesa y su impacto en la calidad de fruta y post cosecha", actualiza la información obtenida en esta materia por su grupo de trabajo en el Laboratorio de Fisiología Frutal de dicha casa de estudios.

En primer lugar puntualiza que entre las hormonas vegetales existe una regulación cruzada o *crosstalk*: muchas veces un efecto se origina en la interacción de dos o más de ellas. Frecuentemente eso hace difícil entender su acción y, por otra parte, en ocasiones los procesos se modifican en forma radical al usar bioestimulantes.



Las hormonas conocidas son el etileno, las auxinas, las giberelinas, las citoquininas, el ácido abscísico, el ácido jasmónico, los brassinosteroides, el ácido salicílico, las estrigolactonas y algunos expertos/investigadores también incluyen a las poliaminas.

UNA REVISIÓN DEL ORIGEN DEL RACIMO

La formación del primordio de racimo se inicia en el año anterior a aquel en el cual efectivamente se expresa la inflorescencia. En un momento dado detiene su crecimiento y permanece en latencia hasta el fin del invierno del siguiente. Todo comienza en una yema latente en la axila de la yema pronta. Esta última se llama así porque, a diferencia de la yema latente, genera laterales durante la misma temporada (femenelas).

El primordio que resultará en una inflorescencia se origina en una estructura anterior que también podría generar zarcillos: hay una competencia que en algún momento se define y el desarrollo va hacia zarcillo a hacia racimo. Anlage es el nombre de dicha estructura primordial o primordio no comprometido, que terminará en zarcillo o racimo floral. El anlage se divide y forma brazos. Si solo forma un brazo interno (cerca del ápice vegetativo) y otro externo, sin mucha más ramificación, entonces saldrá un zarcillo; en cambio si el brazo interno en particular se ramifica muchas veces, y también el brazo externo, se terminará en un primordio de inflorescencia bien desarrollado.

En la zona central de Chile el proceso descrito parte en las primeras semanas de octubre o un poco antes, dependiendo de la fecha de brotación. Continúa hasta diciembre como máximo, cuando las yemas reciben el estímulo para entrar en receso. El primordio ya no se diferenciará más hasta que la yema vuelva a entrar en actividad al final del invierno de la temporada siguiente, es decir justo antes de brotar. Luego formará los

brazos de la inflorescencia y las flores individuales.

En síntesis, el primer año ocurren tres etapas para del futuro racimo: formación de la yema, formación del primordio no comprometido y diferenciación a primordio de inflorescencia.

INFLUENCIA DE LA LUZ Y LA TEMPERATURA EN LA FORMACIÓN DE PRIMORDIOS DE INFLORESCENCIA

¿Qué hace que un primordio no comprometido, un anlage, termine como zarcillo o como primordio de inflorescencia? Básicamente intervienen en el proceso la temperatura, la luz (radiación) y los balances hormonales.

La figura 1 muestra la relación entre un índice de fertilidad y la luz medida como micromoles por metro cuadrado por segundo. La fertilidad corresponde a la capacidad de fructificar de la yema contando el número y tamaño de los primordios. Se trata de un estudio muy interesante pues por primera vez se vinculó en forma cuantitativa la luz y la fertilidad. Se aprecia que las variedades de vino (Chardonnay y Cabernet Sauvignon) presentan una capacidad de fructificar y generar primordios mayor que las variedades



Las cubiertas puedan aumentar o disminuir la fertilidad en lugares específicos, dependiendo de las condiciones de luz y temperatura.

Fecha: 31-12-2021

Medio: Revista Redagráfica

Supl.: Revista Redagráfica

Tipo: Actualidad

Título: PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Pág.: 57

Cm2: 292,1

VPE: \$ 545.647

Tiraje:

9.000

Lectoría:

18.000

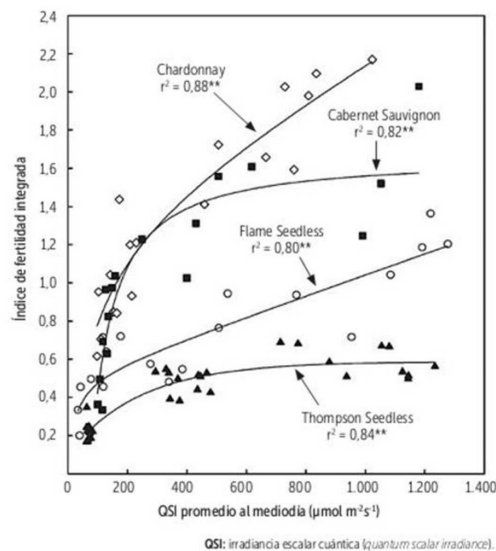
Favorabilidad:

■ No Definida



La fertilidad de la uva de mesa depende de las primeras etapas de formación del racimo, que ocurren en el año anterior.

Figura 1. Efecto de la luz sobre la fertilidad de las yemas (Sánchez y Dokoozlian, 2005).



de uva de mesa. Estas últimas muestran dos tipos de respuesta: Thompson seedless aumenta la fertilidad al incrementarse la luz, pero se satura rápidamente y se estabiliza; Flame seedless exhibe una tendencia lineal, o sea a mayor radiación más alto el índice de fertilidad. Se entiende entonces la dificultad

de Thompson para alcanzar una fertilidad comparable a otros cultivares. Flame seedless, en tanto, si bien presenta una fertilidad basal que tampoco es muy buena, mejora sustancialmente con la exposición a la luz.

A partir de la figura 1 es posible postular que el mínimo de luz para tener una ferti-

FORMACIÓN DE FLORES EN INVIERNO, UN HECHO ANECDÓTICO

En situaciones muy excepcionales puede ocurrir el desarrollo de flores durante el invierno, cuando no se logran plenamente las condiciones de receso invernal y hay altas temperaturas nocturnas. Se trata, sin embargo, de un hecho anecdótico, poco relevante, en especial en climas de temperatura baja durante el receso.

dad aceptable en uva de mesa se ubica en torno a los $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. A nivel de terreno, en un día despejado de verano a mediodía puede haber $2.000 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$; los $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ se producen bajo una canopia con un promedio de dos capas de hojas, aproximadamente.

En cuanto a temperatura, el requerimiento es relativamente alto. En cámara de crecimiento la diferenciación de inflorescencias sucede sobre los 22°C , y la diferenciación máxima de muchos cultivares se produce con 25 a 28°C e incluso hasta 30°C . Esta condición resulta exigente para primaveras como las de la zona central de Chile, inestables, con ocurrencia de días fríos, nubosos, sin mucha frecuencia de altas temperaturas. Copiapó y Perú, en cambio, claramente tienen mayor facilidad para generar un mayor número de primordios de inflorescencias. Afortunadamente no se requiere de dichas temperaturas en forma continua, sino que basta con pulsos de un par de horas al día para lograr la diferenciación.

En Chile las cubiertas plásticas han demostrado aumentar la temperatura ambiental, sobre todo al inicio de la temporada, aunque disminuyen la luminosidad en un cierto grado, dependiendo de la calidad del material y de su antigüedad. El balance de ambos

Fecha: 31-12-2021

Medio: Revista Redagráfica

Supl.: Revista Redagráfica

Tipo: Actualidad

Título: PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Pág.: 58

Cm2: 569,3

VPE: \$ 1.063.387

Tiraje:

Lectoría:

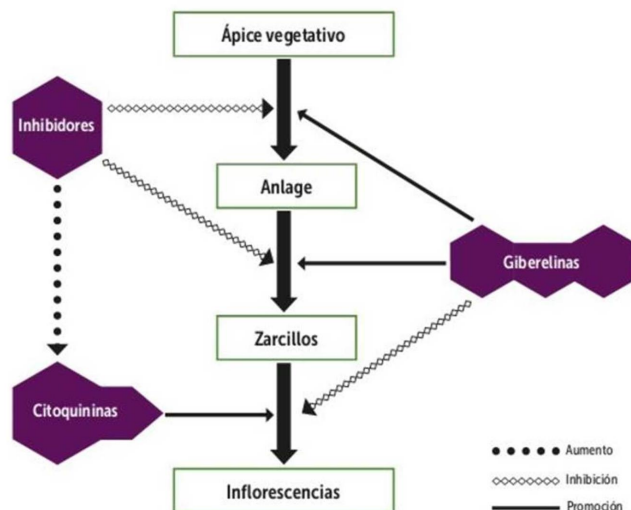
Favorabilidad:

9.000

18.000

■ No Definida

Figura 2. Esquema hipotético del control hormonal en la formación del anlage, zarcillos e inflorescencias en vides (*Vitis vinifera* L.). Srinivasan y Mullins, 1980.



factores hace que las cubiertas puedan aumentar o disminuir la fertilidad en lugares específicos. Si la limitante es la luz, probablemente la fertilidad se reducirá; si es la temperatura, posiblemente aumentará.

HORMONAS QUE INTERVIENEN EN LA "DISPUTA" ZARCILLO-INFLORESCENCIA

La figura 2 corresponde a un esquema de la acción hormonal sobre el proceso. El anlage se forma desde el ápice vegetativo. A partir del anlage surge un primordio de zarcillo y, si la ramificación prosigue, un primordio de inflorescencias.

Las giberelinas son cruciales en la estimulación del anlage y en la división que lleva a la primera ramificación, al primordio de dos brazos. Pero luego inhiben la generación de inflorescencias. Las citoquininas, por su parte, promueven la ramificación del brazo interno y del brazo externo y, por lo tanto, la formación de primordios de inflorescencias. Los "inhibidores" corresponden a antigiberélicos aplicados en el estudio de los años 70 de donde se extrajo la figura, investigación que demostró el efecto de estas hormonas y que fue ratificado en años recientes a nivel molecular.

De acuerdo a lo señalado, se requiere que el balance cambie desde un predominio inicial de giberelinas a una concentración de citoquininas. La mantención de un nivel alto de giberelinas podría significar que el desarrollo termine solo en zarcillos, sin formación de primordios de inflorescencias.

LAS APLICACIONES DE HORMONAS PARA UN OBJETIVO PUEDEN TENER EFECTOS EN OTROS PROCESOS

Como se aprecia en la figura 3, al

mismo tiempo que está ocurriendo el desarrollo final de las inflorescencias y la formación de flores, se está también formando la yema compuesta que dará origen a las flores de la temporada siguiente. Así, las prácticas de manejo que se efectúan para regular el número de flores, elongar el raquis y el escobajo, pueden eventualmente afectar la diferenciación de las yemas si estas son alcanzadas por los productos. Particularmente la utilización de ácido giberélico destinada a modificar la estructura del raquis, la estructura del racimo, el número de bayas y el tamaño de bayas, tiene el potencial de alterar el proceso de diferenciación de primordios de inflorescencias del año venidero. Se trata de un efecto no deseado ni claramente apreciado.

Las aplicaciones exógenas de hormonas para elongar el raquis, ralear bayas o hacerlas crecer, tienen su mayor efecto cuando dichos procesos están ocurriendo. Sin embargo, debe tenerse presente que también van a estar ocurriendo sobre otros procesos. Por ejemplo, la aplicación para elongar el raquis puede afectar el raleo —a veces ambos efectos se confunden un poco— pero asimismo adelantar la madurez de las bayas, que todavía están herbáceas. Y en la época de hacer crecer las bayas el ácido giberélico puede producir notables alteraciones del proceso de madurez. A menudo pensamos en una aplicación para un efecto, cuando estas hormonas son capaces de alterar varios procesos simultáneamente.

Por ejemplo un ensayo de la influencia de ácido giberélico, aplicado en Crimson seedless en el 80% de floración, sobre el peso promedio de racimos y la fertilidad de retorno al año siguiente, mostró que efectivamente el peso de los racimos disminuyó por el raleo, principalmente, pero en la temporada siguiente se observó una notable disminución de racimos por parra (Dokoozlian, 2001). El fenómeno se explica justamente por la inhibición en la formación de primordios de inflorescencia. Esto puede ocurrir incluso en cultivares de muy buena fertilidad en la medida que se use ácido giberélico en etapas tempranas y hasta algunos momentos iniciales del desarrollo de baya.

El ácido giberélico se usa ampliamente para estimular el crecimiento de las bayas en variedades sin semillas. Aunque en bastante menos

cantidad, también se utiliza para variedades modernas.

ACCIÓN DE DIFERENTES HORMONAS DURANTE EL DESARROLLO DEL RACIMO

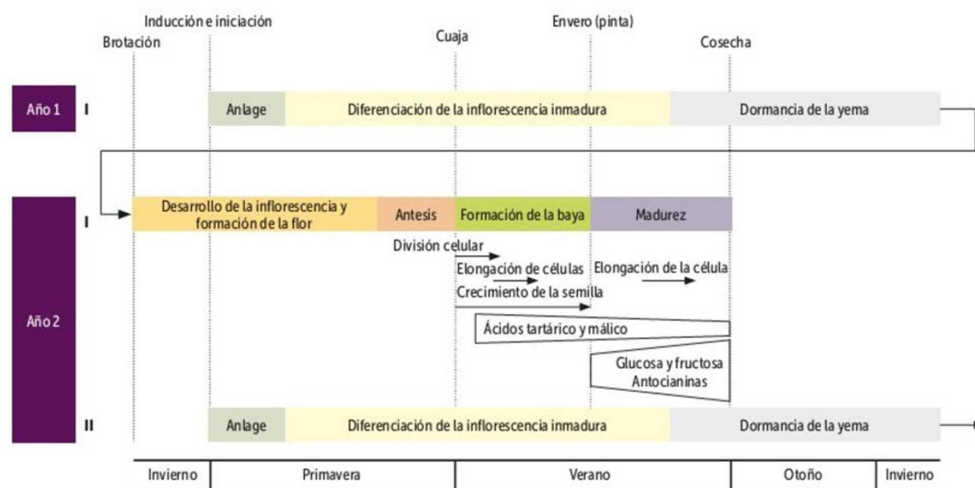
La figura 4 muestra el desarrollo de la baya, una curva doble sigmoidea con una primera fase exponencial de crecimiento, el cual luego se detiene (fase 2) y se reanuda hasta la maduración (fase 3). La mayor parte de lo que se observa como crecimiento, incluso en la fase 1, se debe a expansión de las células. La división celular se encuentra concentrada en un par de semanas después de floración y resulta poco perceptible, aunque es muy importante desde el punto de vista del desarrollo. La fase 3 se caracteriza por ablandamiento, expansión celular más acumulación de compuestos y azúcar, y cambios de color (en ese orden).

El cuadro 1 (página 66) esquematiza la regulación natural, en el racimo, de algunos procesos, no todos, vinculados con distintas hormonas, hasta donde se ha podido dilucidar y quedando muchos detalles por conocer.

Las auxinas aumentan en la etapa de baya verde a baya verde más madura. Si bien son difíciles de estudiar, se sabe que tienen un papel relevante en la retención o caída de bayas luego de la cuaja y también en el desarrollo inicial del fruto. Las citoquininas tienen un rol parecido. Las poliaminas y el ácido jasmónico muestran mayores niveles en este mismo periodo, pero no están claramente asociados a un efecto de división o crecimiento.

En el envero o pinta el ácido abscísico (ABA) es relevante en la madurez

Figura 3. Representación esquemática bianual del ciclo reproductivo y de desarrollo de la uva. El comienzo y término de las etapas fenológicas y la cosecha puede variar considerablemente de acuerdo a la región, clima estacional, cultivar y manejo agronómico (a partir de Coombe e Iland, 2004).



Fecha: 31-12-2021

Medio: Revista Redagráfica

Supl.: Revista Redagráfica

Tipo: Actualidad

Título: PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Pág.: 59

Cm2: 281,5

VPE: \$ 525.929

Tiraje:

Lectoría:

Favorabilidad:

9.000

18.000

■ No Definida

Primordio de inflorescencia visto con lupa (análisis de yemas).



de la baya. Los niveles de etileno aumentan. Los brasinoesteroides (BR) se gatillan, cumplen un rol importante, y podrían participar (también) en momentos tempranos en la retención o caída de bayas.

No aparece en la figura, pero Alonso Pérez agrega que después de pintar algunos procesos podrían estar mediados por los BR y cambios en el tipo de actividad del ABA que se encuentra presente.

LA REVALORIZACIÓN DE LAS CITOQUININAS PARA AUMENTAR LA DIVISIÓN CELULAR

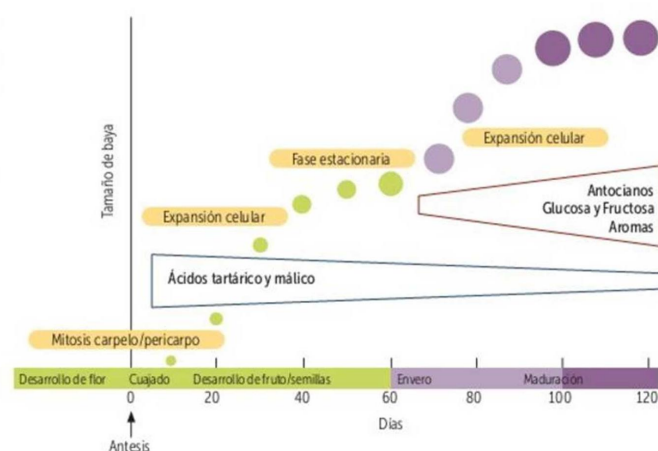
Hasta poco antes del año 2000 se intentó estimular el crecimiento de la baya con el uso conjunto de ácido giberélico y citoquininas en la fase 1 de su desarrollo. Sin embargo, se generaban problemas tales como rigidez del

escobajo que se hacía más quebradizo, desgrane y pudriciones. Eso llevó a descartar las citoquininas en esa etapa, "culpándolas" de un hecho que en realidad se derivaba de la integración de ambas hormonas.

Las citoquininas tienen que ver con la división celular durante un periodo muy corto, desde algunos días antes de cuaja a algunos días después. Las giberelinas, en cambio, se asocian a la expansión celular, que ocurre durante un tiempo más largo. Pensando en esto y en el uso a veces excesivo de ácido giberélico, abusando de la expansión y provocando fisuras, *hairline* y pudriciones en postcosecha, se probó un programa en el cual se tiene en cuenta que la división ocurre temprano y la expansión en forma posterior.

La evidencia científica (Coombe, 1976) indica que la división celular su-

Figura 4. Desarrollo de la baya a partir de antesis.



cede en su mayor medida previamente a antesis. Por lo tanto, el momento de intervenir para lograr más células corresponde a la formación de la flor. De allí nació la idea de usar citoquininas y estimular el desarrollo del ovario en prefloración.

Ensayos con partidura inducida en cosecha demostraron que el uso de las citoquininas (CPPU) en prefloración disminuye las fisuras asociadas al crecimiento de la baya y aumenta la resistencia de la cutícula.

Al analizar el uso excesivo de ácido giberélico se observó lo contrario. Se comparó 5 aplicaciones versus 6, con una aplicación más bien tardía, cercana a pinta, y se detectó un incremento de bayas con mayor cantidad de fisuras.

Una gran conclusión de la investigación indicada es la necesidad de establecer programas armónicos de aplicaciones de reguladores de crecimiento, sin abusar de algunos de ellos, como sucede con el ácido giberélico.

Fecha: 31-12-2021

Medio: Revista Redagráfica

Supl.: Revista Redagráfica

Tipo: Actualidad

Título: PROGRAMAS ARMÓNICOS DE HORMONAS VEGETALES EN UVA DE MESA

Pág.: 61

Cm2: 308,2

VPE: \$ 575.717

Tiraje:

Lectoría:

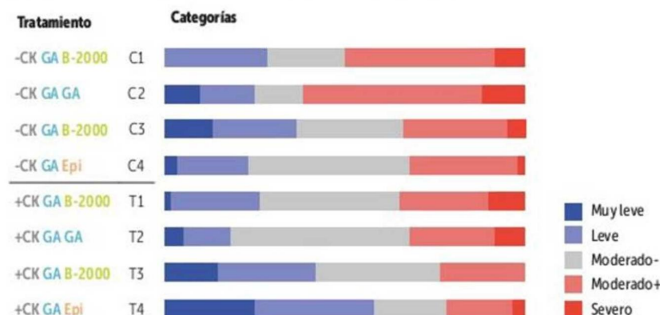
Favorabilidad:

9.000

18.000

■ No Definida

Figura 5. Prueba de partidura inducida en cosecha. Hubo diferencias significativas para las categorías muy leve ($p < 0,0001$), moderado ($p = 0,0019$), moderado+ ($p = 0,0393$) y severo ($p = 0,0290$).



visual. Con brasinoesteroides hasta ahora todo indica que no provoca efectos indeseados en postcosecha.

TODAVÍA QUEDA MUCHO POR SABER, PERO RESULTA POSIBLE UN PROGRAMA ALTERNATIVO

Un reciente estudio, que refleja la complejidad de la interacción de las hormonas, mostró que al impedir el crecimiento físico de las bayas se detiene la secuencia de ablandamiento, expansión de la baya-acumulación de azúcares y finalmente desarrollo de antocianinas-color en el envero o pinta. A nivel hormonal en esta secuencia el rol clave corresponde al ácido abscísico, mientras las auxinas y las citoquininas son reportadas como antagonistas de la maduración y en algunos casos también las auxinas porque podrían inhibir el crecimiento, particularmente durante en los estados tardíos de expansión. Como se aprecia, hay una serie de aspectos a considerar cuando varias hormonas intervienen en procesos complejos.

Frente a la consulta sobre una recomendación de uso de ácido giberélico, citoquininas y brasinoesteroides a partir de los resultados disponibles, Alonso Pérez señala, a grandes rasgos:

“Podemos llegar a unos 200 a 300 g totales de ácido giberélico por año y lograr un resultado súper comparable al

“Podemos llegar a unos 200 a 300 g totales de ácido giberélico por año y lograr un resultado súper comparable al de los programas tradicionales, con posibles aumentos en calibre, fruta mejor terminada y mayor potencial en postcosecha”.

de los programas tradicionales, con posibles aumentos en calibre, fruta mejor terminada y mayor potencial en postcosecha. Eso se basa en la utilización de citoquininas en preflor -4 a 6 ppm en una o dos aplicaciones dependiendo de las condiciones de uniformidad en el huerto- y tal vez algún apoyo durante la etapa final de desarrollo de la baya que en nuestro caso ha sido mediante pruebas de brasinoesteroides”. Ra



Prueba de partidura inducida.