



Evaluación de efectividad de Actium como precursor de la coloración en manzano

Uno de los principales atributos exigidos por el mercado frutícola es una óptima coloración de los frutos. En muchos mercados y países la fruta 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. Conocemos aquí 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 y director técnico de Grupo Agrotecnología)

Gema Llorens Canosa (Bióloga y responsable del departamento técnico de Grupo Agrotecnología)

Amaya Jordá Sierra (Ingeniero técnico agrícola y 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 (por ejemplo una óptima coloración, intensidad y brillo). El desarrollo del color es el principal limitante para aumentar el rendimiento exportable de este cultivo. Este problema de color se da en muchas variedades ya que los mercados demandan un mayor desarrollo del color en superficie y en intensidad.

Precusores 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 cianidina) 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 fenilpiruvico.

Variables que influyen en la formación de color

El factor varietal es uno de los factores más importantes que influyen en la formación del color en la manzana. Cada variedad 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



viveralia

3-5 Feb 2015



IFA
INSTITUCIÓN
FERIAL
ALICANTINA

**VIVERALIA// 12º SALÓN
PROFESIONAL
INTERNACIONAL de la Planta
Ornamental y Afines**

**VIVERALIA// 12nd INTERNATIONAL
PROFESSIONAL FAIR of ornamental
plant and similar**

| Tratamiento | Producto | Dosis | Tipo de aplicación | Número 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/100 l (4cc/planta) | 2.000 l de agua/ha (2,7 l de agua/planta) |
| T1 | Actium® + Back K® | 500 gr/1.000 l + 200 cc/hl | Foliar | A (3/03/2014) B (13/03/2014) C (24/03/2014) | A (Inicio cambio de color) | 500 g Actium®/ 1.000 l (1,35 g/planta) y 200 cc. de Back-K/100 l (4cc/planta) | 2.000 l de agua/ ha (2,7 l de agua/planta) |
| T2 | Actium® + Lecitec® | 500 gr/1.000 l + 300 cc/hl | Foliar | A (3/03/2014) B (13/03/2014) C (24/03/2014) | A (Inicio cambio de color) | 500 g Actium®/ 1.000 l (1,35 g/planta) y 300 cc. de Lecitec/100 l (8,1 cc/ planta) | 2.000 l de agua/ha (2,7 l de agua/ planta) |

Tabla 1.- Tratamientos y datos de aplicaciones.

vegetativo requiere de la síntesis del aminoácido fenilalanina para la formación de proteínas, entrando en competición con el uso de dichos aminoácidos para la síntesis de antocianos. Por otra parte, si existe elevado nivel de nitrógeno amoniacal, el ácido fenilpiruvico 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 regulando 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 tratado con tratamiento habitual de nutrición potásica a una dosis de 200 cc/hl.
- Tratamiento T1: Actium a una dosificación de 500 g/ 1.000 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.

| | | |
|----------|----------|----------|
| 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 2- Mapa de ensayo.



Figura 1. Escala de color. (De izq. a dcha.: del 4 (máx.) al 1 (mín.).)

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 2.000 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 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.

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 ($p < 0,05$)

Tabla 3: Resultados de las medias de la graduación de la escala para la variable color en el momento de cosecha.

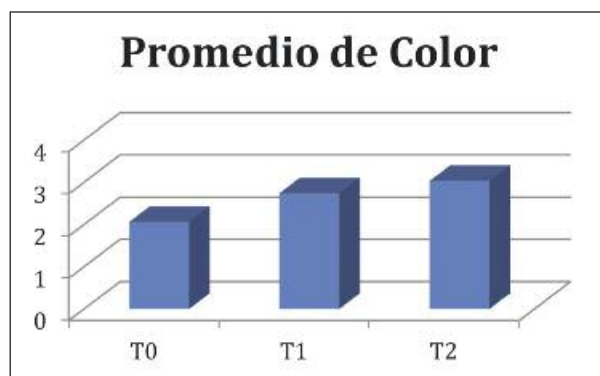


Figura 2: Gráfico con los resultados de las medias de la graduación de la escala para la variable color en el momento de cosecha.

| Tesis | 1era pasada | 2da pasada | Kilos totales |
|-------|-------------|------------|---------------|
| T0 | 24,73 A | 40,73 B | 65,47 A |
| T1 | 39,00 B | 28,87 A | 67,87 A |
| T2 | 36,03 B | 30,10 A | 66,13 A |

Tabla 4: Kilos por planta recogidos según los parámetros de coloración para exportación en primera y segunda pasada de recolección. 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 ($p \leq 0,05$)

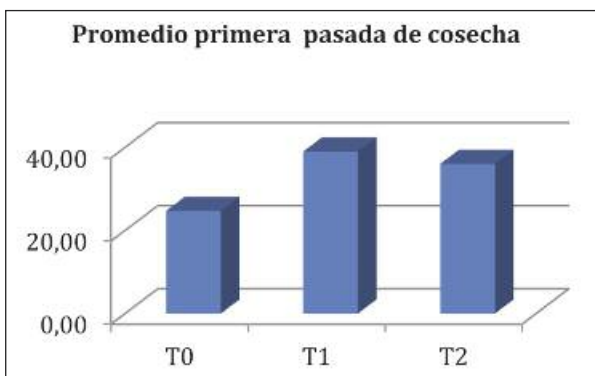


Figura 3: Gráfico sobre kilos por planta recogidos en la primera pasada de cosecha en las diferentes tesis.

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

| Rótulos de fila | Díametro ecuatorial (cm) | Díametro Basal (cm) | Presión lado 1 (kg/cm ²) | Presión lado 2 (kg/cm ²) | Promedio presión (kg/cm ²) | 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 B | 12,0775 C | 11,985 C | 160,26 B |
| T2 | 6,999 B | 6,278 B | 11,585 AB | 11,6075 B | 11,59625 B | 156,39 B |

Tabla 5: Evaluación de diferentes parámetros en el momento de la cosecha.

- Variable: Diámetro ecuatorial Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,11366 Error: 0,1668 gl: 297
- Variable: Diámetro basal Test: LSD Fisher 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 Fisher Alfa=0,05 DMS=0,28568 Error: 1,0537 gl: 297
- Variable: peso fruto Test: LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,35829 Error: 521,9244 gl: 297
- Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

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.■

Referencias bibliográficas

- Baggiolini, M. et al. (1990). Control visual en el cultivo del manzano. Volumen 3 de Breviarios de biología. Editor Oikos-Tau, S.A. Ediciones.
- Díaz-Hernández, M.B.; Ramos-Cabrer, A.M.; Pereira-Lorenzo, S. (2007). Estudio comparativo de los principales cultivares de manzano (*Malus x domestica*) de Asturias, País Vasco y Galicia. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid. Monografías INIA. Serie agrícola 23 / 2007, España.
- Ferree, D.C.; Warrington, I.J. (2003). Apples: Botany, Production and Uses. CABI Pub. UK.
- Gil-Albert Velarde, F. (1995). Tratado de arboricultura frutal, Vol. I: Morfología y fisiología del árbol frutal (Cuarta edición). Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Ediciones Mundi-Prensa, España. 57-67.
- GIL, G. El color de la manzana. 1981. Revista frutícola 25(2) : 23-26 .
- GIL, G. y Cruz, E. 1979. Inducción de color rojo en manzanas con Ethephon. Ciencia e investigación agraria . 7 (2): 77-87.
- Jackson, J.E. (2003). Biology of Apples and Pears. The Biology of Horticultural Crops. Cambridge University Press, UK. 294-325.
- Knee, M. (2002). Fruit Quality and its Biological Basis. Sheffield Academic Press. 1-17.
- Neilsen, G. ; Parchomchuck, M. 1988. Development and correction of K-deficiency in drip-irrigated apple. Hortsciencie. 33(2) : 258-261.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, boletín Frutícola, Abril 2014.
- Ruiz, R. ; Valenzuela, J y Muñoz, C. 1988 . Asociación de la nutrición nitrogenada con problemas de coloración en manzanas Granny Smith. Agricultura técnica (Chile) 46(3) : 369-371.
- Saure, M. (1990). External Control of Anthocyanin Formation in Apple. Scientia Horticulturae - SCI HORT-AMSTERDAM , vol. 42, no. 3. 181-218
- Schaffer, B. and Andersen, P. (1994). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Vol 1: Temperate Crops. CRC Press. 13-42.
- Wagenmakers, P.S. (1995). Light relations in orchard systems (Thesis). Wageningen. 1-149.
- Xuetong Fan and Jame P. Mattheis. 1998. Bagging "Fuji" apple during fruit development affects color. Hortsciencie . 33(7): 1235-1238.