

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFEECTO DE LA APLICACIÓN EN PRECOSECHA DE
AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) Y ETHEPHON SOBRE LA CALIDAD Y
EL COLOR EN MANZANAS DE LA VAR. ROYAL GALA**

RODRIGO GONZALO PÉREZ VALDÉS

Santiago, Chile

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN EN PRECOSECHA DE
AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) Y ETHEPHON SOBRE LA CALIDAD Y
EL COLOR EN MANZANAS DE LA VAR. ROYAL GALA**

**PREHARVEST SPRAYS OF AMINOETHOXYVINYLGLYCINE (AVG) AND
ETHEPHON EFFECTS ON QUALITY AND COLOUR OF 'ROYAL GALA'
APPLES**

RODRIGO GONZALO PÉREZ VALDÉS

Santiago, Chile

2013

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

EFECTO DE LA APLICACIÓN EN PRECOSECHA DE AMINOETOXIVINILGLICINA
(AVG) Y ETHEPHON SOBRE LA CALIDAD Y EL COLOR EN MANZANAS DE LA
VAR. ROYAL GALA

RODRIGO GONZALO PÉREZ VALDÉS

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Economía Agraria

PROFESORES GUÍAS

CALIFICACIONES

Sra. Karen Sagredo U. Ingeniero Agrónomo, Ph. D.	6,8
Sr. Oscar Carrasco R. Ingeniero Agrónomo	6,7

PROFESORES EVALUADORES

Sr. Tomás Cooper C. Ingeniero Agrónomo, Dr. Sc. Agr.	6,5
Sr. Cecilia Baginsky G. Ingeniero Agrónomo, Dr.	5,7

Santiago, Chile

2013

INDICE

RESUMEN.....	6
SUMMARY	7
INTRODUCCIÓN	8
Hipótesis.....	10
Objetivo.....	10
MATERIALES Y MÉTODO	11
Localización y caracterización del sitio de estudio	11
Tratamientos y Diseño Experimental	11
Evaluaciones.....	12
Carga frutal.....	12
Fracción de radiación fotosintética interceptada (PARi).....	12
Caída de frutos.....	12
Crecimiento de frutos	13
Evaluaciones de la maduración de los frutos	13
Firmeza de la pulpa.....	13
Sólidos solubles	13
Índice de degradación del almidón	13
Índice compuesto	13
Color de frutos	14
- Color de fondo	14
- Color de cubrimiento	14
Peso de frutos.....	14
Evaluaciones de la cosecha	14
Evaluaciones de Poscosecha.....	14
Análisis estadístico	15
PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	16
Carga frutal, caída de frutos y PARi	16
Crecimiento de frutos	17
Evaluaciones durante la maduración de los frutos	18
Sólidos solubles.....	18
Firmeza de la pulpa	20
Índice de degradación del almidón.....	21
Índice compuesto.....	22
Color de fondo.....	24
Categoría de color de fondo.....	24
Ángulo de tono, Luminosidad y Croma del color de fondo	24
Color de cubrimiento	27

Ángulo de tono, luminosidad y croma del color de cubrimiento.	27
Categoría y porcentaje de color de cubrimiento.	29
Peso de frutos	31
Evaluaciones de la cosecha	32
Distribución de la cosecha y calibres obtenidos	32
Evaluaciones de calidad, peso y diámetro de frutos	34
Luminosidad, ángulo de tono y saturación del color de frutos	35
Categorías de color y porcentaje de cubrimiento en frutos cosechados ..	36
Evaluaciones de Poscosecha	38
CONCLUSIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41
APÉNDICE	44
Apéndice I	45
Cuadro 1. Resumen de las evaluaciones en precosecha	45
Apéndice II	46
Cuadro 1. Evaluación de los árboles seleccionados	46
Apéndice III	46
Figura 1. Fechas de muestreo y evaluación de frutos por tratamiento. ...	46
Figura 2. Fechas de cosecha por árbol y tratamiento.	46
ANEXOS	47
Anexo I	48
Anexo II	48
Figura 1. Modelo CIE LAB	48
Figura 2. Matices correspondientes a distintos ángulos de tono	49
Figura 3. Categorías del color de fondo	49
Figura 4. Categorías del color de cubrimiento	49

EFECTO DE LA APLICACIÓN EN PRECOSECHA DE AMINOETOXIVINILGLICINA (AVG) Y ETHEPHON SOBRE LA CALIDAD Y EL COLOR EN MANZANAS DE LA VAR. ROYAL GALA

RESUMEN

El manzano es uno de los principales frutales producidos en Chile, siendo la variedad Royal Gala la más comercializada, correspondiendo al 45,8% del total de manzanas frescas exportadas el año 2012. Sin embargo, esta variedad presenta dificultad para lograr la coloración deseada, característica negativa que se ve incrementada aún más en zonas cálidas como Graneros, en la zona Central de Chile. El color, principalmente el porcentaje de cubrimiento, es un factor importante en su comercialización y preferencia. El retraso de la cosecha a la espera de mejorar el color provoca la sobremadurez del fruto, con mayor susceptibilidad al ablandamiento, la harinosidad y las pudriciones.

Para determinar si el color de los frutos puede ser mejorado sin provocar sobremadurez, se realizó un ensayo en manzanos 'Royal Gala' plantados en la localidad de Graneros. Los tratamientos fueron: T1) Control sin aplicación; T2) ethephon 280 g·ha⁻¹ (280 mg L⁻¹) aplicado 5 semanas antes de la fecha estimada de cosecha (s.a.f.e.c.); T3) Aminoetoxivinilglicina (AVG, inhibidor de la producción de Etileno) 124,5 g·ha⁻¹ (124,5 mg L⁻¹) aplicado 5 s.a.f.e.c.; T4) 124,5 mg L⁻¹ de AVG aplicados 5 s.a.f.e.c., más ethephon a 280 mg L⁻¹ dos semanas después. Se evaluó semanalmente el crecimiento de fruto desde la primera aplicación (5 s.a.f.e.c.) hasta la cosecha. Las variables evaluadas fueron: carga frutal, PAR_i, caída de frutos, crecimiento de frutos, concentración de sólidos solubles (CSS), firmeza de la pulpa, índice de degradación del almidón (IA, 1 a 10), índice compuesto (kg/(°Brix·IA)), color de frutos y peso.

Con el tratamiento de AVG a 124,5 g·ha⁻¹ 5 s.a.f.e.c., (T3), se produjeron frutos con un color de cubrimiento más rojo y denso y con mayor CSS que los frutos del Control, además su cosecha se retrasó en una semana. Mientras que los manzanos aplicados con AVG seguido de ethephon (T4), aumentó el porcentaje de cubrimiento con un color más rojo, más denso e intenso, con mayor luminosidad y nitidez que los frutos del Control. Este tratamiento además aumentó la firmeza de la pulpa y la CSS a la cosecha, este efecto positivo fue observado también luego de 120 días de almacenamiento. La cosecha fue retrasada en una semana en el 30% de la fruta. No se detectó un efecto de los tratamientos en el tamaño de los frutos.

Palabras clave: CIE lab, índice de Streif, firmeza, sólidos solubles, índice de degradación del almidón.

PREHARVEST SPRAYS OF AMINOETHOXYVINYLGLYCINE (AVG) AND ETHEPHON EFFECTS ON QUALITY AND COLOUR OF 'ROYAL GALA' APPLES

SUMMARY

The apple tree is one of the main fruit trees grown in Chile with Royal Gala as the most important cultivar corresponding to the 45.8% of the total exported fresh apples in 2012. Nevertheless, this variety has problems to reach the expected colour, which is a negative aspect that increases in warm areas such as Graneros, in the Central zone of Chile. Fruit colour, especially percentage of cover color, is an important quality component for its commercialisation and consumers preferences. The delay of harvest to improve fruit colour, causes over-ripening, increasing susceptibility to softening, mealiness and rots.

In order to determine if fruit colour may be improved without over-ripening, a trial was conducted in 'Royal Gala' apple trees planted in the Graneros area. The treatments were: T1) Unsprayed control; T2) ethephon 280 g ha⁻¹ (280 mg L⁻¹) applied 5 weeks before harvest (w.b.h.); T3) Aminoethoxyvinylglycine (AVG, inhibitor of ethylene synthesis) 124.5 g ha⁻¹ (124.4 mg L⁻¹) 5 w.b.h.; T4) 124.5 mg L⁻¹ AVG 5 w.b.h., plus ethephon at 280 mg L⁻¹ after two weeks. The fruit growth was evaluated weekly from the first application (5 w.b.h) until harvest. The following variables were assessed: fruit load, PARI, fruit drop, fruit growth, soluble solids concentration (SSC), flesh firmness, starch pattern index (SI), Streif's index maturity (kg/(°Brix•IA)), fruit colour, mass and size.

AVG sprayed at 124.5 g ha⁻¹ increased the amounts of fruit with higher percentage and density of red blush colour and SSC compared to the control treatment, additionally harvest date was delayed in one week. On the other hand, Apple trees sprayed with AVG followed by ethephon (T4), increased percentage of red cover colour, being more dense and intense, having higher luminosity and sharpness than fruits from the Control treatment. T4 also increased fruit firmness and SSC, this positive response was also observed after 120 days of cold storage. Harvest date was delayed in about 30% of the fruit. No effect was detected in fruit size in any of the treatments.

Keywords: AVG, CIE lab, índice compuesto, firmness, soluble solids, starch pattern index.

INTRODUCCIÓN

El manzano es uno de los principales frutales producidos en Chile, con 36.579 ha que abarcan el 11,5% de la superficie nacional plantadas con frutales. El 75,9% de esta superficie corresponden a variedades rojas, siendo ‘Royal Gala’ la más comercializada cuya participación en el año 2012 fue equivalente al 45,8% del total de manzanas frescas exportadas (ODEPA, 2013). Sin embargo, esta variedad presenta dificultad para lograr la coloración deseada, característica que se ve incrementada en zonas cálidas como Graneros, en la zona Central de Chile.

La apariencia y la calidad de consumo son factores determinantes en la comercialización y exportación de las manzanas; los consumidores seleccionan productos de tamaño, forma, firmeza y color apropiados (Bruhn, 2007), siendo este último uno de los aspectos más importantes.

Los factores que inciden en el desarrollo del color en manzanas son: genotipo (variedad), disponibilidad de carbohidratos, radiación solar, temperatura, elementos minerales y reguladores de crecimiento (Yuri, 2006).

Para lograr una óptima calidad de consumo, se debe realizar la cosecha con una madurez adecuada. Los cambios de madurez en las manzanas incluyen: color de la piel, color de las semillas, firmeza de la pulpa, concentración de sólidos solubles, contenido de almidón, acidez titulable, tasa de respiración, producción de etileno, y producción de constituyentes del olor y aroma. Los índices de madurez han incluido todos estos cambios así como también la duración del desarrollo de frutos, unidades termales de calor acumuladas y varias combinaciones de ellos (Mitcham y Mitchell, 2007).

Realizar la cosecha en el momento oportuno es importante dado que la fruta cosechada inmadura es más pequeña, con mayor susceptibilidad a la pérdida de agua y a desórdenes fisiológicos, como el “bitter pit” y escaldado superficial. Por el contrario, la fruta sobremadura tiene mayor susceptibilidad al ablandamiento, harinosidad, pudriciones y a problemas relacionados con el almacenamiento en atmósfera controlada (Mitcham y Mitchell, 2007). Por esta razón, es necesario lograr un apropiado desarrollo del color de cubrimiento para la fecha estimada de cosecha, sin afectar negativamente atributos como la firmeza, los sólidos solubles o la vida en poscosecha.

El Etileno, una fitohormona gaseosa que regula y coordina numerosos procesos de crecimiento y senescencia de las plantas (Zacarias, 1993), es considerado un factor clave en el desarrollo del color en las manzanas rojas, existiendo correlaciones positivas entre la concentración de Etileno y las antocianinas totales (Whale and Singh, 2007).

Faragher and Brohier (1984), indican que el Etileno, durante la maduración de la manzana,

aumenta el nivel de la enzima Fenilalanina amonio-liasa (PAL) en la epidermis, lo que promueve una rápida acumulación de antocianinas (Ju *et al.*, 1995).

El uso de inhibidores de la síntesis de Etileno se plantea como alternativa para retrasar los procesos de maduración y senescencia de los frutos en poscosecha. Los inhibidores más conocidos son la Aminoetoxivinilglicina (AVG) y el Ácido Aminooxiacético (AOA), que actúan como inhibidores competitivos de la actividad enzimática de la ACC-sintetasa, enzima promotora del precursor del etileno (Zacarías, 1993).

En cuanto al uso de AVG, Bangerth (1978) y Bramlage *et al.* (1980), realizaron aspersiones foliares en manzanos, logrando una disminución en la concentración de etileno interno en almacenamiento refrigerado y el retraso en la maduración de los frutos.

Amarante *et al.* (2010) observaron una disminución en la abscisión de frutos en precosecha.

Combinaciones de AVG y ethephon (regulador de crecimiento sintético que en la planta libera Etileno), han permitido mejorar el desarrollo del color y la capacidad de almacenamiento en manzanas de la variedad McIntosh (Wang y Dilley, 2001). En manzanas Delicious, Drake *et al.* (2005) constataron que el uso de esta combinación como herramienta para manejar la madurez y la calidad del fruto, permite mejorar la calidad (color, aroma, sabor), manteniendo, al mismo tiempo, la capacidad de almacenamiento.

Whale *et al.* (2008) informaron que el mejor color y firmeza del fruto en ‘Cripp’s Pink’ se obtiene con una aplicación del inhibidor de la síntesis de Etileno, AVG cinco semanas antes de la cosecha, seguido de una aplicación de ethephon dos semanas después.

En ‘Gala’ la aplicación de AVG solo y seguido de ethephon, mejoró la firmeza y disminuyó la producción de etileno y el índice de almidón (Steffens *et al.*, 2006).

De acuerdo a la literatura consultada, la aplicación en precosecha de AVG se ha realizado en dosis cercanas a los $125 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, 4 o 5 semanas antes de la fecha estimada de cosecha, mientras que la aplicación de ethephon se ha realizado en dosis que van desde los 150 a $300 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$, 1 o 2 semanas antes de la fecha estimada de cosecha.

Hipótesis

La aplicación en precosecha de AVG seguida de la aplicación de ethephon permite mejorar el color en manzanas 'Royal Gala' sin retrasar la madurez ni afectar la vida en poscosecha.

Objetivo

Determinar los efectos de las aplicaciones en precosecha de AVG solo y en combinación con ethephon, sobre la maduración, el crecimiento y la poscosecha del fruto en manzanos 'Royal Gala' bajo las condiciones de la localidad de Graneros, Región del Libertador B. O'Higgins, Chile.

MATERIALES Y MÉTODO

Localización y caracterización del sitio de estudio

El ensayo se realizó en el huerto comercial San Isidro, ubicado en la localidad de Graneros, VI Región (34°05'26'' S, 70°42'59'' O). El cuartel objeto del ensayo, plantado en el año 1982, está compuesto por manzanos 'Royal Gala' sobre portainjerto MM106, polinizada con 'Red King Oregon' al 11% en un marco de plantación de 5 x 3 m en orientación 42° Norponiente.

De acuerdo a la clasificación de Köppen (1948), el área del ensayo presenta un clima de tipo Cs o Mediterráneo, caracterizado por un verano seco, con fuerte radiación solar y un invierno húmedo, cubierto de nubes, lluvioso y frío. Los valores máximos de precipitación se presentan entre los meses de mayo y agosto con un total de 360 mm aproximadamente, en cuanto a las temperaturas, estas presentan una media anual de 14,3°C; alcanzando los mayores registros en los meses de verano (Diciembre 20° C) (Contreras, 2009).

Tratamientos y Diseño Experimental

Para el desarrollo de este trabajo se consideró un diseño experimental completamente aleatorizado. Se contó con cuatro tratamientos con seis repeticiones cada uno, considerando como unidad experimental a un árbol. Se seleccionaron árboles uniformes en cuanto al tamaño, crecimiento de brotes, distribución y número de ramas madres (Apéndice I, Cuadro 1). A continuación se detallan los tratamientos en cuestión:

- Tratamiento 1 (Control): testigo sin aplicación.
- Tratamiento 2 (ethephon): ethephon a 280 g·ha⁻¹ aplicado cinco semanas antes de la fecha estimada de cosecha, 90 días después de plena flor (ddpf).
- Tratamiento 3 (AVG solo): AVG a 124,5 g·ha⁻¹ aplicado cinco semanas antes de la fecha estimada de cosecha, 90 ddpf.
- Tratamiento 4 (AVG + ethephon): AVG a 124,5 g·ha⁻¹ aplicado cinco semanas antes de la fecha estimada de cosecha, 90 ddpf, y ethephon a 280 g·ha⁻¹ aplicado tres semanas antes de la fecha estimada de cosecha, 105 ddpf.

Como fuente de AVG se utilizó el producto comercial ReTain® 15 % (Valent BioSciences Inc.), para el ethephon se utilizó Ethrel® 48 SL (Bayer Crop Science). Cada aplicación fue acompañada del surfactante Silwet® al 0,1%. Las aplicaciones se realizaron con una Motobomba de espalda marca Solo de 15 L de capacidad, con un volumen de mojamiento de $1.000 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ (equivalentes a 1,5 L/árbol). La fecha estimada de cosecha fue el 10 de febrero del 2011, 125 ddpf.

Evaluaciones

Las evaluaciones se realizaron durante el crecimiento de los frutos, en la cosecha y en frutos almacenados en poscosecha (Apéndice III, Figura 1).

Carga frutal

La carga frutal fue evaluada en el árbol completo. Para ello se contó el total de frutos cosechados por árbol y se determinó el número de frutos por cm^2 de área de sección transversal de tronco (ASTT), esta se determinó midiendo el diámetro ecuatorial del tronco 10 cm sobre la unión variedad portainjerto.

Fracción de radiación fotosintética interceptada (PAR_i)

La PAR_i se determinó mediante un ceptómetro Accupar LP80, compuesto por una barra con 80 sensores. Para evitar la diferencia horaria entre evaluaciones se formaron seis grupos donde cada uno contenía un árbol de cada tratamiento. Se realizaron 12 mediciones de la radiación no interceptada (PAR_{ni}) bajo la copa de cada árbol, ubicando la barra del ceptómetro perpendicularmente desde la entre hilera hasta la línea de la sobre hilera midiendo a los 25, 75 y 125 cm desde el tronco hacia cada uno de los árboles adyacentes. Estas mediciones se realizaron a 20 cm sobre el suelo. La radiación directa incidente en el huerto (PAR₀) fue determinada en el camino de tránsito de la maquinaria, teniendo en consideración que no se generará sombreado sobre esta medición. Ambas radiaciones se determinaron durante el mediodía solar con cielo despejado.

Caída de frutos

Se seleccionaron cuatro ramas en cada árbol, con crecimiento de tres temporadas y en cuatro direcciones diferentes (dos hacia la entre hilera y dos hacia la sobre hilera), ubicadas en el tercio medio de la periferia de la copa. Se estableció el número de frutos por metro

lineal (m), al momento de la primera aplicación (20 enero), 90 ddpf, y a la cosecha (17 febrero), 132 ddpf, determinando la caída de frutos por diferencia.

Crecimiento de frutos

Se seleccionaron 5 frutos por árbol los que fueron medidos, a partir de los 98 ddpf y en intervalos de siete días hasta la cosecha, 132 ddpf. En ellos se midió el diámetro ecuatorial utilizando un pie de metro digital (Electronic Digital Caliper 0-150 mm). Además se calculó el incremento del crecimiento de cada fruto, entre dos evaluaciones consecutivas.

Evaluaciones de la maduración de los frutos

Para la determinación de la evolución de la madurez de los frutos se recolectaron tres frutos por árbol ubicadas en el tercio medio de la periferia de la copa a partir de los 105 ddpf y en intervalos de siete días hasta la cosecha, 132 ddpf. Para cada fruto se evaluaron las siguientes variables:

Firmeza de la pulpa. Fue medida en kg fuerza usando un penetrómetro marca Cientec, con un émbolo de 11 mm de diámetro. La medición se realizó en las dos caras opuestas de la zona media de cada fruto luego de remover la epidermis.

Sólidos solubles. Se extrajo el jugo de ambas caras de la zona ecuatorial del fruto y se utilizó un refractómetro digital termocompensado, marca Atago, con escala de 0-30.

Índice de degradación del almidón. Se realizó el test de yodo en una escala de 1 a 10, usando la tabla de degradación de almidón de Streif (1984). El valor 1 corresponde al máximo contenido de almidón, mientras que el valor 10 representa la ausencia de almidón.

Índice compuesto. Se calculó el índice propuesto por Streif (1989) el cual relaciona los sólidos solubles, la firmeza de la pulpa y el test de yodo.

$$\text{Índice de Streif} = \frac{\text{kg} \cdot \text{cm}^{-2}}{^{\circ}\text{Brix} \cdot \text{Test de yodo [1 a 10]}}$$

Color de frutos

- **Color de fondo.** Se clasificó en forma visual utilizando la tabla de color de cuatro niveles del Obst vom Bodensee (Agosto del 2000), (Anexo II, Figura 3). También se evaluó mediante un colorímetro Minolta modelo Data procesador CR-400; basándose en el sistema CIELab, se establecieron las tonalidades de verde a rojo (a^*) y de amarillo a azul (b^*), expresando los resultados en: L (luminosidad de blanco a negro), Hue (ángulo de tono = $\arctan(b^*/a^*)$) y Croma (saturación = $((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5}$) (Hunter and Harold, 1987)(Anexo II, Figura 1).

- **Color de cubrimiento.** Se clasificó en forma visual utilizando una tabla de color de cuatro niveles del Obst vom Bodensee (Agosto del 2000), (Anexo II, Figura 4). Además se determinó el porcentaje de cubrimiento en forma visual. Al igual que el color de fondo se evaluó con un colorímetro.

Peso de frutos. Los frutos fueron pesados en una balanza digital de 1.100 g de capacidad y precisión de 0,1g.

Evaluaciones de la cosecha

La cosecha se realizó en forma parcializada cuando el color de fondo del fruto alcanzó el “amarillo- crema” (categoría G3 en la tabla de color Obst vom Bodensee) y un mínimo de 40% de color de cubrimiento. Se realizaron cuatro cosechas durante un periodo de cuatro semanas, registrando el número y tamaño de los frutos por árbol en cada una de ellas.

Los frutos se clasificaron en cinco categorías de acuerdo a su diámetro ecuatorial (< a 64 mm, 64 a 70 mm, 70 a 77 mm, 77 a 83 mm y > a 83 mm).

De cada cosecha se seleccionaron al azar 10 frutos de cada árbol para evaluar sólidos solubles, firmeza de la pulpa, índice de degradación del almidón, índice compuesto, color de fondo, color de cubrimiento, peso y diámetro ecuatorial del fruto según la metodología descrita anteriormente.

Evaluaciones de Poscosecha

La fruta cosechada fue almacenada en una cámara de frío convencional, a 0 °C y humedad relativa de 85 a 90%. Se almacenaron 9 kg de fruta por árbol, para lo cual se seleccionaron frutos uniformes de calibre 100 a 110 (diámetro ecuatorial entre 71-77 mm) sin defectos.

La fruta fue evaluada luego de 60, 90 y 120 días de almacenamiento determinando: el

contenido de sólidos solubles, la firmeza de la pulpa y el índice de almidón en 10 frutos por repetición.

Análisis estadístico

Los resultados se sometieron al análisis de varianza; cuando las diferencias fueron significativas ($p \leq 0,05$) se aplicó el test de Tukey para la separación de medias. Estos análisis se realizaron por medio del programa MINITAB 15.1.20 ®, 2007.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Carga frutal, caída de frutos y PARI.

Algunos de los factores que inciden en el desarrollo del color y en la calidad de los frutos del manzano son la disponibilidad de carbohidratos y la radiación solar interceptada (Yuri, 2006). Estos factores varían en un mismo huerto, en árboles con distinto vigor y carga frutal.

En relación a la carga frutal, a pesar de observarse un efecto, no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos en el número de frutos por área de sección transversal de tronco, promediando valores de 12 (Cuadro 1). Tampoco se determinó un efecto en el número de frutos caídos por metro lineal de rama, a pesar de esto se apreció un mayor número de frutos caídos en los árboles tratados con ethephon, lo que concordaría con Amarante *et al.* (2010) que observaron una mayor retención de frutos en tratamientos de AVG y una mayor caída en tratamiento de ethephon

En la evaluación de la fracción de la radiación fotosintética interceptada (PARI) no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 1), promediando un 75% PARI. Esto puede ser consecuencia de la selección de árboles de similar tamaño, crecimiento de brotes y distribución de ramas. Esta evaluación permite caracterizar los arboles del estudio, ya que en arboles con mayor o menor PARI, la exposición a la radiación fotosintética puede variar el efecto de las aplicaciones de AVG y ethephon sobre el color y la madurez del fruto del manzano.

Cuadro 1. Carga frutal, fracción de radiación fotosintética interceptada y caída de frutos

Tratamiento	Frutos/ASTT ¹	Frutos caídos por m lineal de rama	PARI ²
Control	11,1 n.s. ³	0,02 n.s.	0,71 n.s.
Ethephon	10,1 -	0,03 -	0,75 -
AVG	13,5 -	0,03 -	0,76 -
AVG+Ethephon	13,3 -	0,01 -	0,79 -
Valor p	0,07	0,20	0,32

1/ ASTT: área de sección transversal de tronco

2/ Fracción de radiación fotosintética interceptada

3/ no hay diferencias significativas entre tratamientos

Crecimiento de frutos

Para determinar el crecimiento de los frutos se realizaron mediciones del diámetro ecuatorial de 5 frutos en cada árbol, a partir de los 97 días después de plena flor (ddpf) hasta la cosecha.

Es posible ajustar el crecimiento de la manzana a una curva sigmoidea simple que en la variedad Royal Gala tiene una duración de 125 a 130 días desde plena flor en la Zona Central de Chile (Yuri *et al*, 2011). En la Figura 1a se observa parte de la última fase de crecimiento del fruto, con valores del diámetro ecuatorial que van desde los 58 a los 73 mm observándose una disminución de la tasa de crecimiento a partir de los 111 ddpf.

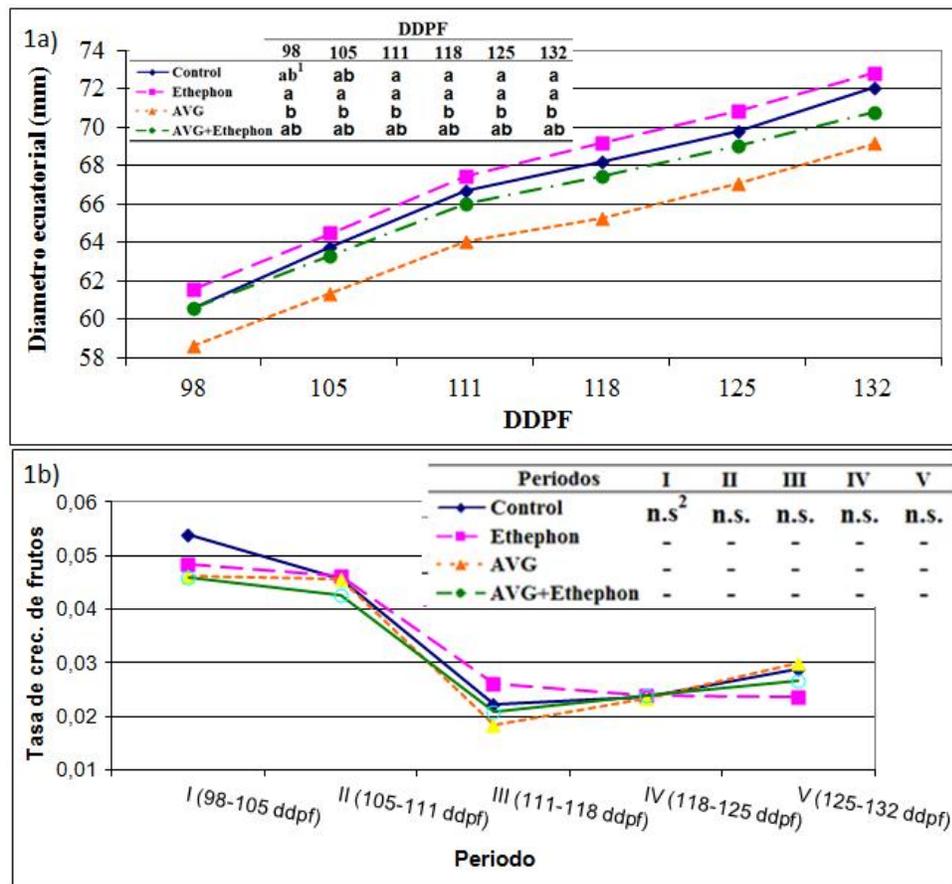


Figura 1. a) Diámetro ecuatorial de frutos (mm); b) Incremento del diámetro ecuatorial en función del diámetro inicial de los frutos.

1/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p -value < 0,05) (Prueba Tukey).

2/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos

El incremento del diámetro ecuatorial de los frutos, graficado en la Figura 1b, alcanza un valor máximo en la primera semana de evaluación (entre los 98 y 105 ddpf) a partir de esta el incremento del crecimiento disminuye manteniéndose prácticamente constante hasta la cosecha. Según Yuri *et al.* (2011), el máximo crecimiento de las manzanas ‘Royal Gala’ en la zona de Graneros se alcanza alrededor de los 105 ddpf.

En la Figura 1a se aprecia que el diámetro ecuatorial de los frutos del tratamiento AVG-solo fue significativamente menor que el diámetro de los frutos del Control durante las cuatro últimas evaluaciones, y fue significativamente menor en relación al diámetro de los frutos del tratamiento ethephon durante todas las evaluaciones. Sin embargo, aún cuando no se observaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en el incremento del diámetro en función del diámetro inicial (Figura 1b), estos antecedentes indicarían que los frutos del tratamiento AVG-solo, habrían tenido un menor diámetro ecuatorial desde un principio, y que los frutos del tratamiento ethephon fueron levemente mayores, sin representar un efecto de las aplicaciones sobre el crecimiento de los frutos.

Evaluaciones durante la maduración de los frutos

Sólidos solubles

En la Figura 2 se presenta la evaluación de la concentración de los sólidos solubles de los frutos de cada tratamiento.

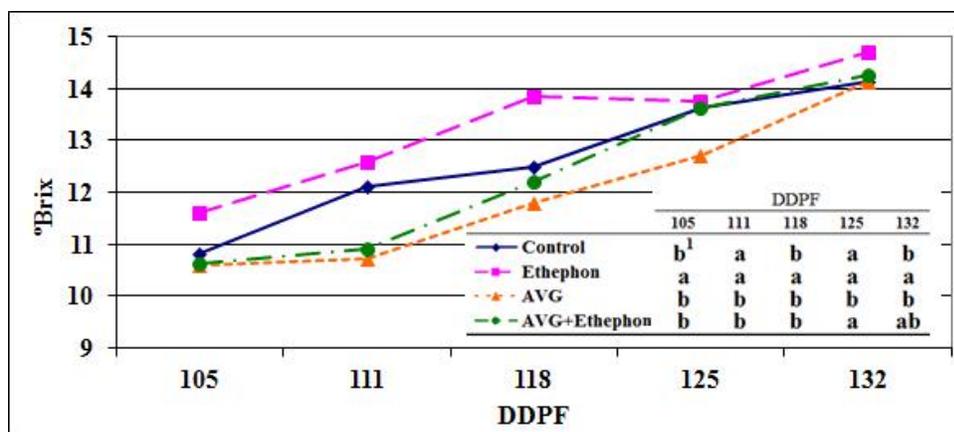


Figura 2. Concentración de sólidos solubles (°Brix) en precosecha
 1/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

El contenido de sólidos solubles en general alcanzó valores cercanos a 10,5° Brix a los 105 ddpf llegando hasta 14,7° Brix a los 132 ddpf (Figura 2), comprobando el incremento de los sólidos solubles a medida que avanza su madurez.

Del análisis comparativo se determinó que los frutos tratados con ethephon poseían una mayor concentración de sólidos solubles que el Control a los 105, 118 y 132 ddpf, mientras que los frutos tratados con AVG solo y AVG + ethephon no se diferenciaron estadísticamente de los frutos del Control, salvo en evaluaciones intermedias (111 y 125 ddpf). Además en la Figura 2 se aprecia que los frutos del tratamiento AVG-solo poseían un contenido de sólidos solubles equivalente al de los frutos del Control una semana después, es decir al observar los sólidos solubles del Control a los 111 ddpf, estos bordean los 12°Brix, mientras que los tratamientos de AVG y AVG + ethephon muestran valores más cercanos a 11° Brix; sin embargo una semana después, a los 118 ddpf, estos tratamientos alcanzan los 12° Brix. Algo similar ocurre con la evaluación a los 118 ddpf, fecha en la que el contenido de sólidos solubles del Control es de 12,5°Brix, valor alcanzado por los frutos del tratamiento AVG-solo a los 125 ddpf, no así el tratamiento AVG + ethephon que presentó valores de sólidos solubles muy similares al Control a partir de los 125 ddpf. Esta observación permite inferir un retraso de la madurez en los frutos en los que se aplicó AVG.

Según Höhn *et al.* (1999) el contenido óptimo de sólidos solubles a la cosecha debe ser de 10° a 12° Brix para el grupo de las manzanas Gala, lo que coincide con el nivel de aceptación establecido por Casals *et al.* (2006) en un estudio según el cual los consumidores en su mayoría prefieren manzanas Gala con contenidos de 11,0 a 11,5°Brix. Por otro lado Carrera (1999) establece como contenido óptimo el rango de 12 a 13° Brix para los sólidos solubles a la cosecha de las variedades del grupo Gala. Los mismos resultados fueron reportados por Yuri *et al.* (2011) en manzanas Gala plantados en Graneros.

En la Figura 2 se puede apreciar que el contenido de sólidos solubles de todos los tratamientos durante las fechas próximas a la cosecha (125 y 132 ddpf), varió desde 12,8°Brix, en el caso particular de AVG-solo, hasta valores cercanos a 14° Brix. Estos valores superan los propuestos como óptimos por los investigadores citados en el párrafo anterior. Esto puede estar asociado a un estado de sobremadurez, por lo que para descartar esta situación se compararon los resultados obtenidos en las distintas fechas evaluadas, con el índice de madurez más utilizado, el color de fondo, obtenido en estas mismas fechas. Para ello en el Apéndice I, Cuadro 1 se presenta un resumen de todas las evaluaciones realizadas por fecha y tratamiento, en el que se puede apreciar que en la fecha en que los frutos de los distintos tratamientos alcanzan los 12° Brix, la categoría del color de fondo es de 2,0 a 2,4 en todos ellos, lo que es un indicador de frutos inmaduros (Anexo 2, Figura 3), considerando que la categoría del color de fondo óptimo a la cosecha es 3,0. Esto permite establecer que al considerar como índice de madurez al contenido de sólidos solubles, este debe ser mayor a 12° Brix a la cosecha para frutos de la variedad Royal Gala plantados en la localidad de Graneros lo que concuerda con lo planteado por Yuri *et al.* (2011).

Firmeza de la pulpa

La resistencia de la pulpa a la penetración o firmeza de la pulpa, en general, disminuyó de 10,3 kgf a los 105 ddpf hasta 7,3 kgf a los 132 ddpf (Figura 3).

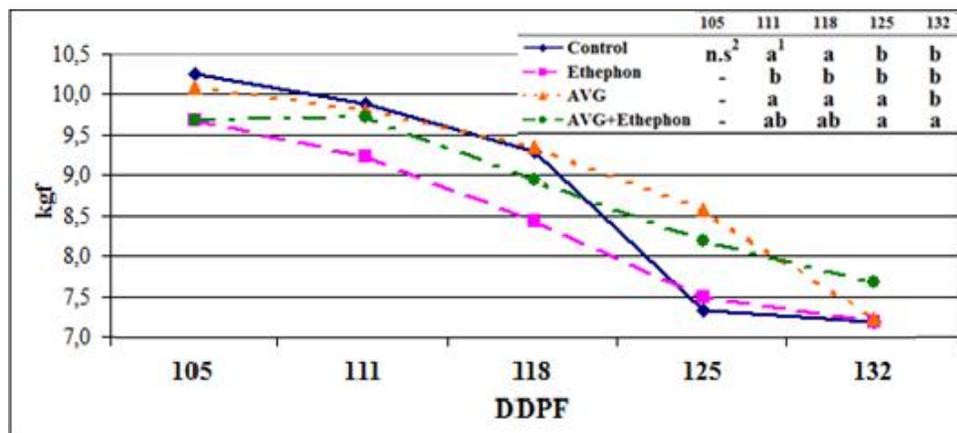


Figura 3. Firmeza de la pulpa (kgf) en precosecha

1/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

2/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

En definitiva, a la fecha estimada de cosecha (125 ddpf), el retraso en la madurez de los frutos tratados con AVG determinó que la firmeza de estos fuera significativamente superior, sin embargo una semana después solo el tratamiento de AVG seguido por ethephon logró mantener una firmeza significativamente mayor en relación al Control.

Existen diferentes opiniones en relación a la óptima firmeza de la pulpa de los frutos a la cosecha. Höhn *et al.* (1999) indican una firmeza óptima de 10,0 a 8,5 kgf, en tanto que Yuri *et al.* (2011) indican un óptimo de 9,0 a 7,3 kgf, mientras que Casals *et al.* (2006) indican una preferencia de los consumidores por frutos de Gala con una firmeza a la cosecha de 8,0 a 7,7 kgf y Carrera (1999) establece una firmeza óptima a la cosecha de 7,7 a 7,3 kgf.

Desde el punto de vista de la firmeza de la pulpa, como índice de cosecha, se podría considerar como óptimo el rango entre 8,5 a 9,5 kgf observado a los 118 ddpf. Sin embargo según el índice de cosecha de mayor uso, el color de fondo, los frutos se encontrarían inmaduros. El único que podría considerarse apto sería el ethephon que muestra valores de color de fondo de 2,5 a 3,0 (Apéndice 1, Cuadro 1).

Dados estos antecedentes se puede establecer que la firmeza de la pulpa a la cosecha debe ser menor a 9 kgf, sin embargo no se puede especificar un valor de firmeza óptima que permita obtener frutos maduros y de calidad. A pesar de ello es posible determinar un rango aproximado, si se considera que un fruto está maduro, al alcanzar un valor de 2,7 a 2,8 en la

categoría de color de fondo (Anexo 2, Figura 3). En el Cuadro 1 del Apéndice I es posible observar que los frutos del tratamiento Control alcanzaron un valor cercano, en la categoría del color de fondo, a los 125 ddpf fecha en la que mostraron una firmeza de pulpa de 7,3 kgf, mientras que los frutos del tratamiento ethephon alcanzan estos valores en la categoría del color de fondo entre los 118 y 125 ddpf con una firmeza de 8,4 y 7,5 kgf respectivamente, por otra parte se puede observar que los tratamientos de AVG y AVG seguido por ethephon lograron los 2,8 de color de fondo en la evaluación a los 132 y a los 125 ddpf respectivamente, los frutos con AVG, con una firmeza de pulpa de 7,2 kgf, los frutos tratados con AVG seguido por ethephon de 8,2 kgf; estableciéndose como rango general los valores de firmeza entre 8,4 y 7,2 kgf.

De lo anterior se puede concluir que los frutos del tratamiento ethephon adelantaron su madurez en una semana con un rango de firmeza de pulpa levemente superior en comparación al Control. Los frutos tratados con AVG seguido con ethephon mostraron una madurez similar al Control a los 125 ddpf, sin embargo con una firmeza mayor; por último, los frutos tratados con AVG-solo retrasaron su madurez en prácticamente una semana alcanzando un rango de firmeza similar al Control, con 7,2 kgf.

Índice de degradación del almidón

Para esta característica de madurez existe una opinión generalizada, según la cual el valor óptimo a la cosecha está entre 5 a 6 en la tabla de degradación con escala de 1 a 10 (Casals *et al* 2006, Carrera 1999, Höhn *et al* 1999), en la Figura 4 se puede apreciar que los frutos del Control alcanzaron los valores 5 y 6 del índice de degradación de almidón entre los 111 y los 118 ddpf, los frutos tratados con ethephon lo lograron entre los 105 y 111 ddpf, mientras que los frutos tratados con AVG-solo y seguido por ethephon alcanzaron estos valores cerca de los 125 ddpf; y entre los 118 a 125 ddpf respectivamente (Figura 4).

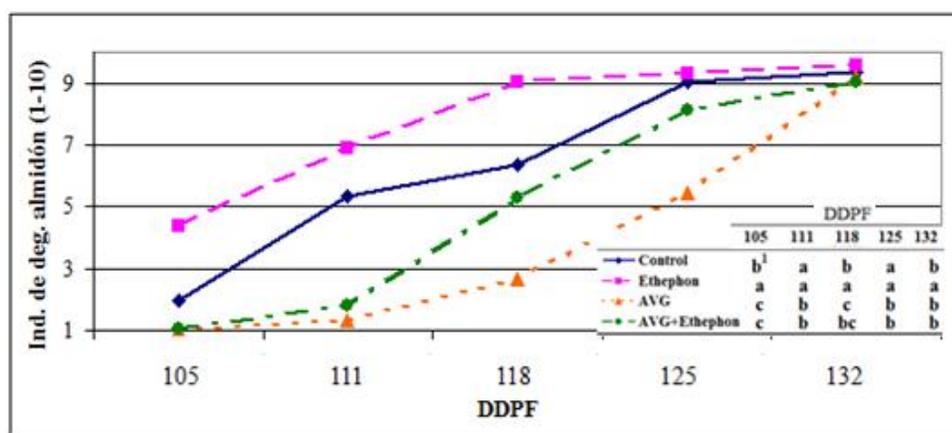


Figura 4. Índice de degradación de almidón (1-10)

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

En los frutos del tratamiento de ethephon, este índice se diferenci6 del Control en las evaluaciones a los 105 y 118 ddpf con un valor significativamente superior; para la fecha estimada de cosecha (125 ddpf) no se observaron diferencias significativas, sin embargo el análisis estadístico indica un mayor índice de los frutos de ethephon a los 132 ddpf. En tanto los tratamientos aplicados con AVG mostraron valores del índice de degradación del almid6n significativamente menor a los observados en los frutos del Control en prácticamente todas las evaluaciones salvo a los 118 ddpf, evaluación en la cual los frutos tratados con AVG seguido con ethephon no se diferenciaron de los frutos del Control, además durante la última evaluación a los 132 ddpf tampoco se observaron diferencias entre los tratamientos tratados con AVG y los frutos del Control (Figura 4).

En la Figura 4 se puede apreciar también, el efecto de las aplicaciones sobre la maduración de los frutos a través de la evolución del índice de degradación del almid6n, en esta grafica se observa como los frutos tratados con ethephon presentaron una madurez más avanzada desde el comienzo de las evaluaciones, sin embargo para la fecha estimada de cosecha a los 125 ddpf, esta diferencia en la madurez es prácticamente imperceptible. De igual manera la evolución del índice de degradación del almid6n en los frutos tratados con AVG fue retrasada.

En el Apéndice I, Cuadro 1 se puede observar que para las fechas en que los distintos tratamientos alcanzan valores de 5 a 6 en el índice de degradación de almid6n, la categoría de color de fondo vari6 entre 2,0 a 2,4 en los frutos del Control y aquellos tratados con ethephon y AVG-solo, valores que indicarían inmadurez en los frutos (Anexo 2, Figura 3). Por otro lado los frutos tratados con AVG seguido por ethephon mostraron valores de la categoría de color de fondo de 2,3 a 2,5, valores que a pesar de ser mayores no definen a estos frutos como maduros. Dada esta situación es necesario considerar como índice de degradación de almid6n óptimo a la cosecha, valores superiores a 6.

Si se considera que el valor óptimo a la cosecha para la categoría de color de fondo varía entre 2,7 a 2,8 (Anexo 2, Figura 3), del Apéndice I Cuadro 1 se puede establecer que para los frutos del Control, aquellos tratados con ethephon y para los tratados con AVG-solo, el valor del índice de degradación de almid6n óptimo sería de 8 a 9.

Índice compuesto

Al comienzo de la evolución de la madurez, los tratamientos de AVG y AVG seguido de ethephon, mostraron valores significativamente superiores del índice compuesto, respecto de los tratamientos de ethephon y Control. No obstante, la penúltima evaluación sólo permite establecer un índice compuesto significativamente superior del tratamiento de AVG y AVG+ethephon respecto del Control (Figura 5).

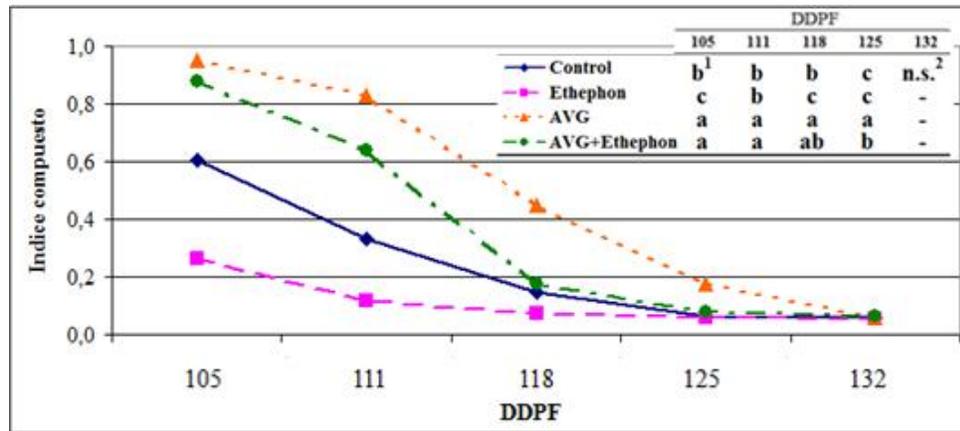


Figura 5. Índice compuesto.

¹Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

De acuerdo a Höhn *et al* (1999) el valor óptimo del índice compuesto para los frutos de Gala a la cosecha es de 0,14 a 0,20. En la Figura 5 se aprecia que estos valores son alcanzados por los frutos del Control entre los 111 y los 118 ddpf, los frutos del tratamiento ethephon entre los 105 y los 111 ddpf, los frutos tratados con AVG-solo lograron estos valores del índice compuesto cerca de los 125 ddpf, mientras que aquellos tratados con AVG seguido por ethephon lograron estos valores cerca de los 118 ddpf. Ahora bien, al observar el Apéndice I, Cuadro 1 se aprecia que los valores de la categoría del color de fondo para estas fechas varían entre los 2,2 y los 2,4 (Anexo II, Figura 3), de manera que ninguno de estos frutos alcanza el mínimo de la categoría de color de fondo, 2,7, para ser considerado como frutos maduros.

Basándose en los datos presentados, es posible postular un rango apropiado del índice compuesto, para la cosecha de manzanas Royal Gala cultivadas en Graneros, en el huerto en estudio. Según esto, se sabe que el contenido de sólidos solubles debe ser mayor a los 12° Brix, que la firmeza de la pulpa debe estar entre 7 y 8 kgf, y que el índice de degradación de almidón debe estar en el rango de 8 a 9, todo lo anterior sustentado sobre la base de que el valor óptimo mínimo de la categoría del color de fondo a la cosecha está entre los 2,7 y los 2,8 (Anexo II, Figura 3). Analizando estos antecedentes se puede postular que el índice compuesto a la cosecha para la variedad Royal Gala bajo las condiciones del huerto en estudio se encuentra entre los 0,10 y los 0,07, postulado que debe ser respaldado con los resultados de poscosecha.

Color de fondo

Categoría de color de fondo. Luego de analizar el color de fondo, se lograron diferenciar dos grupos, uno de ellos, compuesto por los tratamientos de ethephon y Control, presentó valores significativamente mayores en la categoría de color de fondo, respecto del otro grupo, compuesto por los tratamientos de AVG y AVG+ethephon. Esto se observó durante prácticamente todo el periodo evaluado, justificando un retraso de la madurez en los frutos tratados con AVG con o sin ethephon. Dentro de cada grupo no fue posible determinar diferencias (Figura 6). Ver (Anexo II, Figura 3).

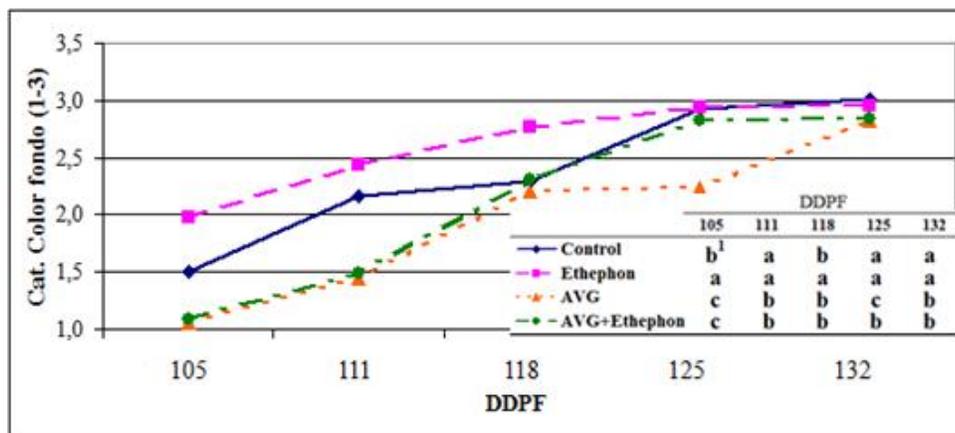


Figura 6. Categoría del color de fondo (1-3), (basada en la tabla de color Obst vom Bodensee, Agosto del 2000), evaluación en frutos de precosecha.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

En el Anexo II, Figura 3 se observa la tabla de categorías del color de fondo a partir de la que se clasifican los frutos con valores que van desde 1, para aquellos con tonalidad verde claro indicando inmadurez, a 3 indicado como el color de fondo correspondiente al índice de cosecha; el valor 4, está reservado para aquellos frutos completamente inmaduros o sobremaduros. Basado en esto y en el análisis del cuadro resumen de las características evaluadas presentados en el Apéndice I, Cuadro 1 se determinó como valor óptimo de la categoría del color de fondo a la cosecha el rango entre 2,7 y 2,8. A continuación se comparará este con la evaluación del color de fondo realizada con un Colorímetro Minolta modelo Data procesador CR-400.

Ángulo de tono, Luminosidad y Croma del color de fondo. Los tratamientos de AVG solo y en combinación con ethephon presentaron valores de ángulo de tono significativamente mayores durante prácticamente todo el periodo, salvo a los 125 ddpf, cuando el tratamiento de AVG seguido de ethephon fue menor. El tratamiento de ethephon obtuvo valores significativamente menores durante el periodo de evaluación en

comparación a los frutos del Control, salvo en las evaluaciones a los 105 ddpf que fue significativamente mayor y a los 132 ddpf que no se diferenció de los demás tratamientos (Figura 7a).

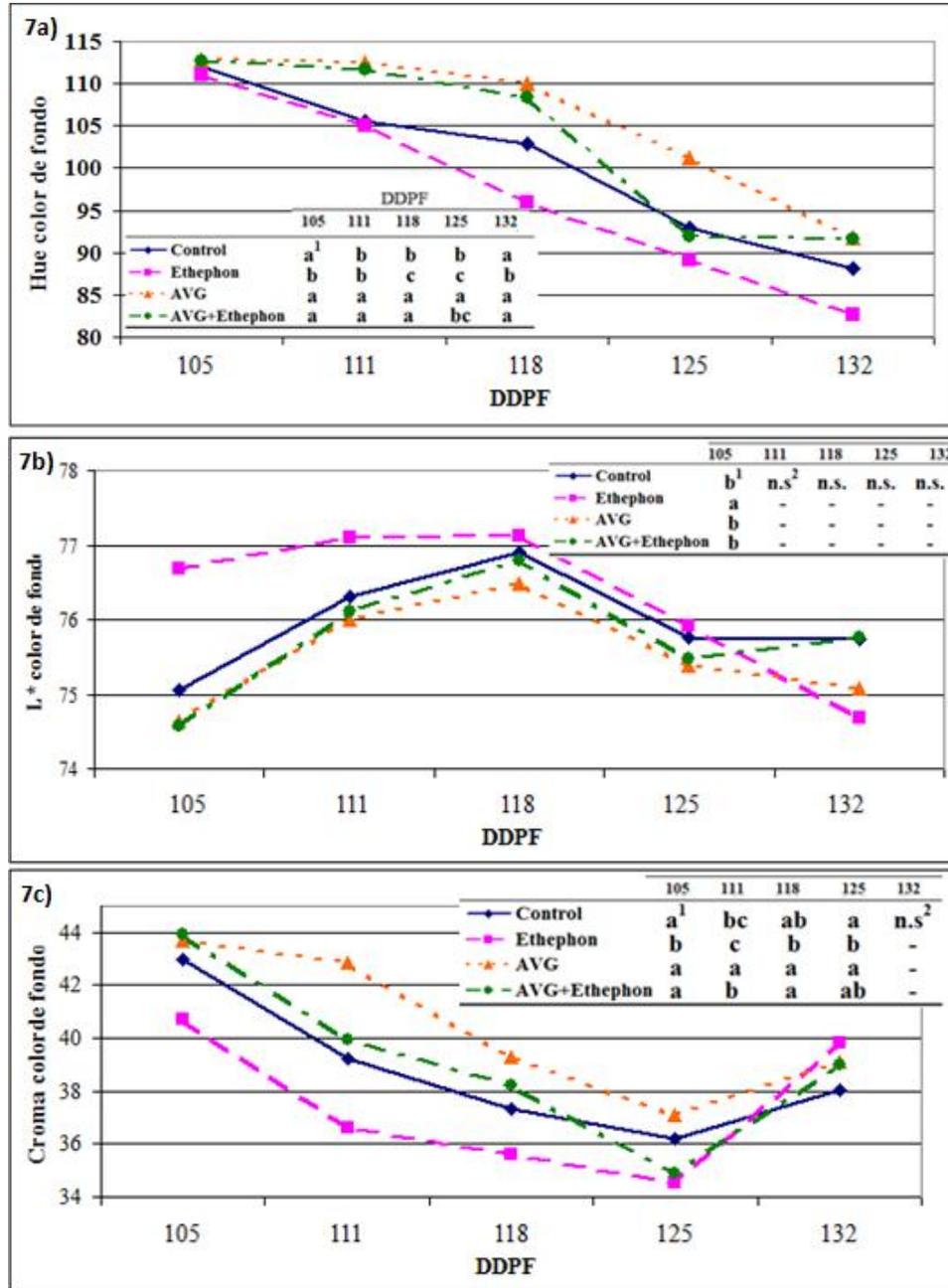


Figura 7. a) Ángulo de tono del color de fondo en frutos de precosecha; b) Luminosidad del color de fondo (de blanco a negro); c) Cromo (o saturación) del color de fondo en frutos de precosecha.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Ángulos de tono mayores en el color de fondo representan tonalidades más verdosas o amarillo-claro (Anexo II, Figura 2) lo que tiene directa relación con frutos de madurez menos avanzada. De esta manera se fundamenta nuevamente el retraso de la madurez provocado por la aplicación de AVG con o sin ethephon; de igual manera, frutos con un ángulo de tono mayor indica una madurez más avanzada, lo que es coherente al comparar los frutos tratados con ethephon versus los frutos del Control.

En la luminosidad del color de fondo se observó una diferencia significativa sólo en la primera evaluación, en donde el tratamiento de ethephon muestra un valor de luminosidad significativamente mayor. En las evaluaciones restantes no se observaron diferencias significativas (Figura 7b).

En cuanto al croma del color de fondo, que representa la saturación o intensidad del color, luego del análisis se puede concluir que el tratamiento de AVG presentó valores de croma significativamente mayores respecto del tratamiento de ethephon en prácticamente todas las evaluaciones, salvo la última, en la cual no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 7c). En cuanto a los tratamientos de AVG seguido de ethephon y Control, no se observó una tendencia durante las evaluaciones.

Es importante destacar que estas variables en su conjunto, caracterizan un color específico para una fecha determinada, razón por la cual no tiene sentido discutirlos por separado. Según Lysiak (2012) los valores de ángulo de tono óptimo a la cosecha para la variedad Royal Gala van desde los 96° a los 99°, con una luminosidad de 65 a 68 y un croma de 25 a 33.

Este rango de ángulo de tono fue alcanzado por los frutos del Control entre los 118 y 125 ddpf, con valores de luminosidad que van desde los 76,9 a los 75,7 y valores de croma de 37,3 a 36,2. Cabe destacar que para estas fechas la categoría del color de fondo varía entre 2,3 a 2,9 (Apéndice I, Cuadro 1).

Los frutos del tratamiento ethephon alcanzan el rango de 96° a 99° del ángulo de tono del color de fondo cerca de los 118 ddpf, fecha en la cual la luminosidad fue de 77,1; y el croma fue de 35,6; durante esta evaluación la categoría del color de fondo fue de 2,8 (Apéndice I, Cuadro 1).

El tratamiento AVG presentó frutos con un ángulo de tono del color de fondo entre 96° y 99° entre los 125 y 132 ddpf, con una luminosidad que va desde los 75,4 a 75,1 y un croma de 37,1 a 39,1; la categoría del color de fondo durante este periodo fue de 2,2 a 2,8 (Apéndice I, Cuadro 1).

Los frutos tratados con AVG seguido por ethephon alcanzaron el rango considerado como óptimo para el ángulo de tono del color de fondo a la cosecha, cerca de la evaluación a los 125 ddpf, con una luminosidad de 75,5 y un croma de 34,9; a esta fecha la categoría del color de fondo fue de 2,8 (Apéndice I, Cuadro 1).

Del análisis anterior se puede concluir que la estimación de la categoría de color de fondo (Anexo II, figura 3) óptimo a la cosecha entre 2,7 a 2,8 es bastante acertada considerando que esta corresponde a un ángulo de tono del color de fondo entre los 98° y 95°. Esto es respaldado por las evaluaciones realizadas sobre los frutos del Control, ethephon y AVG seguido por ethephon, sin embargo los frutos tratados con AVG-solo presentaron valores de la categoría del color de fondo menores, indicando frutos más inmaduros, en comparación a los demás frutos.

Color de cubrimiento

Ángulo de tono, luminosidad y croma del color de cubrimiento. El tratamiento de AVG mostró valores del ángulo de tono del color de cubrimiento significativamente superiores durante todas las evaluaciones, el tratamiento de ethephon presentó valores significativamente menores en todas las evaluaciones, salvo la última, en la que no hubo diferencias entre tratamientos (Figura 8a).

En relación a la luminosidad del color de cubrimiento, es posible establecer diferencias entre los frutos tratados con AVG y aquellos tratados con ethephon, de manera que los tratados con AVG presentaron una mayor luminosidad en prácticamente todas las evaluaciones (Figura 8b).

Respecto al croma del color de cubrimiento en las evaluaciones a los 118 y 125 ddpf presentó diferencias en donde el tratamiento de ethephon mostró un valor significativamente mayor en contraste al tratamiento de AVG que presentó los valores significativamente más bajos.

Entre estas fechas los tratamientos Control y AVG seguido de ethephon mostraron un aumento considerable pasando de valores significativamente menores a los 118 ddpf a significativamente mayores a los 125 ddpf. A pesar de esto no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en la última evaluación. (Figura 8c).

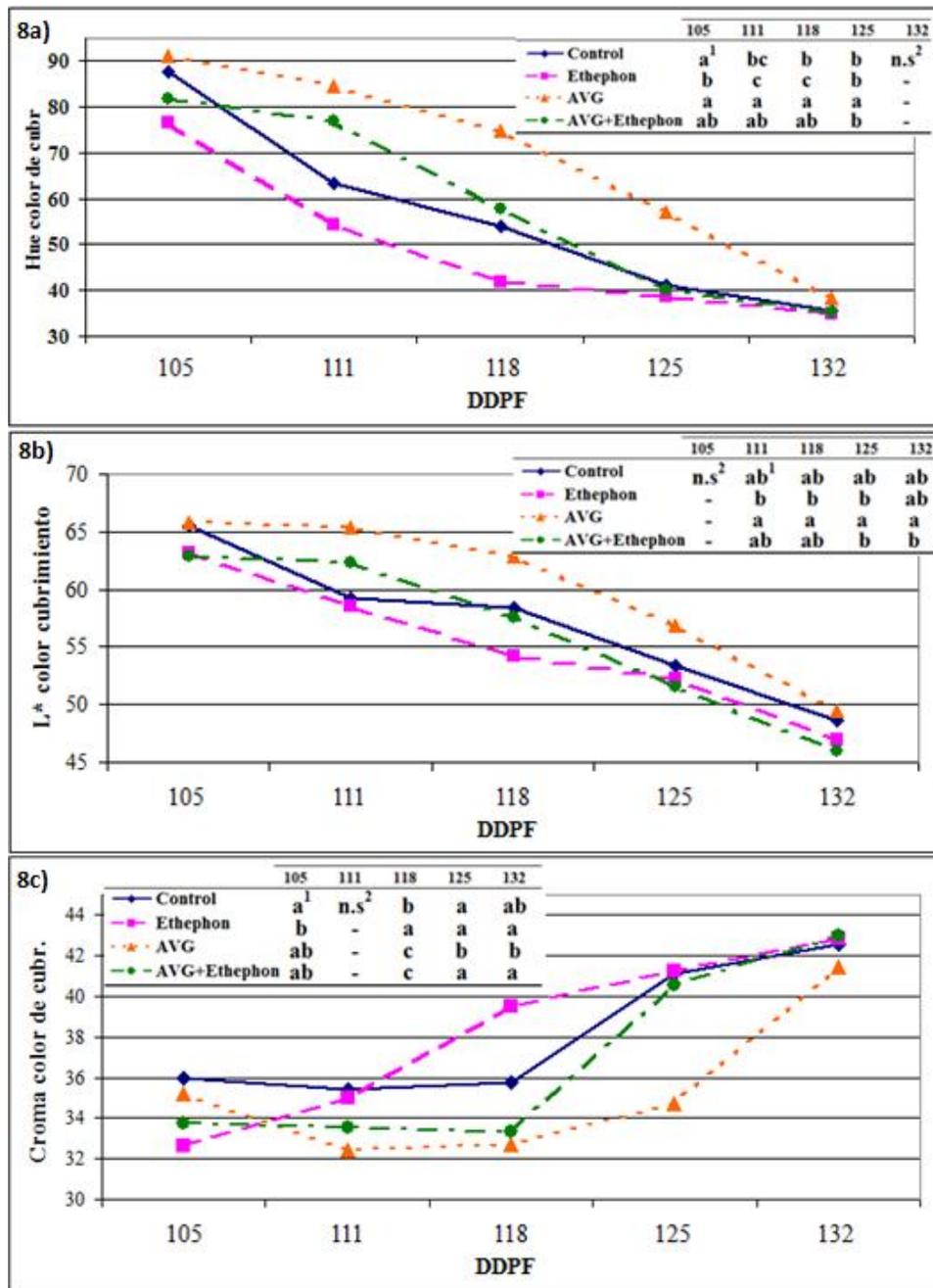


Figura 8. a) Ángulo de tono del color de cubrimiento, b) Luminosidad del color de cubrimiento (de blanco a negro); c) Cromo (o saturación) del color de cubrimiento en frutos de precosecha.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Según Greer (2005), el ángulo de tono óptimo para el color de cubrimiento a la cosecha en frutos de la variedad Royal Gala va desde los 20° a los 30° con una luminosidad de 25 a 35 y un croma de 30 a 35. Sin embargo de acuerdo a lo graficado de la Figura 8a, el ángulo de tono de color de cubrimiento mínimo alcanzado por todos los tratamientos es de 35° a los 132 ddpf razón por la que se debe desestimar esta referencia.

Al basarse en las fechas indicadas por el color de fondo como óptimas para la cosecha de los distintos tratamientos, se puede obtener del Apéndice I Cuadro 1 los valores del ángulo de tono del color de cubrimiento alcanzados por los frutos. De esta manera se tiene que entre los 118 y 125 ddpf los frutos del Control alcanzaron un tono del color de cubrimiento de 54 a 41 con valores de luminosidad de 58,5 a 53,4 y croma de 35,7 a 41,1. Aquellos tratados con ethephon mostraron a los 118 ddpf un ángulo de tono de 41,8, con una luminosidad de 54,3 y un croma de 39,5; en tanto que el tratamiento AVG presentó a los 125 y a los 132 ddpf frutos con un ángulo de tono de 57,2 y 38,3, una luminosidad de 56,8 y 49,5 y un croma de 34,7 y 41,4; por último los frutos tratados con AVG seguido por ethephon presentaron en la evaluación a los 125 ddpf frutos con un ángulo de tono del color de cubrimiento de 40,2, una luminosidad de 51,6 y un croma de 40,6.

De esta manera es posible postular como rangos apropiados para la cosecha de manzanas Royal Gala en la localidad de Graneros bajo las condiciones de estudio, los valores del ángulo de tono del color de cubrimiento entre 40° y 50°, con una luminosidad de 52 a 58 y un croma de 37 a 40. Cabe mencionar que estos rangos son solo una referencia y que entre otros factores esto puede depender mucho del clima, el vigor y la carga frutal del árbol (Yuri *et al.*, 2011).

Categoría y porcentaje de color de cubrimiento. Estas características son presentadas en conjunto dado que están relacionadas entre sí, de manera que al establecer un porcentaje de cubrimiento del fruto, este porcentaje corresponde al área cubierta por la categoría de color correspondiente (Figura 9).

En relación a la categoría del color de cubrimiento solo es posible establecer con claridad la diferencia significativa entre los frutos del tratamiento AVG y aquellos del tratamiento ethephon, en la que este último posee los valores menores, lo que de acuerdo al Anexo II, Figura 4 implica un fruto con una área cubierta por una tonalidad más roja o más densa (Figura 9a).

En cuanto al porcentaje del color de cubrimiento, el tratamiento de ethephon mostró valores significativamente superiores, salvo en la última evaluación en la cual no se diferenció del tratamiento de AVG+ethephon. En contraste, el tratamiento AVG presentó porcentajes de cubrimiento significativamente menores durante todo el periodo (Figura 9b).

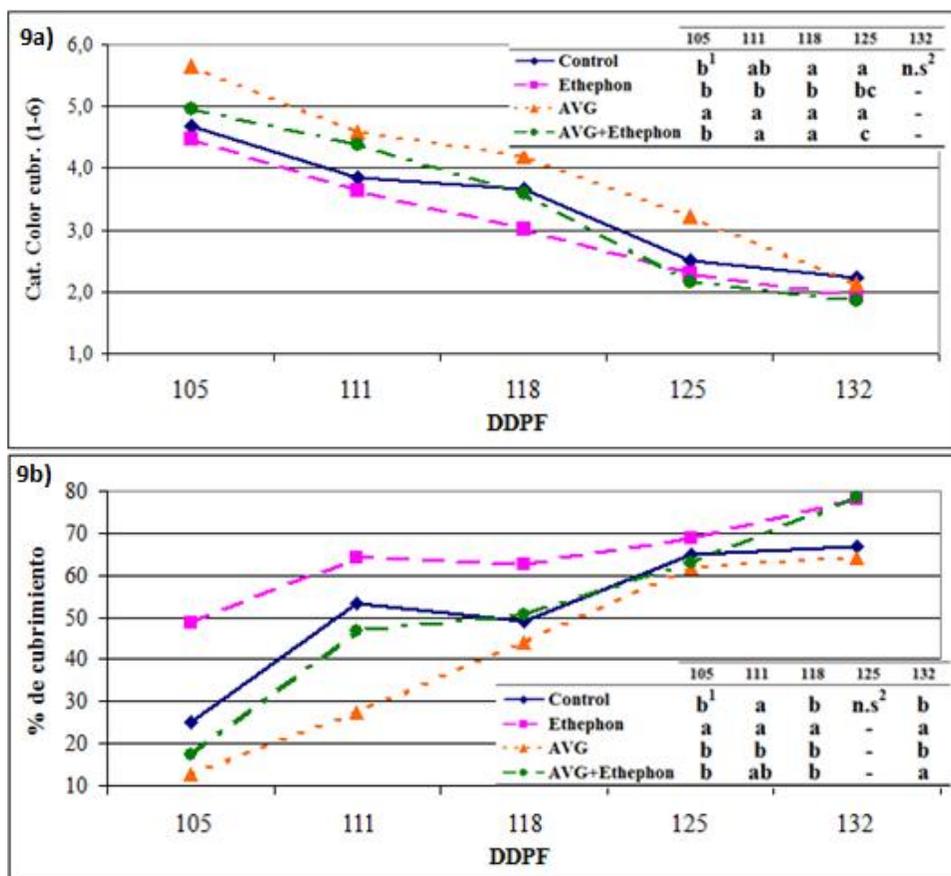


Figura 9. a) Categoría de color de cubrimiento (1-6); basada en la tabla de color Obst vom Bodensee, Agosto del 2000, evaluación en frutos de precosecha, b) Porcentaje del color de cubrimiento

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Peso de frutos

En cuanto al peso de los frutos, a pesar de observarse diferencias entre los tratamientos en casi todas las evaluaciones, no hubo un comportamiento constante de los frutos muestreados en cada tratamiento (Figura 10).

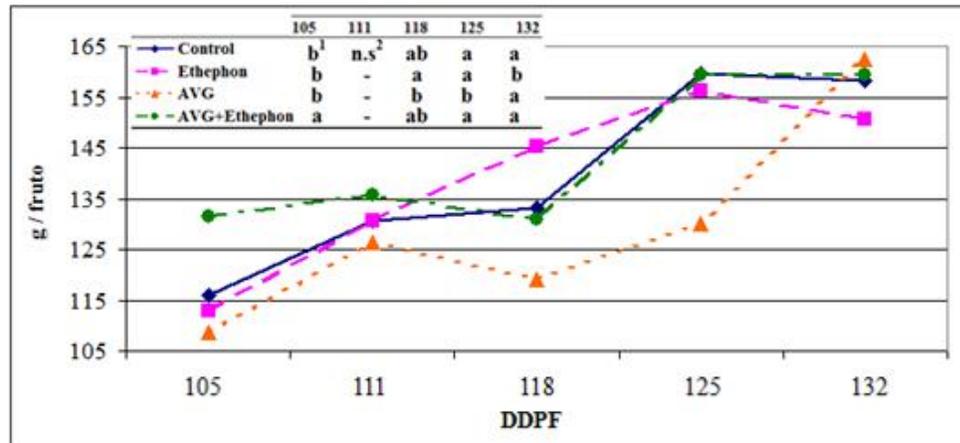


Figura 10. Peso (g) por fruto de precosecha.

1/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

2/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Las diferencias estadísticas observadas pueden ser el resultado de un sesgo en la selección de la muestra, ya que en las evaluaciones durante el crecimiento de frutos y a la cosecha, se confirma que no hubo efecto sobre el tamaño de frutos.

Evaluaciones de la cosecha

Distribución de la cosecha y calibres obtenidos

Las cosechas se realizaron basándose en el color de fondo de los frutos de cada árbol, efectuando 2 cosechas parciales y una final en donde se extrajo el total de frutos restantes. En la Figura 11 se presenta la proporción de frutos obtenida en cada cosecha, en ella se puede apreciar que la mayor proporción de frutos de los tratamientos Control (66,7%) y ethephon (48,5%) se realizó a los 125 ddpf, correspondiente a la primera y segunda cosecha respectivamente, mientras que la mayor proporción de los frutos tratados con AVG seguido de ethephon (43,5%) fue cosechado a los 132 ddpf, correspondiente a su segunda cosecha, en tanto las cosechas de los frutos tratados con AVG se distribuyeron entre los 132 y 142 ddpf de manera equitativa.

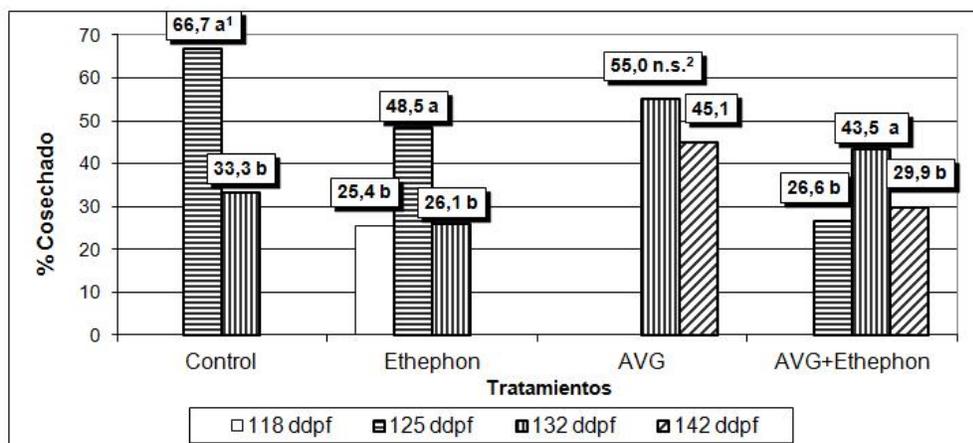


Figura 11. Porcentaje de frutos cosechados por fecha, en los distintos tratamientos.

¹/Letras distintas, señalan diferencias significativas entre las evaluaciones de un mismo tratamiento (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas.

De estas evaluaciones es posible establecer que los frutos tratados con ethephon adelantaron su madurez en una semana en relación al Control, de manera que el 25% de estos frutos fue cosechado a los 118 ddpf, además esta cosecha se extendió hasta los 132 ddpf, abarcando de esta forma el periodo de cosecha del Control (125 y 132 ddpf; Figura 11).

Por otro lado los frutos tratados con AVG retrasaron su madurez en una semana, traslapándose con el Control solo durante la cosecha a los 132 ddpf, y extendiendo su cosecha hasta los 142 ddpf, fecha en que se cosechó el 45% de estos frutos (Figura 11).

Mientras el tratamiento de AVG seguido por ethephon modificó la proporción de sus frutos cosechados a los 125 y 132 ddpf, retrasando el 29,9% de sus frutos, los que fueron cosechados a los 142 ddpf, una semana más tarde que los frutos del Control (Figura 11).

En cuanto a la distribución del tamaño de frutos, el tratamiento de AVG presentó un porcentaje significativamente mayor de frutos de menor tamaño (menores a 65 mm) en relación al tratamiento de AVG+ethephon sin embargo estos tratamientos no se diferenciaron del Control (Figura 12).

El tratamiento de ethephon mostró un porcentaje significativamente mayor de frutos entre 71 y 77 mm, en comparación al tratamiento de AVG, sin embargo tampoco se diferenciaron del Control (Figura 12).

El tratamiento ethephon presentó un porcentaje significativamente menor de frutos de calibre entre 77 y 83 mm, en comparación a los frutos del Control (Figura 12).

En cuanto al porcentaje de frutos de calibre entre 65 y 71 mm, y mayores 83 mm, no se lograron determinar diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 12).

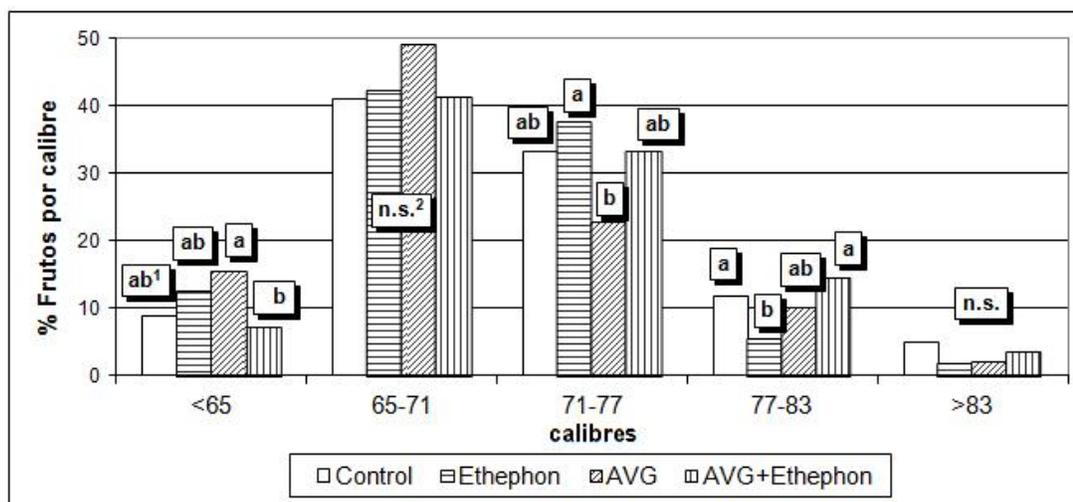


Figura 12. Distribución porcentual de calibres a la cosecha para cada tratamiento.

¹/Letras distintas en sentido horizontal dentro de cada calibre, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p -value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

Del análisis anterior se concluye que no hubo diferencias significativas, en cuanto al calibre de frutos a la cosecha, entre los tratamientos de AVG, con o sin ethephon, y el Control.

Evaluaciones de calidad, peso y diámetro de frutos

De las evaluaciones de los frutos seleccionados de la primera cosecha de cada tratamiento, se determinó que los tratados con AVG y AVG+ethephon presentaron un contenido de sólidos solubles significativamente mayor respecto de los tratados con ethephon y los frutos del Control (Cuadro 2), sin embargo dicha diferencia agronómicamente no es relevante.

Los tratamientos de ethephon y AVG+ethephon presentaron frutos con una resistencia de la pulpa a la penetración significativamente mayor en contraste a los tratamientos Control y AVG que mostraron valores significativamente menores (Cuadro 2).

Respecto al índice de degradación de almidón el tratamiento de ethephon mostró un valor significativamente mayor y el tratamiento de AVG+ethephon mostró un valor significativamente menor (Cuadro 2).

En relación al índice compuesto no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2).

En cuanto al peso y el diámetro ecuatorial de los frutos, se observó un valor significativamente menor en los frutos del tratamiento de ethephon, respecto de los demás tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Evaluación de la Cosecha

Tratamiento	Sólidos Solubles (°Brix)	Firmeza de pulpa (kgf)	Índ. de deg. del almidón	Índice compuesto	Peso por fruto (g)	Diámetro ecuatorial (mm)
Control	13,9 c ¹	7,3 b	9,2 ab	0,06 n.s. ²	159 a	71,6 a
Ethephon	14,1 b	7,8 a	9,3 a	0,06 -	151 b	70,2 b
AVG	14,5 a	7,1 b	9,2 ab	0,05 -	157 a	71,4 a
AVG+Ethephon	14,3 a	7,7 a	9,0 b	0,06 -	161 a	71,5 a
Valor p	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00	0,00

1/ Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey)

2/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos

Del análisis de las características evaluadas durante la maduración de los frutos se determinó que el rango de valores óptimo a la cosecha para el índice compuesto en manzanas Royal Gala bajo las condiciones de estudio es de 0,10 a 0,07, según lo cual los frutos evaluados durante la cosecha podrían presentar una madurez superior a la considerada como óptima.

Luminosidad, ángulo de tono y saturación del color de frutos

En relación al color de fondo de los frutos cosechados, se observó que los tratamientos de ethephon y Control poseían una luminosidad significativamente mayor en comparación con los tratamientos de AVG y AVG+ethephon. Además el tratamiento de AVG, presentó un color de fondo significativamente más saturado (croma), en comparación al tratamiento de AVG+ethephon y este a su vez obtuvo un croma significativamente mayor respecto del tratamiento de ethephon, mientras que el Control obtuvo un valor intermedio entre estos dos tratamientos. En relación al ángulo de tono del color de fondo, no se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 3).

En relación al color de cubrimiento, se observó que los tratamientos de ethephon y Control poseían una luminosidad y un ángulo de tono significativamente mayor en comparación con los tratamientos de AVG y AVG+ethephon. En cuanto al croma o saturación del color de cubrimiento, el tratamiento de AVG+ethephon presentó el valor significativamente mayor en contraste a los tratamientos de ethephon y Control, mientras que el tratamiento de AVG no se diferenció de los demás tratamientos (Cuadro 3).

Los valores de luminosidad del color de fondo y del color de cubrimiento de los frutos tratados con AVG solo y en combinación con ethephon fueron significativamente menores comparados con los valores de los tratamientos Control y ethephon. El menor valor de luminosidad del color de cubrimiento indica una mayor concentración de antocianinas y por ende frutos más rojos (Whale et al., 2008).

El ángulo de tono del color de fondo de los frutos cosechados no obtuvo diferencias significativas entre los tratamientos, con valores cercanos a 90°, correspondiente a una tonalidad amarilla considerada como índice de cosecha (Ver Anexo II, Figura 2). En cuanto al color de cubrimiento los tratamientos de AVG solo y en combinación con ethephon mostraron valores del ángulo de tono similares entre sí (36,23° y 35,41° respectivamente) pero significativamente menores a los valores obtenidos por los tratamientos Control y ethephon (38,57° y 38,65°, respectivamente), los que no mostraron diferencias significativas entre sí. Al considerar que la tonalidad roja corresponde a los 0° y la tonalidad amarilla a los 120° (Ver Anexo II, Figura 2), los valores cercanos a 0° corresponderían a tonalidades más rojas por lo que los frutos cosechados en los tratamientos de AVG solo y en combinación con ethephon serían más rojos que los de los tratamientos Control y ethephon.

Cuadro 3. Color de frutos cosechados: Luminosidad (L*), Angulo de tono (Hue) y Croma (saturación)

Tratamiento	Color de Fondo			Color de Cubrimiento		
	Hue	L*	Croma	Hue	L*	Croma
Control	91,0 n.s.	76,3 a ¹	37,0 c	38,6 a	51,3 a	41,7 b
Ethephon	90,4 -	76,2 a	36,2 c	38,7 a	51,4 a	41,1 b
AVG	89,4 -	74,9 b	39,4 a	36,2 b	47,7 b	41,7 b
AVG+Ethephon	89,9 -	75,0 b	37,9 b	35,4 b	46,7 b	42,4 a
Valor p	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1/ Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey)

2/n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos

De las evaluaciones de precosecha se concluye que el ángulo de tono (Hue) del color de fondo óptimo a la cosecha debía ser de 98° a 95° (Anexo II, Figura 2), según lo cual, frutos con valores del ángulo de tono inferiores representarían frutos con una madurez más avanzada.

Categorías de color y porcentaje de cubrimiento en frutos cosechados

La evaluación de la categoría del color de fondo, presentada en el Cuadro 4, arrojó diferencias indicando un valor superior del tratamiento Control respecto de los demás tratamientos, lo que indica frutos con un mayor grado de madurez (Anexo II, Figura 3), sin embargo esta diferencia no es relevante agronómicamente. En cuanto a la categoría del color de cubrimiento los tratamientos de ethephon y Control presentaron valores significativamente superiores en contraste a los obtenidos por los tratamientos de AVG y AVG+ethephon (Anexo II, Figura 4). Cabe destacar que a menor categoría de color de cubrimiento, el fruto está cubierto por un color más rojo y denso.

Los frutos del tratamiento AVG+ethephon alcanzaron un porcentaje de cubrimiento significativamente mayor respecto de los demás tratamientos, con un 76,2% (Cuadro 4).

Cuadro 4. Color de frutos cosechados: Categorías de color y porcentaje de cubrimiento

Tratamiento	Categoría de color de fondo	Categoría de color de cubrimiento	Porcentaje de cubrimiento
Control	3,0 a ¹	2,4 a	65,6 c
Ethephon	2,9 b	2,4 a	69,4 b
AVG	2,9 b	2,1 b	65,9 bc
AVG+Ethephon	2,9 b	1,8 c	76,2 a
Valor p	0,00	0,00	0,00

1/ Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey)

Evaluaciones de Poscosecha

Durante la poscosecha la resistencia a la penetración de la pulpa disminuyó desde 7,5 kgf a los 0 días de almacenamiento hasta 6,3 kgf a los 120 días (Figura 13).

A los 60 y 90 días de almacenamientos no se observaron diferencias estadísticas en la firmeza de la pulpa de los frutos de los distintos tratamientos, sin embargo a los 120 días de almacenamientos los frutos del Control mostraron una firmeza significativamente menor con 6,0 kgf (Figura 13).

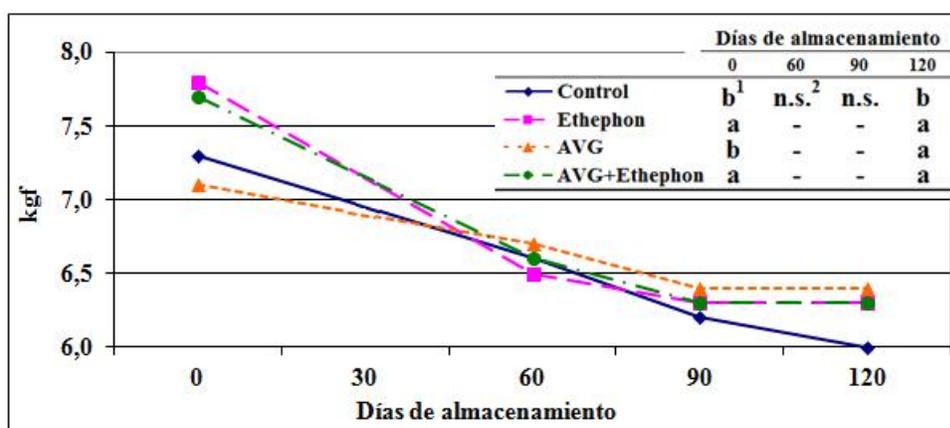


Figura 13. Firmeza de la pulpa en poscosecha de frutos.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

En relación al contenido de sólidos solubles en la poscosecha los frutos del tratamiento AVG mostraron un mayor contenido durante prácticamente todas las evaluaciones, salvo la evaluación a los 90 días de almacenamiento (Figura 14). Los frutos del tratamiento de AVG seguido por ethephon solo se diferenciaron de los frutos del Control a los 0 y 120 días de almacenamiento, evaluaciones en las que mostraron un contenido de sólidos solubles significativamente mayor. Los frutos del tratamiento de ethephon a los 0 días de almacenamiento presentaron un contenido de sólidos solubles estadísticamente menor en comparación a los frutos del Control y a los 90 un contenido estadísticamente mayor, sin embargo no se observaron diferencias significativas en las demás evaluaciones (Figura 14).

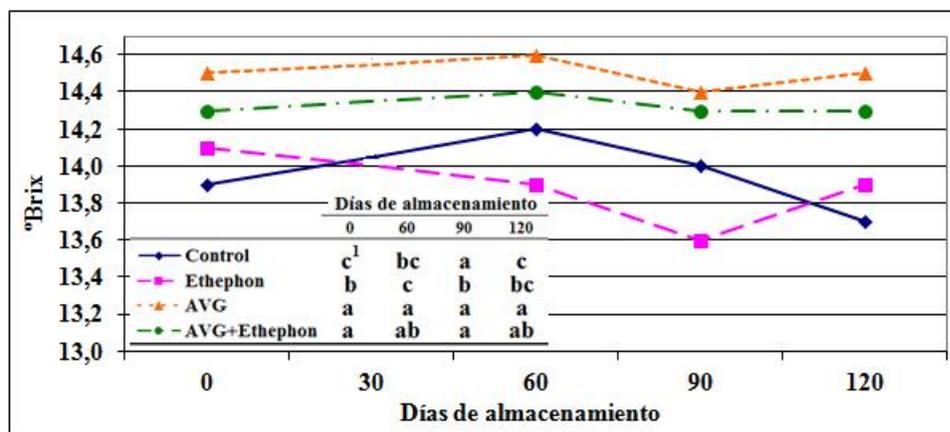


Figura 14. Contenido de sólidos solubles poscosecha de frutos.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

En cuanto al índice de degradación del almidón no se observaron diferencias entre los frutos de los distintos tratamientos y los frutos del Control a los 0 días de almacenamiento, a los 60 días de almacenamiento los frutos del tratamiento Control mostraron un índice significativamente mayor, a los 90 días los frutos tratados con ethephon y AVG-solo mostraron un índice de degradación de almidón estadísticamente superior al mostrado por los frutos del Control, a los 120 días no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 15).

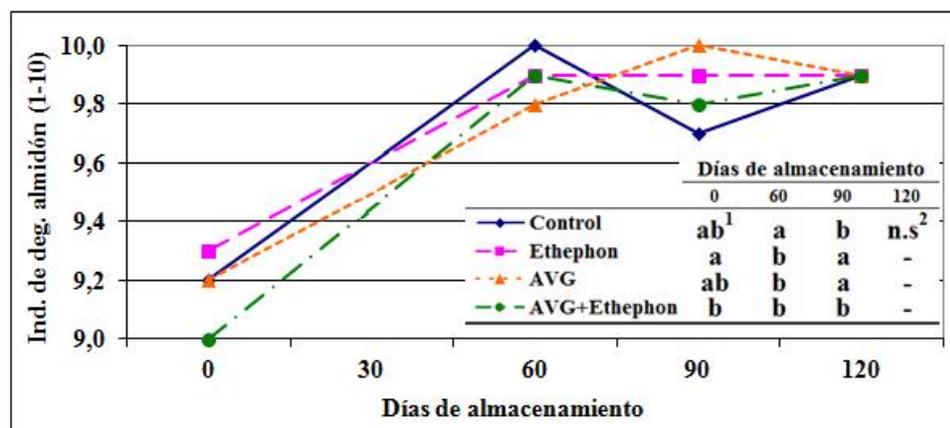


Figura 15. Índice de degradación de almidón en poscosecha de frutos.

¹/Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey).

²/ n.s.: no hay diferencias significativas entre tratamientos.

CONCLUSIONES

La aplicación sobre manzanos Royal Gala en la localidad de Graneros, de $124,5 \text{ g ha}^{-1}$ de Aminoetoxivinilglicina (AVG), cinco semanas antes de la fecha estimada de cosecha, seguida de la aplicación de $280 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$ de ethephon dos semanas después tiene efectos positivos sobre la coloración de la fruta, la firmeza de la pulpa y la concentración de sólidos solubles, retrasando la madurez de cosecha de un 30% de la fruta.

La aplicación de AVG seguida por una de ethephon permite obtener frutos con mayor porcentaje de cubrimiento con un color más rojo, denso e intenso, con mayor luminosidad y nitidez en comparación a los frutos sin tratar. También mejora la resistencia de la pulpa a la penetración y aumenta la concentración de sólidos solubles a la cosecha, sin modificar el tamaño de los frutos.

La aplicación de AVG seguida por una de ethephon mejora la capacidad de guarda, obteniéndose una mayor firmeza y un mayor contenido de sólidos solubles luego de 120 días de almacenamiento en cámara de frío convencional en comparación a los frutos sin tratar.

Cuando la aplicación de AVG no es seguida por una de ethephon, la madurez de cosecha del total de los frutos se retrasa en una semana, con un mayor contenido de sólidos solubles. Se obtienen frutos con un color de cubrimiento más rojo y denso que los sin tratar, sin embargo los beneficios en la coloración son menores que cuando se agrega ethephon. No hay un efecto positivo sobre la poscosecha de los frutos luego de 120 días de almacenamiento refrigerado.

BIBLIOGRAFÍA

Amarante, C.V.T., C.A. Steffens e L.E.B. Blum. 2010. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçãs 'Gala' e 'Fuji' pulverizadas com aminoetoxivinilglicina. Rev. Bras. Frutic. vol.32 n°.1 Jaboticabal Mar. 2010. Disponible en: http://74.125.155.132/scholar?q=cache:uU8NPNP1aE8J:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=2000 Leído el: 01 Diciembre 2010.

Bangerth, F. 1978. The effect of a substituted aminoacid on ethylene biosynthesis, respiration, ripening and preharvest drop of apple fruit. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103: 401-404.

Bramlage, W.J., D.W. Greene, W.R. Autio, and J.M. McLaughlin, 1980. Effect of aminoethoxivinyglycine on internal ethylene concentrations and storage of apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105 : 847-851.

Bruhn, C. M. 2007. Aspectos de calidad y seguridad alimentaria de interés para el consumidor. pp 37- 45. In: Kader, A. (Ed). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas. 3ª ed. Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha. EE.UU. 580 p.

Carrera, M. 2009. Variedades y Calidad de las manzanas de Aragón. Asociación Profesional de Productos Hortofrutícolas de la Provincia de Zaragoza. Unidad de Fruticultura SIA-DGA. 60 p.

Casals, M., J. Bonany, J. Carbó, S. Alegre, I. Iglesias, D. Molina, T. Casero and I. Recasens. 2006. Establishment of a criterion to determine the optimal harvest date of 'Gala' apples based on consumer preferences. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. 14 (2): 53-63.

Contreras C., M. 2009. Actualización plan regulador intercomunal Rancagua; Declaración de impacto ambiental. SEREMI MINVU Región de O'Higgins. Disponible en: https://www.e-seia.cl/archivos/609_3_DIA_PRICAN_final.pdf Leído el: 5 de Enero 2011.

Drake, S.R, T.A. Eisele, M.A. Drake, D.C. Elfving, S.L. Drake and D.B. Visser. 2005. The influence of Aminoethoxyvinylglycine and Ethephon on objective and sensory qualities of 'Delicious' apples and apple juice at harvest and after storage. Washington Tree Fruit Postharvest Conference. Disponible en: <http://postharvest.tfrec.wsu.edu/PC2005D.pdf>. Leído el: 15 Septiembre 2010.

Greer, D. 2005. Non-destructive chlorophyll fluorescence and color measurements of 'Braeburn' and 'Royal Gala' apple (*Malus domestica*) fruit development throughout the

growing season. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 33: 413-421.

Höhn, E., D. Dätwyler, F. Gasser and M. Jampen. 1999. Streifindex und optimaler pflückzeitpunkt von tafelkernobst. *Schweiz. Z. Obst-Weinbau*. 18: 443-446.

Hunter, R. S. and R.W. Harold. 1987. *The measurement of appearance*. 2nd ed. Wiley, NY. 361p.

Ju, Z., Y. Yuan, C. Liou, and S. Xin. 1995. Relationships among phenylalanine ammonia-lyase activity, simple phenol concentrations and anthocyanin accumulation in apple. *Sci. Hortic*. 61: 215-226.

Köppen, W. 1948. *Climatología con un estudio de los climas de la tierra*. Fondo de Cultura Económica. México. 478 p.

Lysiak, G. 2012. The base color of fruit as an indicator of optimum harvest date for two Apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). *Folia Horticulturae*. 24 (1): 81-89.

Mitchan, E. J. y F. G. Mitchell, 2007. Sistemas de manejo postcosecha: Frutos pomo. pp. 373-386. *In: Kader, A. (Ed). Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. 3ª ed. Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha. EE.UU. 580 p.

ODEPA, Boletín Frutícola Avance febrero 2013.

Steffens, C., A. Wietzke, L. Stork, A. Brackmann. 2006. Maturação da maçã 'Gala' com a aplicação pré-colheita de aminoetoxivinilglicina e ethephon. *Ciência Rural, Santa Maria*. 36(2), 434-440.

Streif, J. 1984. Jod-Stärke-Test zur Beurteilung der Fruchtreife bei Äpfeln. *Obst und Garten, Stuttgart*, n. 8, p. 14.

Streif, J. 1989. Erfahrungen mit Erntetermin-Untersuchungen bei Äpfeln. *Besseres Obst* 34, 235-238.

Wang, Z. and D.R. Dilley. 2001. Aminoethoxyvinylglycine, combined with Ethephon, can enhance red color development without over-ripening apples. *HortScience* 36, 328-331.

Whale, S.K. and Z. Singh. 2007. Endogenous ethylene and color development in the skin of 'Pink Lady' apple. *J. Am. Soc. Hortic. Sci*. 132: 20-28.

Whale, S.K., Z. Singh, M.H. Behboudian, J. Janes, and S.S. Dhaliwal. 2008. Fruit quality in 'Cripp's Pink' apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and Ethephon. *Sci. Hortic*. 115: 342-351.

Yuri, J.A. 2006. Desarrollo de color en manzanas. Boletín Técnico Pomáceas. Centro de Pomáceas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Talca, Chile. 6(1).

Yuri, J.A., C. Moggia, Á. Sepúlveda, V. Lepe, J.L. Vásquez y M. Pereira. 2011. Comportamiento del Manzano en diferentes zonas productivas de Chile. Centro de Pomáceas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Talca, Chile. 200 p.

Zacarías, L. 1993. Etileno. pp 343-356. *In*: Azcón-Bieto, J. y M. Talón. (Ed.) Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana McGraw-Hill, Madrid, España. 581 p.

APÉNDICE

Apéndice I

Cuadro 1. Resumen de las evaluaciones en precosecha

DDPF	Firmeza de la pulpa (Kgf)	Sólidos solubles (°Brix)	Índice de degradación del almidón (1-10)	Índice compuesto (Streif, 1989)	Color de Fondo				Color de Cubrimiento				Peso del fruto	
					Categoría de color (1-4)	Ángulo de tono	Luminosidad	Croma	Ángulo de tono	Luminosidad	Croma	Categoría de color (1-4)		Porcentaje de Cubrimiento
Control														
105	10,3	10,8	2,0	0,60	1,5	112,0	75,1	43,0	87,7	65,6	36,0	4,7	25,1	116,1
111	9,9	12,1	5,3	0,33	2,2	105,5	76,3	39,2	63,3	59,2	35,4	3,9	53,3	130,5
118	9,3	12,5	6,3	0,15	2,3	102,9	76,9	37,3	54,0	58,5	35,7	3,7	49,2	133,1
125	7,3	13,6	9,0	0,06	2,9	92,9	75,7	36,2	41,0	53,4	41,1	2,5	64,8	159,5
132	7,2	14,1	9,4	0,06	3,0	88,1	75,7	38,0	35,5	48,6	42,6	2,2	66,8	158,1
Ethephon														
105	9,7	11,6	4,4	0,26	2,0	111,0	76,7	40,7	76,6	63,2	32,7	4,5	48,5	112,9
111	9,2	12,6	6,9	0,12	2,4	105,1	77,1	36,6	54,4	58,6	35,0	3,7	64,3	130,7
118	8,4	13,9	9,0	0,07	2,8	95,9	77,1	35,6	41,8	54,3	39,5	3,0	62,8	145,3
125	7,5	13,8	9,3	0,06	2,9	89,1	75,9	34,5	38,7	52,3	41,2	2,3	68,6	156,4
132	7,2	14,7	9,6	0,05	3,0	82,7	74,7	39,9	35,0	47,0	42,8	1,9	78,2	150,8
AVG														
105	10,1	10,6	1,0	0,95	1,1	112,9	74,6	43,7	91,0	65,9	35,2	5,6	12,7	108,7
111	9,8	10,7	1,3	0,83	1,4	112,6	76,0	42,9	84,6	65,3	32,4	4,6	27,5	126,5
118	9,4	11,8	2,7	0,45	2,2	110,0	76,5	39,3	74,9	62,8	32,7	4,2	44,1	119,0
125	8,6	12,7	5,5	0,18	2,2	101,3	75,4	37,1	57,2	56,8	34,7	3,2	61,9	130,0
132	7,2	14,1	9,2	0,06	2,8	91,8	75,1	39,1	38,3	49,5	41,4	2,1	64,3	162,5
AVG + Ethephon														
105	9,7	10,6	1,1	0,88	1,1	112,7	74,6	43,9	81,9	62,9	33,8	5,0	17,3	131,4
111	9,7	10,9	1,8	0,64	1,5	111,7	76,1	40,0	76,9	62,3	33,6	4,4	46,7	135,6
118	8,9	12,2	5,3	0,18	2,3	108,4	76,8	38,2	57,9	57,6	33,3	3,6	50,6	131,0
125	8,2	13,6	8,1	0,08	2,8	92,0	75,5	34,9	40,2	51,6	40,6	2,2	62,9	159,4
132	7,7	14,3	9,0	0,06	2,8	91,6	75,8	39,0	35,3	46,0	43,0	1,8	78,6	159,3

Apéndice II

Cuadro 1. Evaluación de los árboles seleccionados

Tratamiento	Volumen de copa (m ³)	ASTT ¹	ASTR ²	Largo de brotes (cm)	Numero de ramas madres
Control	34,8 n.s. ³	42,3 n.s.	13,4 ab ⁴	13,4 ab ¹	11 n.s.
Ethephon	44,1 -	44,5 -	14,4 a	14,4 a	11 -
AVG	30,2 -	45,2 -	11,9 ab	11,9 ab	10,5 -
AVG+Ethephon	36,6 -	44,2 -	10,9 b	10,9 b	11,2 -

1/ ASTT: área de sección transversal de tronco 2/ ASTR: área de sección transversal de rama

3/ no hay diferencias significativas entre tratamientos

4/ Letras distintas en sentido vertical, señalan diferencias significativas entre los tratamientos (p-value < 0,05) (Prueba Tukey)

Apéndice III

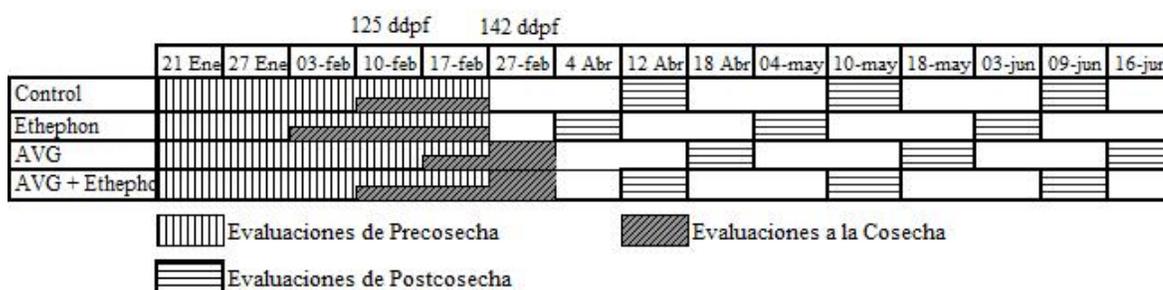


Figura 1. Fechas de muestreo y evaluación de frutos por tratamiento.



Figura 2. Fechas de cosecha por árbol y tratamiento.

ANEXOS

Anexo I

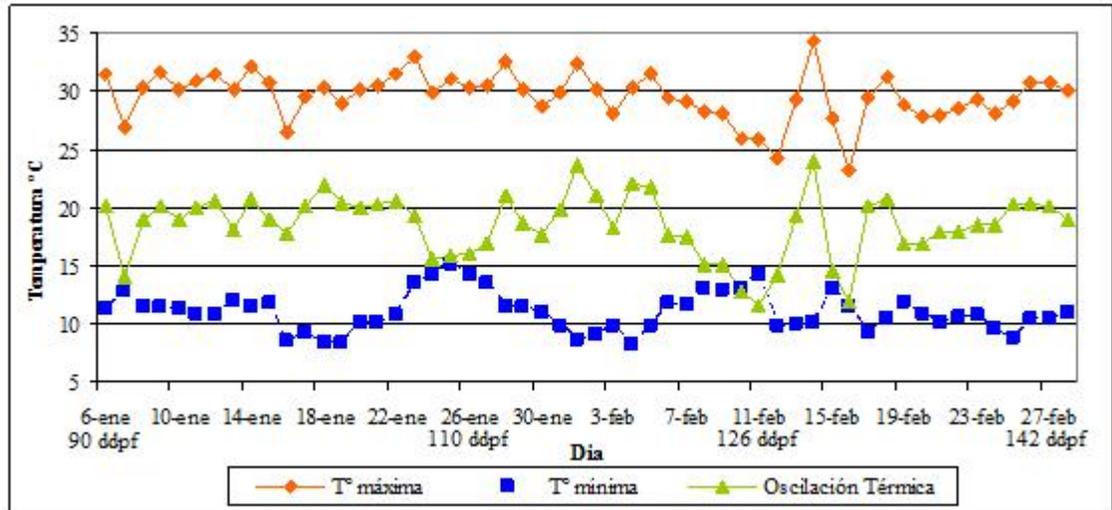


Figura 1. Temperaturas de enero a febrero 2011 en la localidad de Graneros.

Fuente: www.agroclima.cl.

Anexo II

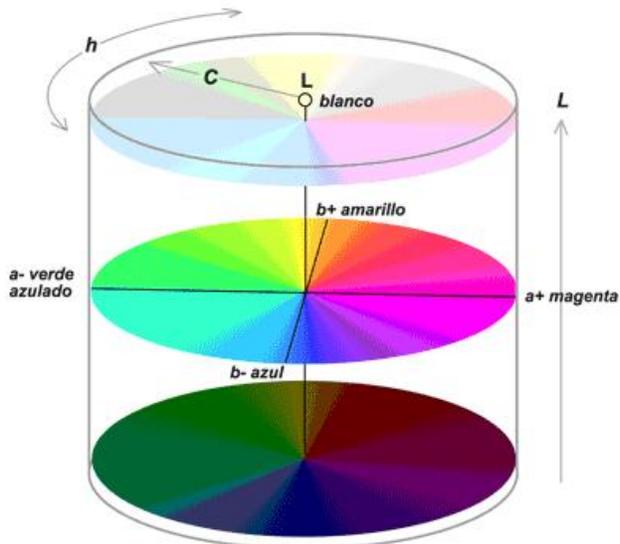


Figura 1. Modelo CIE LAB (h=ángulo de tono, L=luminosidad, C=croma)

Fuente: <http://www.proyectacolor.cl>

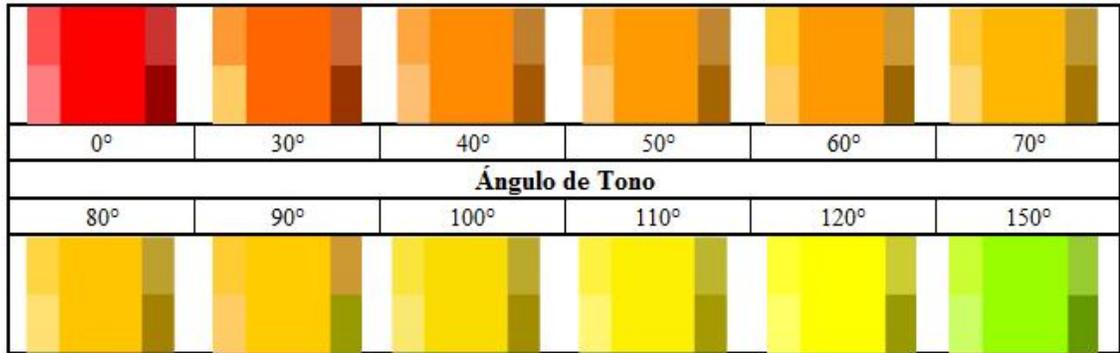


Figura 2. Matices correspondientes a distintos ángulos de tono (hue).

Basado en información obtenida de <http://colorschemedesigner.com>

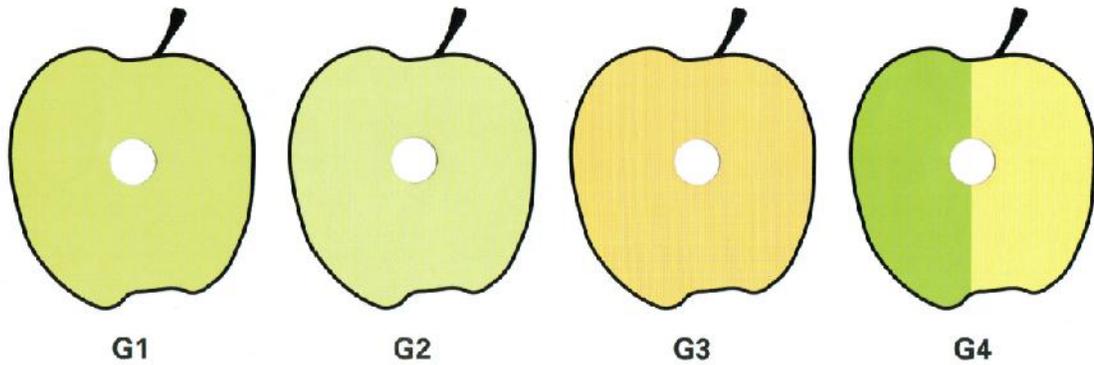


Figura 3. Categorías del color de fondo, obtenidas de la tabla de Obst vom Bodensee, Agosto del 2000.

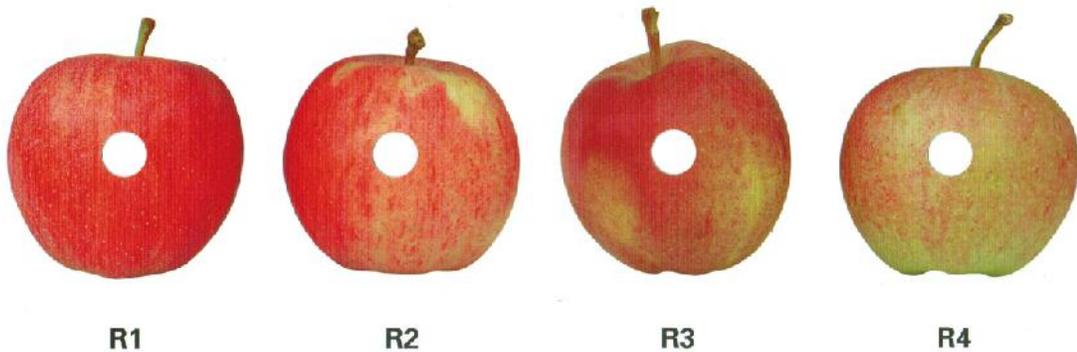


Figura 4. Categorías del color de cubrimiento, obtenidas de la tabla de Obst vom Bodensee, Agosto del 2000.