

Evaluación de efectividad de **Actium**® como precursor de la coloración en Manzano (*Malus domestica*)

Uno de los principales atributos exigidos por el mercado frutícola es una óptima coloración de los frutos. En muchos mercados y países no logra cumplir con esta exigencia provocando su rechazo. El departamento de I+D de Grupo Agrotecnología ha trabajado durante 3 años en el desarrollo de **Actium**®, bioestimulante de acción fisiológica que actúa como precursor de la coloración de los frutos. Aquí exponemos los resultados de uno de los ensayos realizado en Chile en manzano (*Malus domestica*) cv. Cripp's Pink o Pink Lady.

David Pérez Ansotegui, Ingeniero Agrónomo, Director técnico de Grupo Agrotecnología. / Gema Llorens Canosa, Bióloga, Responsable del departamento técnico de Grupo Agrotecnología. Amaya Jordá Sierra, Ingeniero técnico Agrícola, Directora de marketing de Grupo Agrotecnología.

El manzano es un frutal de especial importancia en Chile, ocupa una superficie de 37.206 hectáreas, 29.698 roja y 7.508 de verde, (Odepa, 2014). A la manzana de exportación en Chile se le exige una elevada calidad (p.ej., óptima coloración, intensidad y brillo). El desarrollo del color es el principal limitante para aumentar el rendimiento exportable de este cultivo. Este problema se da en muchas variedades, los mercados demandan un mayor desarrollo del color en superficie y en intensidad.

PRECURSORES DEL COLOR EN LAS MANZANAS

Los antocianos son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células cuticulares vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos. Específicamente en manzanos es un tipo de antocianinas denominadas Idaeina (3-Galactosido de cianadina) encargada de dar la tonalidad roja a cierto tipo de manzanas. Su generación depende fundamentalmente de varias reacciones como la fotosíntesis, glicólisis, ciclo de pentosas, fosfatos y cianidina. Esta última es el precursor inmediato de la idaeina y deriva del ácido fenilpirúvico.

VARIABLES QUE INFLUYEN EN LA FORMACIÓN DE COLOR

La variedad es uno de los factores más importantes que influyen en la formación del color en la manzana, cada especie tiene un color, intensidad y brillo diferente. Por otra parte, mientras hay variedades que tienen dificultad para alcanzar su coloración óptima, hay otras que la alcanzan fácilmente.

Los factores climáticos cobran especial importancia en este sentido. Para la formación de color es necesaria una oscilación térmica ente el día y la noche. Las temperaturas elevadas reducen la formación de carbohidratos, necesarios para la síntesis de precursores de la idaeina, en concreto, inhiben

la enzima catalizadora de la formación de cianidina, denominada liasa.

La luz es otro factor clave. La cantidad de luz ultravioleta (UV) y luz roja recibida por el cultivo es fundamental para conseguir el desarrollo de la coloración. Elevadas altitudes presentan mejor cantidad y calidad de luz.

La nutrición también es importante, un exceso de fertilización nitrogenada produce un incremento de follaje en la planta que sombrea el cultivo. Además, el crecimiento vegetativo requiere de la síntesis del aminoácido fenilalanina para la formación de proteínas, entrando en competencia con el uso de dichos aminoácidos para la síntesis de antocianos. Por otra parte, si existe elevado nivel de nitrógeno amoniacal, el ácido fenilpirúvico puede desviarse a la formación de enzimas estructurales.

El potasio actúa como cofactor en las reacciones precursoras de la idaeina. Para obtener un buen color, el manzano debe tener un adecuado aporte de potasio.

MODO DE ACCIÓN DE ACTIUM®

Actium® ejerce una acción fisiológica y no hormonal sobre el cultivo, por lo que no acorta la vida útil del fruto. Actúa directamente sobre el cloroplasto, manteniendo la estructura y la función de las membranas tilacoidales y regu-

lando el nivel de los productos de oxidación, equilibrio redox.

Como resultado se mejora la tasa fotosintética, aumentando la síntesis de hidratos de carbono que rápidamente se dirigen a los órganos de reserva, frutos, estimulando la formación de pigmentos de color.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

Fundo Chumaquito, Requinoa VI Región, Chile.

Consultora externa: Asesores y Ensayos Vercellino.

Objetivos

Evaluación de la eficacia del producto **Actium**® en manzanos (*Malus domestica*) cv. Cripp's Pink o Pink lady.

Diseño experimental

Diseño completamente al azar (D.C.A) con 4 repeticiones. Parcelas de 4 árboles cada una. Distancia de Plantación: 4,5*3 m. Con el propósito de cumplir con los objetivos del ensayo se eligió un predio con árboles sanos y parejos en su desarrollo. En el ensayo se realizaron tres tesis de tratamientos que se detallan a continuación:

Tratamiento T0: testigo expuesto a tratamiento habitual de nutrición potásica a una dosis de 200 cc/hl.

Tratamiento T1: **Actium**® a una dosificación de 500 g/ 1000 l y un corrector de potasio **Back-K**® a una dosis de 200 cc/hl.

Tratamiento T2: **Actium**® a una dosificación de 500 g/1000 l y **Lecitec**® a 300 cc/hl para mejorar la vida útil del cultivo y proporcionar elasticidad a la pared celular del fruto.

Las tesis a comparar así como las dosis empleadas y número de aplicaciones se detallan en la tabla 1. Las aplicaciones se realizaron con pulverizador de alta presión (30 bar), y con un gasto medio de caldo equivalente a 2000 l/ha, que supone a un mojamiento de 2,7 l/planta.

En la tabla 2 se detalla el mapa del ensayo con las diferentes tesis de tratamientos y las repeticiones de cada una de las tesis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de las tres aplicaciones se observaron una serie de efectos

TABLA 2. Mapa de ensayo

| | | |
|----------|----------|----------|
| T0 R4 | T1 R4 | T2 R4 |
| T0 R3 | T1 R3 | T2 R3 |
| T0 R2 | T1 R2 | T2 R2 |
| T0 R1 | T1 R1 | T2 R1 |

TABLA 1. Tratamientos y datos de aplicaciones

| Tratamientos | Producto | Dosis | Tipo de aplicación | Números de aplicaciones | Estado fenológico en 1ª aplicación | Calibración maquinaria de aplicación | Mojamiento real/ha |
|--------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|---|------------------------------------|---|--|
| T0 | Testigo | 200 cc/hl | Foliar | A (3/03/2014) B (13/03/2014) C (24/03/2014) | A (inicio de cambio de color) | 200 cc/100l (4cc/planta) | 2000 l de agua/ha (2.71l de agua/planta) |
| T1 | Actium ® + Back K ® | 500 g/1000l + 200 cc/hl | Foliar | A (3/03/2014) B (13/03/2014) C (24/03/2014) | A (inicio de cambio de color) | 500 g Actium ®/1000l (1.35g/planta) y 200cc. de Back K ®/100l (4cc/planta) | 2000 l de agua/ha (2.71l de agua/planta) |
| T2 | Actium ® + Lecitec ® | 500 g/1000l + 300 cc/hl | Foliar | A (3/03/2014) B (13/03/2014) C (24/03/2014) | A (inicio de cambio de color) | 500 g Actium ®/1000l (1.35g/planta) y 300cc. de Lecitec ®/100l (8,1cc/planta) | 2000 l de agua/ha (2.71l de agua/planta) |

claramente distinguibles entre las diferentes tesis. El ensayo se realizó según los criterios reales de recolección para exportación de la empresa productora donde se realizó el ensayo.

Color

Para el estudio de la variable color se utilizó una escala de color, reflejada en la figura 1, compuesta por cuatro grados, del 1 al 4, que corresponden respectivamente a los rangos de 0-25%, 25-50%, 50-75% y 75-100% de superficie de fruto con coloración final alcanzada.

Rendimiento exportable

Para el parámetro rendimiento exportable se utilizaron los criterios de recolección para exportación habitualmente exigidos por el cliente o importador. En este sentido, se realizó una primera pasada de cosecha con las manzanas que habían alcanzado este parámetro de coloración, 7 días más tarde se realizó una segunda pasada de cosecha. Los resultados determinaron que la tesis T1 presentó un 36% más de fruta recolectada, respecto a T0, en el primer pase de cosecha, tras haber alcanzado la exigencia de coloración óptima para su recolección. La tesis T2 presentó un 28% más de rendimiento exportable, respecto de la tesis T0. El test realizado para la primera pasada de cosecha fue LSD, para Alfa=0,05 y DMS=11,14512, con un error de 31,1189 y gl 6. Estadísticamente hablando letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo en el T0 la letra A, el T1 la B y el T2 la letra B.

Evaluación de otros parámetros en cosecha

Según las directrices planteadas en el ensayo, una vez realizada la cosecha se evaluaron otros parámetros como el diámetro ecuatorial, basal, la turgencia y el peso de los frutos. Para la medición de la presión y el diámetro ecuatorial y basal se utilizaron un penetómetro digital y un calibre de lazo universal. En todos los parámetros estudiados se observaron diferencias significativas a favor de las tesis tratadas con Actium®, tal y como se muestra en la tabla 5.

RESULTADOS ESTADÍSTICOS Y CONCLUSIONES

En base al presente ensayo se puede concluir que Actium® logró un buen efecto en aumento de color de frutos, teniendo diferencias significativas con el testigo en ambos tratamientos. La tesis tratadas con Actium® obtuvieron un 36% (T1) y un 28% (T2) más de rendimiento exportable en la primera pasada de cosecha, tras alcanzar la coloración exigida, que el testigo (T0) tratado con un tratamiento habitual de nutrición potásica.

FIGURA 1. Escala de color



Las medias resultantes en las tres tesis arrojaron resultados estadísticamente diferentes tal como se refleja en la tabla 3 y en la figura 2. El tratamiento T0 obtuvo una media de 2,06 puntos en la escala de color, el tratamiento T1 obtuvo 2,74 puntos y el T3: 3,03 puntos. El test realizado fue Least Significant Difference (LSD), para Alfa=0,05 y DMS=0,18819, con un error de 0,4572 y gl 297. Estadísticamente hablando letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo en el T0 la letra A, el T1 la B y el T2 la letra C.

| Tratamiento | Medias | Estadísticas |
|-------------|--------|--------------|
| T0 | 2,06 | A |
| T1 | 2,74 | B |
| T2 | 3,03 | C |

Variable color Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,18819 Error: 0,4572 gl: 297
Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

FIGURA 2. Gráfico con los resultados de las medias de la graduación de la escala para la variable color en el momento de cosecha

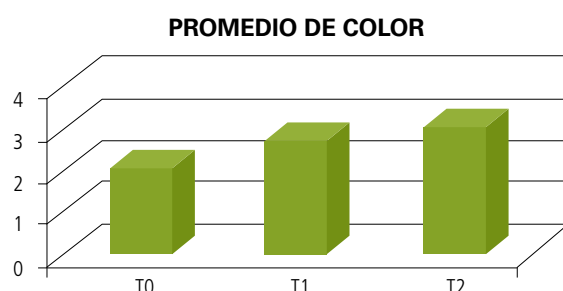


FIGURA 3. Gráfico sobre kilos por planta recogidos en la primera pasada de cosecha en las diferentes tesis.

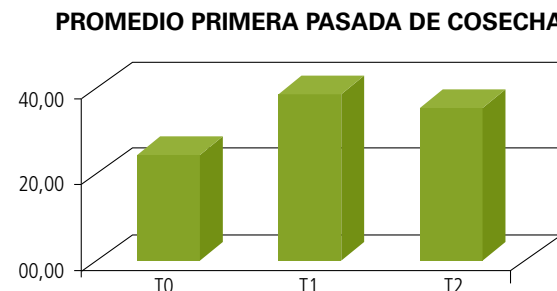


TABLA 4. Kilos por planta recogidos según los parámetros de coloración para exportación en primera y segunda pasada de recolección.

| Tesis | Primera pasada | Segunda pasada | Kilos totales |
|-------|----------------|----------------|---------------|
| T0 | 24,73A | 40,73 A | 65,47 A |
| T1 | 39,00 B | 28,87 A | 67,87 A |
| T2 | 36,03 B | 30,10 B | 66,13 A |

Variable kilos 1ª pasada cosecha Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=11,14512, Error: 31,1189 gl:6
Variable kilos 2ª pasada cosecha Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=20,09656, Error: 25,5389 gl:6
Variable kilos totales Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,55204, Error: 1,6317 gl:6
Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

TABLA 5. Evaluación de diferentes parámetros en el momento de la cosecha.

| Rótulos de fila | Diámetro ecuatorial (cm) | Diámetro basal (cm) | Presión lado 1 (kg/cm²) | Presión lado 2 (kg/cm²) | Promedio presión (kg/cm²) | Peso fruto (g) |
|-----------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------|
| T0 | 6,548 A | 5,699 A | 11,2575 A | 11,0875 A | 11,1725 A | 126,07 A |
| T1 | 7,069 B | 6,237 B | 11,8925 AB | 12,0775 B | 11,985 B | 160,26 B |
| T2 | 6,999 B | 6,278 B | 11,585 B | 11,6075 C | 11,59625 B | 156,39 C |

Variable: Diámetro ecuatorial Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,11366 Error: 0,1668 gl: 297
Variable: Diámetro basal Test: LSD Fichser Alfa= 0,05 DMS=0,12579 Error: 0,2043 gl: 297
Variable: Presión lado 1 Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,38255 Error: 1,8893 gl: 297
Variable: presión lado 2 Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,35530 Error: 1,6298 gl: 297
Variable: promedio presión Test: LSD Fichser Alfa=0,05 DMS=0,28568 Error: 1,0537 gl:297
Variable: peso fruto Test: LSD Fichser Alfa=0,05 DMS=6,35829 Error: 521,9244 gl:297
Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)