



**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA**

**Título del trabajo: Calidad postcosecha de frutos de baby kiwi (*Actinidia arguta*):  
Efectos combinados de brasinoesteroides y etileno**

Modalidad: Trabajo de Investigación

Nombre de la estudiante: Srta. María Clara Donadelli

Nº de Legajo: 27714/4

D.N.I.: 39.554.509

Dirección de correo electrónico: m.claradonadelli@gmail.com

Teléfono: 221 585 5629

Director: Dr. Gustavo Esteban Gergoff Grozoff

Co-directora: Dra. Andrea Verónica Galatro

Lugar de Trabajo: Instituto de Fisiología Vegetal - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - UNLP

Fecha de entrega: 30 de agosto de 2024

## Calidad postcosecha de frutos de baby kiwi (*Actinidia arguta*): Efectos combinados de brasinoesteroides y etileno

### RESUMEN

De las tres especies de kiwi más cultivadas, *Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. "baby kiwi" es la que presenta menor vida útil postcosecha (un mes). Los frutos de baby kiwi son ricos en nutrientes y, particularmente, en vitamina C. Las principales causas de las pérdidas postcosecha son el ablandamiento, la pérdida de agua y la podredumbre de los frutos. El etileno es una hormona que acelera la maduración y senescencia de los mismos. Otra hormona presente en los frutos son los brasinoesteroides, los mismos actúan durante su formación y crecimiento, cesando su actividad en la maduración. En estudios anteriores, se ha demostrado que el 1-metilciclopropeno inhibe la acción del etileno y el 24-epibrasinólido retrasó la pérdida de firmeza, la pérdida de peso y el incremento de sólidos solubles en especies del género *Actinidia*. En el presente trabajo se buscó estudiar el efecto del 24-epibrasinólido (EBL) combinado con el inhibidor 1-metilciclopropeno en frutos de baby kiwi. Para ello, se trabajó con cinco tratamientos: agua (Control), 1-metilciclopropeno  $1 \mu\text{L L}^{-1}$ , solución del EBL  $5 \mu\text{M}$ , combinado 1-metilciclopropeno  $1 \mu\text{L L}^{-1}$  y EBL  $5 \mu\text{M}$ , y etefón 1000 ppm (control negativo). Se determinaron los siguientes parámetros: contenido de los ácidos ascórbico, cítrico, quínico y málico; el contenido de sólidos solubles, la acidez total titulable y la relación entre ambos (*ratio*), el pH, el contenido de clorofilas y carotenoides, la textura, el color, la tasa respiratoria y la pérdida de peso. El tratamiento combinado con 1-metilciclopropeno y EBL retrasó la pérdida de firmeza en forma más marcada que los tratamientos con cada tratamiento en forma individual. Concluyendo que este efecto puede deberse a un efecto combinado entre el 1-metilciclopropeno y el EBL. Los demás parámetros analizados no mostraron diferencias relevantes en el retraso de la maduración.

## **Trabajos publicados a partir de resultados parciales de este Trabajo Final de Carrera:**

III Congreso Argentino de Biología y Tecnología Postcosecha

Modalidad: Póster

Título: Los brasinoesteroides mejoran el efecto del 1-metilciclopropeno aumentando la vida postcosecha en frutos de Actinidia arguta cv. Baby Red

Autores: Donadelli MC, Galatro A, Gergoff Grozeff GE

Fecha: Julio 2021

## **Agradecimientos**

Agradezco a mi director, Gustavo, por estar presente en todo momento, por la dedicación con la que me acompañó en cada etapa y su gran vocación como docente. A Andrea, por sus valiosos aportes en este trabajo. A Liliana Scelzo por su colaboración en el trabajo de laboratorio y a las personas del INFIVE que me brindaron su ayuda.

Al grupo de Mecanización Agraria con los que compartí los últimos años de la carrera y, en especial, a Matilde y a Víctor por haberme dado un espacio para formarme.

A mi familia y amigos que fueron siempre el sostén y la fuerza que me impulsó a avanzar.

A quienes conforman y defienden la Universidad pública, gratuita y de calidad en la cual tuve el privilegio estudiar.

## 1. INTRODUCCIÓN

El género *Actinidia spp.* Lindl. cuenta con aproximadamente sesenta especies (Ferguson 1984 y 1990). Dentro de este género, las tres especies que se cultivan en mayor escala para consumo por su agradable sabor y textura son: *Actinidia deliciosa*, *Actinidia chinensis* y *Actinidia arguta*. *Actinidia deliciosa*, nativa de la China, es la especie más cultivada (en particular la variedad Hayward). Comenzó a cultivarse en la década de 1970 en Nueva Zelanda, extendiéndose luego a otras partes del mundo. Por muchos años, *Actinidia deliciosa* y *Actinidia chinensis* fueron consideradas la misma especie y luego se separaron por sus características botánicas particulares. *Actinidia chinensis* ya se consumía más frecuentemente en China que *Actinidia deliciosa* y muchas variedades de esta especie son hoy en día cultivadas extensivamente en distintas partes del mundo.

La especie *Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. *baby kiwi* es un cultivo que ha ido ganando relevancia a partir de la década de 1980 (Latocha et al., 2017). Esta especie se caracteriza y diferencia de las otras dos especies cultivadas por tener un tamaño mucho más reducido y porque su cáscara es suave y glabra (Ferguson, 1999). Si bien la producción mundial de este cultivo es difícil de estimar por su dinámica y la cantidad de datos publicados, según el trabajo realizado por Latocha et al. (2017), donde se incluyó información de productores, coordinadores y mayoristas, entre 2015-2016 se produjeron 1633 toneladas de este fruto. La superficie aproximada de cultivo fue de 1800 ha ubicadas principalmente en China, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Chile, Francia, Portugal, Austria, Suiza, Polonia, Italia, Alemania y Reino Unido.

*Actinidia arguta* es una especie que resiste temperaturas menores que los demás kiwis cultivados (Hassall et al., 1998), lo cual la transforma en una buena alternativa para aquellas zonas en las que no se cumpla con las condiciones climáticas templadas para estos cultivos. Desde el punto de vista nutricional, el *baby kiwi* contiene alrededor de 20 nutrientes esenciales y posee contenidos elevados de vitaminas, minerales, pigmentos y fenoles respecto a otras especies comerciales de kiwi.

La vitamina C o ácido ascórbico (AA) es un agente antioxidante hidrosoluble esencial para la salud humana, que debe ser incorporado en la dieta ya que no se

puede sintetizar en el organismo. Es esencial en la síntesis de colágeno, lípidos, proteínas, norepinefrina, serotonina, L-carnitina, así como también en el metabolismo de tirosina, histamina y fenilalanina. Además, facilita la absorción de hierro en el tracto digestivo y regula su distribución y almacenamiento (Serra et al., 2007).

El *baby kiwi* (*Actinidia arguta*) es particularmente rico en vitamina C, con un valor máximo de 430 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco, variable según el cultivar (Latocha, 2017). Si se comparan los contenidos de vitamina C en las tres especies de kiwi, se observa un mayor contenido promedio en *A. arguta* (120-220 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco) (Okamoto & Goto, 2005), seguido por *A. chinensis* (105 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco) (Meena et al., 2018) y finalmente *A. deliciosa* (93 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco) (Meena et al., 2018).

El principal inconveniente que se presenta en *Actinidia arguta* respecto a las otras especies cultivadas de kiwi es su corta vida poscosecha. Mientras que en *Actinidia deliciosa* la duración en cámara es de 5 meses (Koukounaras & Sfakiotakis, 2007) y en *Actinidia chinensis* es de 2 meses (Burdon et al., 2014), el fruto de *Actinidia arguta* dura sólo 1 mes luego de su cosecha (Krupa et al., 2011). De acuerdo con una revisión realizada por Cotruț & Udriște (2017), las principales causas de la corta vida útil del baby kiwi son el ablandamiento, la pérdida de agua y la podredumbre.

Los frutos se pueden dividir en climatéricos y no climatéricos de acuerdo con sus mecanismos de maduración. Los climatéricos, como el kiwi, presentan en la maduración un marcado aumento de su tasa respiratoria, acompañado de una elevada producción de etileno. Por otro lado, los frutos no climatéricos muestran un descenso progresivo en la tasa respiratoria, mientras que la producción de etileno se mantiene en valores relativamente bajos (Alexander & Grierson, 2002). En los frutos climatéricos, la producción de etileno es precedida por incrementos del ácido abscísico, otra hormona relacionada a este proceso de maduración. Sin embargo, dicha hormona también juega una función clave en la maduración de los frutos no climatéricos (e.g. cambio de color de piel) que, como se mencionó anteriormente, no requieren concentraciones elevadas de etileno. (Mc Atee, 2013)

Junto con los cambios metabólicos mencionados de tasa respiratoria y producción de etileno, durante la maduración se producen otros cambios como la

degradación de clorofilas, cambios de color, azúcares, acidez y ablandamiento (Cotruț & Udriște, 2017).

Los brasinoesteroides son hormonas vegetales esteroideas que participan en procesos de expansión, división y diferenciación celular en los tejidos jóvenes y están relacionadas a respuestas de estrés biótico y abiótico (Coll García, 2006). Otros procesos vinculados con estas hormonas son la diferenciación vascular, el desarrollo reproductivo, el control de la expresión genética, la expansión celular de tallos y raíces en forma combinada con otras hormonas como las giberelinas y auxinas, el aumento en el rendimiento y en la tasa fotosintética. Este grupo de hormonas esteroideas se encuentra presente en la etapa de formación y crecimiento de los frutos, cesando su actividad en la etapa de maduración (Mc Atee, 2013). En trabajos anteriores, se comprobó que tratamientos con 24-epibrasinólido (abreviado como EBL en adelante) en concentraciones 5  $\mu\text{M}$  logran retrasar la pérdida de firmeza, pérdida de peso y el incremento de contenido de sólidos solubles en frutos de *Actinidia chinensis* (Lu et al., 2019).

Distintos estudios describen que el 1-metilciclopropeno (1-MCP) afecta la síntesis y señalización del etileno, así como en procesos en los que está involucrado (Balaguera-López et al., 2014). Wang et al., 2015 comprobaron que tratamientos con 1-MCP en la poscosecha de frutos de *Actinidia arguta* podrían disminuir la pérdida de firmeza y el pico máximo de tasa respiratoria.

Retrasar el proceso de pudrición y senescencia para lograr un mayor aprovechamiento de los frutos en poscosecha, podría tener importantes implicancias en la comercialización. En ese sentido el presente trabajo propone comparar distintos tratamientos poscosecha en frutos de *Actinidia arguta*. En función de los antecedentes previamente descritos, se propone determinar si existen efectos combinados del EBL y el inhibidor de la acción del etileno (1-MCP) sobre los parámetros de maduración y calidad de frutos de *Actinidia arguta* durante el almacenamiento poscosecha.

## 2. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El 1-MCP, empleado como pre-tratamiento antes del almacenamiento en frío, y combinado con brasinoesteroides mantiene la calidad del *baby kiwi*, manteniendo la firmeza de los frutos, el contenido de ácido ascórbico y retrasando la maduración.

## 3. OBJETIVO GENERAL

Estudiar el efecto de la inhibición de la acción del etileno mediante el uso de 1-MCP en combinación con EBL sobre la calidad nutricional de los frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red durante la postcosecha.

### 3.1 Objetivos Específicos

- Determinar el efecto de un pretratamiento con 1-MCP en combinación con EBL y a su vez la acción del etileno exógeno previo al almacenamiento en frío (3 °C) respecto de la calidad nutracéutica de frutos de *baby kiwi*, relacionado al contenido de ácido ascórbico, y contenido de clorofilas y carotenoides.
- Comparar la maduración que sufren los frutos de *baby kiwi* cuando son tratados con 1-MCP, EBL, etileno o sus combinaciones, relacionado con su calidad textural, tasa respiratoria y el proceso de pérdida de peso durante el almacenamiento en frío.
- Comparar la maduración que sufren los frutos de *baby kiwi* cuando son tratados con 1-MCP, EBL, etileno o sus combinaciones en relación con el contenido de sólidos solubles, la acidez total titulable, la relación entre ambos (ratio), el pH, el color y el contenido de ácidos cítrico, quínico y málico durante el almacenamiento en frío.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Material vegetal

Este estudio se realizó con frutos provenientes de plantas de *Actinidia arguta* (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. cv. Baby Red provenientes de un establecimiento frutícola ubicado en la zona de Parque Sicardi (La Plata) cosechados el día 10 de febrero 2020.

Los tratamientos se realizaron en el laboratorio, en base al siguiente esquema:

- 1) Tratamiento control
- 2) Tratamiento con 1-MCP 1  $\mu\text{L L}^{-1}$
- 3) Tratamiento con EBL 5  $\mu\text{M}$
- 4) Tratamiento combinado: EBL 5  $\mu\text{M}$  y 1-MCP 1  $\mu\text{L L}^{-1}$ .
- 5) Tratamiento con Etefón (ácido 2-cloroetilfosfónico, como dador de etileno): 1000 ppm

Una vez cosechados los frutos y colocados en cajas de plástico (aproximadamente 150 gramos, equivalentes a 20 frutos aproximadamente) previamente pesadas y rotuladas, se procedió a tratar los frutos correspondientes según se describe a continuación.

Los frutos control fueron nebulizados con agua destilada, los de tratamiento EBL y EBL+1-MCP se nebulizaron con una solución de 5  $\mu\text{M}$  EBL en agua destilada. Finalmente, las muestras tratadas con 1-MCP (de los tratamientos 1-MCP y EBL+1-MCP) se introdujeron en un recipiente hermético de vidrio de 40 L donde se colocó el compuesto en forma sólida (encapsulado en una dextrina), el cual se hidrató liberando 1-MCP gaseoso en una concentración teórica de 1  $\mu\text{L L}^{-1}$ . El tiempo de exposición de las muestras al tratamiento con 1-MCP fue 12 h. Para el tratamiento con etileno, se utilizó una solución de Etefón en agua en una concentración de 1000 ppm. Dicho tratamiento fue utilizado como un control negativo.

Luego de los tratamientos, se realizaron las determinaciones iniciales (día 0), y posteriormente se conservaron las muestras en condiciones de temperatura controlada a 3°C durante 7, 14 y 21 días. Luego del almacenamiento a los distintos tiempos, se realizaron las mediciones en los frutos frescos, según se indicará a continuación para las distintas determinaciones, y otros frutos fueron congelados y pulverizados empleando nitrógeno líquido y mantenidos a -80°C hasta el momento de realizar las determinaciones.

#### **4.2 Ácido ascórbico (AA)**

Muestras de aproximadamente 150 mg fueron resuspendidas en 1 mL de una solución 6 % v/v de ácido ortofosfórico. Posteriormente, las muestras se centrifugaron a 10.000 x g por 10 min a 4 °C para luego proceder a la elución en columnas C18. El

contenido de AA reducido se determinó por medio de HPLC de fase reversa de acuerdo con Gergoff Grozeff et al. (2013).

### **4.3 Ácidos cítrico, málico y quínico**

Muestras de aproximadamente 150 mg fueron resuspendidas en 1 mL de una solución 6 % v/v de ácido ortofosfórico. Posteriormente, se centrifugaron a 10.000 x *g* por 10 min a 4 °C para luego proceder a la elución en columnas C18. El contenido de ácido cítrico y málico se determinó por HPLC de fase reversa de acuerdo a Romero Rodriguez et al. (1992) con mínimas modificaciones. Por otro lado, la determinación de ácido quínico se llevó a cabo también por HPLC a partir de indicaciones de Romero Rodriguez et al. (1990). Estas determinaciones se realizaron a  $\lambda = 214$  nm y se utilizaron estándares de cada uno de los ácidos para su identificación y cuantificación.

### **4.4 Calidad de frutos**

Color, firmeza, sólidos solubles, pérdida de peso, pH y acidez total titulable se midieron de acuerdo con Rodoni et al. (2010). Para las determinaciones de firmeza se utilizó un texturómetro Exponent Texture Analyzer TA.XT.PLUS de la empresa Stable Micro Systems™ Goldalming, Surrey, UK. La medición de fuerza máxima a la penetración se realizó en la piel, para determinar la fuerza máxima, la pendiente a la fuerza máxima y la distancia a rotura del fruto. Para ello se utilizó una sonda de 3 mm de diámetro y empleando los parámetros establecidos por Minas *et al.* (2014):

- Modo de medición: compresión
- Velocidad antes de la medición: 2,00 mm seg<sup>-1</sup>
- Velocidad de medición: 0,50 mm seg<sup>-1</sup>
- Velocidad después de la medición: 10,00 mm seg<sup>-1</sup>
- Modo del objetivo: Distancia
- Distancia de medición: 8,000 mm
- Fuerza de gatillo para la medición: 5,0 g

Los valores de fuerza máxima están expresados como g que son gramos fuerza.

Para determinar el color de la fruta entera, se utilizó un colorímetro (Minolta®, CR-400, Osaka, Japan) y se evaluaron los parámetros de L, a\* y b\* (Escala CIELAB).

#### **4.5 Parámetros fisiológicos**

La tasa respiratoria se evaluó a partir de la producción de CO<sub>2</sub> determinada con un analizador infrarrojo de gases (IRGA) de acuerdo a especificaciones de Maydup et al. (2010) a una temperatura constante de 20°C. Se utilizó un detector infrarrojo de dióxido de carbono (Lutron Electronic Enterprise Co. L.T.D., Model GC-2028). Las determinaciones se realizaron introduciendo las cajas de fruta en una cuba de 5,6 L por el término de 15 minutos. Se registraron cada 5 minutos los valores de concentración de CO<sub>2</sub> dentro de la cuba. Con los datos de concentración de CO<sub>2</sub> se conformaron curvas de regresión lineal. A partir de la pendiente de la curva se calculó la tasa respiratoria expresada en base fresca.

#### **4.6 Clorofilas a, b y total y carotenoides**

Muestras de 100 mg se colocaron en 1 ml de una solución acuosa de 80% v/v de acetona. El contenido de clorofilas y carotenos se determinó por espectrofotometría de acuerdo a Inskeep & Bloom (1985) & Lichtenthaler (1987), respectivamente.

#### **4.7 Análisis estadístico**

Se empleó un diseño completamente al azar con dos experimentos independientes con dos repeticiones cada uno, extrayendo muestras a las 0, 7, 14 y 21 días de almacenamiento a 3°C. Los datos se presentaron como la media de los resultados obtenidos en cada experimento a partir de dos repeticiones por grupo (cada repetición corresponde a un pool de al menos 10 frutos cada uno) y fueron analizados por medio de ANOVA. Las medias se compararon mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1. Ácido ascórbico (AA)**

Durante el almacenamiento en frío para el tratamiento Control, se observaron diferencias significativas únicamente entre los 7 días y las mediciones posteriores (14 y 21 días), siendo el valor a los 7 días de almacenamiento el más bajo que se registró (Tabla 1).

En los resultados presentados en la Tabla 1, se puede apreciar que las diferencias entre tratamientos fueron observadas únicamente en las dos primeras fechas de almacenamiento (0 y 7 días). En el día 0, se evidenció una tendencia para el tratamiento con EBL, el cual presentó valores de AA más altos, con diferencias significativas únicamente comparado con el tratamiento Etileno. En el día 7, el tratamiento Etileno presentó diferencias significativas respecto de los demás, arrojando los valores más elevados. Finalmente, a los 14 y 21 días no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos respecto al contenido de AA.

**Tabla 1.** Contenido de ácido ascórbico (expresado en % respecto del control a día 0) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados por 0, 7, 14 y 21 días a 3 °C. Se expresan los valores porcentuales relativos a los frutos control al día 0 de almacenamiento y los correspondientes desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos a un mismo tiempo y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre los frutos en condiciones control a diferentes semanas de almacenamiento, ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Ácido ascórbico (% relativo al control día 0)				
Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	100,0 (3,9) ab AB	88,7 (10,1) b B	106,0 (11,2) a A	107,7 (10,8) a A
1-MCP	95,7 (4,2) ab	93,9 (5,0) b	109,9 (4,5) a	105,9 (15,8) a
EBL	104,4 (8,7) a	98,3 (7,7) b	108,4 (6,9) a	94,9 (8,1) a
EBL + 1-MCP	96,3 (4,7) ab	91,0 (6,9) b	106,5 (5,7) a	106,1 (12,2) a
Etileno	91,1 (6,6) b	110,8 (4,9) a	111,7 (1,7) a	96,1 (7,7) a

Los resultados del presente estudio difieren de lo mencionado por Lim et al. (2016), quienes midieron el contenido de AA en frutos tratados con 1-MCP en concentraciones de 20  $\mu\text{L L}^{-1}$  realizando mediciones durante 5 semanas. En las mismas se observaron que todos los frutos tuvieron niveles constantes de AA, no observándose cambios en dicha vitamina (Tabla 1) .

## 5.2. Ácidos cítrico, málico y quínico

### 5.2.1. Ácido cítrico

Como puede observarse en la Tabla 2, no se evidenciaron cambios importantes en el contenido de ácido cítrico durante el almacenamiento de los frutos controles, entre los tratamientos EBL y EBL+1-MCP hubo diferencias significativas en el día 0 de medición. El tratamiento combinado de EBL y EBL+1-MCP parece incrementar el contenido de ácido cítrico, el cual resultó significativamente diferente a los grupos control y etileno al día 14 de almacenamiento. A los días 7 y 21, ninguno de los tratamientos realizados presentó diferencias significativas respecto al Control.

**Tabla 2.** Contenido de ácido cítrico (expresado en % respecto del control a día 0) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados por 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los valores porcentuales relativos a los frutos control al día 0 de almacenamiento y los correspondientes desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Ácido cítrico (% relativo al control día 0)			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	100,0 (6,3) ab AB	92,3 (7,2) a B	99,6 (3,5) bc AB	110,8 (12,3) a A
1-MCP	102,6 (1,1) ab	102,6 (3,0) a	101,5 (7,2) b	115,9 (2,6) a
EBL	95,5 (0,6) b	97,2 (6,2) a	96,4 (2,1) bc	104,0 (2,9) a
EBL + 1-MCP	108,3 (9,0) a	103,0 (13,5) a	111,32 (2,2) a	110,8 (8,7) a
Etileno	100,2 (7,5) ab	103,7 (3,7) a	94,2 (2,7) c	112,5 (11,4) a

### 5.2.2. Ácido málico

En la Tabla 3 se observa que el contenido de ácido málico se incrementa con el tiempo de almacenamiento, como se evidencia en los frutos controles. En todos los tratamientos se observaron incrementos de magnitud similar, aproximadamente cuatro veces del valor inicial a los 21 días de almacenamiento. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, con los que se espera retrasar la maduración, y el Control durante el almacenamiento. El tratamiento Etileno se distinguió respecto a los demás tratamientos en el día 0 y en el día 7, aunque estas diferencias no fueron significativas respecto a la fruta tratada con EBL al día 7. Finalmente, a los 21 días, hubo diferencias significativas entre el tratamiento con 1-MCP y el tratamiento con EBL, aunque los mismos no se distinguieron del Control.

**Tabla 3.** Contenido de ácido málico (expresado en % respecto del control a día 0) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados por 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los valores porcentuales relativos a los frutos control al día 0 de almacenamiento y los correspondientes desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Acido málico (% relativo al control día 0)			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	100,0 (8,23) ab D	167,4 (17,1) b C	247,3 (34,1) a B	374,1 (54,3) ab A
1-MCP	105,5 (9,0) a	172,3 (5,5) b	264,3 (13,9) a	410,5 (24,4) a
EBL	105,3 (6,0) a	183,8 (6,8) ab	253,5 (20,8) a	350,3 (9,34) b
EBL + 1-MCP	102,7 (9,5) a	170,82 (9,7) b	256,7 (20,5) a	385,8 (21,9) ab
Etileno	83,7 (11,9) b	194,7 (7,7) a	240,5 (5,3) a	365,8 (21,0) ab

### 5.2.3. Ácido quínico

Respecto a la evolución del contenido de ácido quínico, se mantuvo constante durante las primeras semanas de almacenamiento (0 a 14 días) en los frutos, con valores significativamente más elevados a los 21 días respecto a las mediciones anteriores según se evidencia en el grupo Control, pero sin un efecto marcado de los tratamientos a los distintos tiempos. Esto puede explicarse por la hidrólisis de ácido clorogénico en ácido cafeico y ácido quínico que describieron Krupa et al. (2011), quienes observaron disminuciones en el contenido fenólico total y aumentos en el contenido de ácido cafeico.

La fruta tratada con Etefón presentó valores significativamente menores que los demás tratamientos y el Control al día 0. A los 7 días, el tratamiento con EBL y el tratamiento EBL+1-MCP tuvieron diferencias significativas entre sí, aunque no se distinguieron significativamente del Control. Los demás tratamientos y las mediciones a los 14 y 21 días no presentaron diferencias significativas (Tabla 4).

**Tabla 4.** Contenido de ácido quínico (expresado en % respecto del control a día 0) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados por 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los valores porcentuales relativos a los frutos control al día 0 de almacenamiento y los correspondientes desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Ácido quínico (% relativo al control día 0)				
Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	100,0 (3,0) a B	99,4 (10,8) ab B	106,4 (9,3) a B	129,8 (17,7) a A
1-MCP	97,4 (1,2) a	100,8 (5,4) ab	104,9 (6,7) a	141,5 (9,6) a
EBL	95,4 (3,8) a	108,2 (5,8) a	109,5 (6,4) a	125,7 (14,5) a
EBL + 1-MCP	92,6 (2,3) a	91,8 (5,2) b	100,7 (7,7) a	131,4 (10,1) a
Etileno	81,0 (10,3) b	101,6 (4,5) ab	106,4 (5,2) a	135,6 (12,0) a

### 5.3. Calidad de frutos

#### 5.3.1. Color

La Tabla 5 muestra los valores de  $L^*$  que hacen referencia a la luminosidad. En relación con la evolución de este parámetro en el tiempo tomando como referencia el tratamiento Control, hubo diferencias significativas entre el día 0 y 7 y entre el día 7 y 14 con valores que decrecieron con el correr de los días. A partir del día 14 la luminosidad no se modificó significativamente. Al día 0 hubo diferencias significativas entre el tratamiento EBL y Etileno respecto al tratamiento Control. Al día 7 los tratamientos EBL+1-MCP y Etileno se diferenciaron significativamente del Control. Los tratamientos ya sea solos o en combinación mantuvieron la luminosidad de los frutos a los 21 días de almacenamiento. Tomando como referencia el trabajo realizado por Fisk et al. (2006), quienes midieron luminosidad en cuatro estados de madurez de frutos de *Actinidia arguta*, a medida que los frutos se vuelven más maduros también disminuye la luminosidad de los mismos.

**Tabla 5.** Valores de luminosidad (L\*) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados por 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	L*			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	54,51 (3,38) b C	52,42 (2,53) b B	48,32 (1,50) d A	46,68 (1,85) d A
1-MCP	54,61 (2,54) b	54,47 (1,60) ab	51,66 (2,08) bc	50,09 (1,88) bc
EBL	58,11 (3,48) a	54,99 (4,23) ab	51,52 (3,34) c	50,88 (3,17) ab
EBL + 1-MCP	56,71 (2,30) ab	55,28 (2,29) a	53,96 (2,50) a	51,52 (2,01) a
Etileno	58,35 (2,54) a	56,25 (2,38) a	53,09 (1,76) ab	49,57 (1,53) c

Otro parámetro que constituye el color es  $a^*$  que indica las coordenadas rojo-verde. A medida que avanza la maduración del fruto tienden a alejarse del verde (Tabla 6). Si bien no se observaron diferencias significativas entre tratamientos al día 0 y día 7, al día 14 y día 21 los tratamientos 1-MCP, EBL y combinado EBL+1-MCP presentaron diferencias significativas respecto al Control y el tratamiento Etileno. Los valores más negativos de los tratamientos 1-MCP, EBL y combinado EBL+1-MCP, reflejan que el color de estos frutos se mantuvo cercano al verde, en cambio los frutos tratados con Etileno y el Control mostraron una mayor pérdida de color verde. Entre los frutos tratados con Etileno y el Control no hubo diferencias significativas.

**Tabla 6.** Coordenadas rojo-verde ( $a^*$ ) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación de los dos últimos EBL+1-MCP, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	$a^*$			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	-16,30 (1,01) a A	-15,21 (0,88) a B	-13,90 (0,94) a C	-12,03 (0,80) a D
1-MCP	-16,10 (0,87) a	-15,41 (0,78) a	-15,10 (0,75) b	-13,46 (0,66) b
EBL	-16,75 (1,60) a	-15,30 (1,51) a	-15,12 (1,21) b	-13,02 (1,61) b
EBL + 1-MCP	-16,55 (1,28) a	-15,81 (0,89) a	-15,26 (0,92) b	-13,42 (0,86) b
Etileno	-16,64 (1,08) a	-16,13 (0,91) a	-13,78 (1,10) a	-11,84 (0,68) a

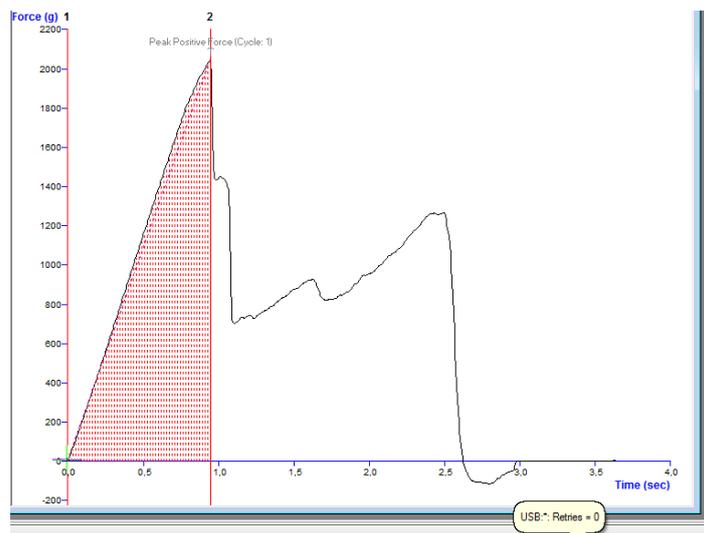
El último parámetro de color que se evaluó es el  $b^*$ , que indica las coordenadas amarillo-azul. Valores más altos indican coloraciones tendientes al amarillo, mientras que valores más bajos indican coloraciones azuladas. Lo que se observó como resultados de este trabajo, es que los tratamientos Control se diferenciaron significativamente en las distintas fechas de almacenamiento, donde se observó una disminución de los valores en el tiempo. Al día 0 los tratamientos Etileno, EBL y combinado se diferenciaron significativamente del Control. A los días 14 y 21 el tratamiento con valores más elevados fue el tratamiento combinado EBL+1-MCP diferenciándose significativamente de los demás tratamientos y del Control.

**Tabla 7.** Coordenadas amarillo-azul (b\*) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA (p<0,05), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	b*			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	27,99 (2,08) c D	25,97 (1,96) b C	23,97 (1,40) c B	20,20 (2,01) d A
1-MCP	27,35 (1,82) c	28,32 (1,53) a	27,31 (1,63) b	23,82 (1,68) b
EBL	31,11 (3,40) ab	28,95 (3,37) a	27,11 (3,05) b	24,37 (3,09) b
EBL + 1-MCP	30,05 (1,43) b	28,27 (1,54) a	28,67 (2,20) a	25,73 (2,54) a
Etileno	32,60 (1,78) a	29,88 (1,80) a	26,29 (1,49) b	22,25 (0,80) c

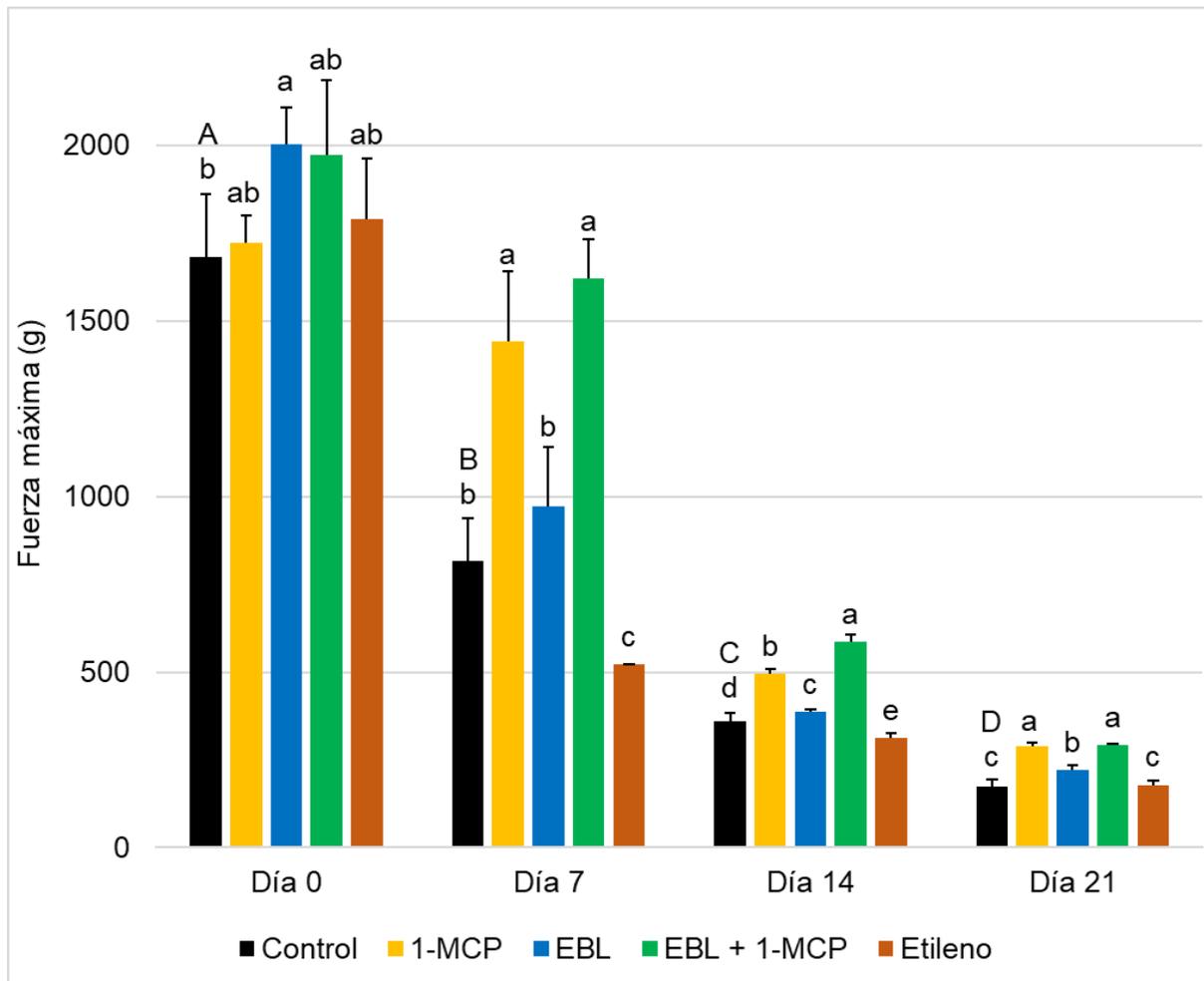
### 5.3.2. Firmeza

Como podemos observar en la Figura 1, la fuerza registrada por el texturómetro aumenta hasta un punto que se llama fuerza máxima, momento en el cual logra vencer la resistencia de la piel del fruto y posteriormente cae rápidamente. Valores más elevados de fuerza máxima indican mayor dureza en los frutos. Al mismo tiempo, el fruto posee distintos tegumentos que se van ablandando a medida que madura. Es por ello que, a medida que el fruto avanza en su maduración, el pico de fuerza máxima se produce a mayor tiempo y la pendiente hacia ese máximo se vuelve más suave. Por lo tanto, otros parámetros de importancia para evaluar la firmeza, además de la fuerza máxima, son la pendiente o gradiente y el área.



**Figura 1:** Gráfico de fuerza máxima en la medición de firmeza en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red.

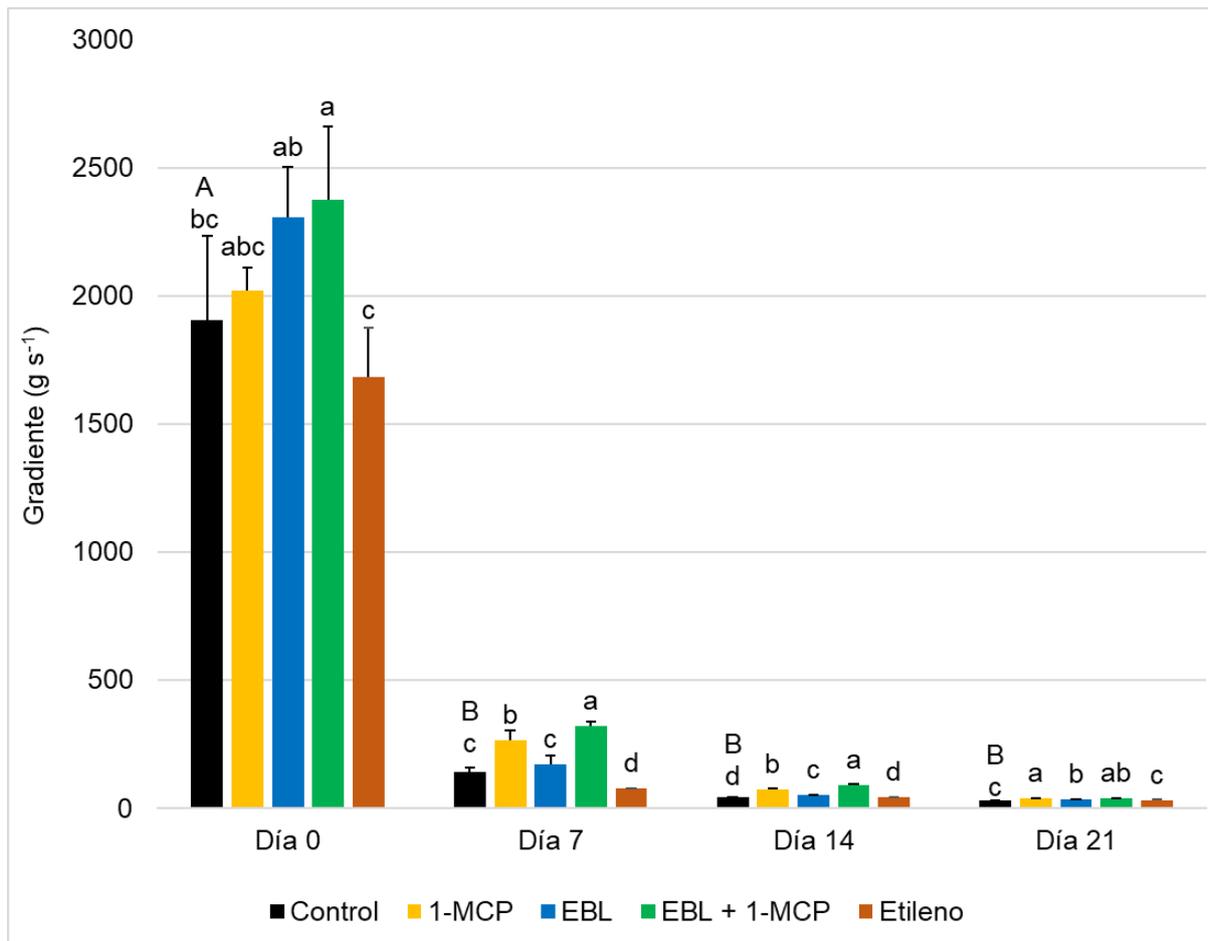
Como se puede observar en la Figura 2, entre los distintos días de almacenamiento, el Control mostró diferencias significativas en todas las semanas, mostrando valores decrecientes con una disminución marcada de la fuerza máxima a partir de los 7 días. Los tratamientos con 1-MCP y combinado EBL+1-MCP fueron los que presentaron valores significativamente más elevados de firmeza a partir de la primera semana. El tratamiento con EBL también fue significativamente más alto que el Control, aunque en menor medida que los otros tratamientos mencionados. Es de destacar que, a los 14 días, el tratamiento combinado EBL+1-MCP presentó valores más elevados respecto a todos los demás tratamientos.



**Figura 2.** Fuerza máxima (g) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. En las columnas se expresan los promedios de las determinaciones y en las barras se expresan los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

En la Figura 3 puede observarse una disminución notable entre el día 0 y el día 7 de la pendiente (hacia el máximo) y, por lo tanto, de la firmeza. La pendiente de los frutos tratados con Etileno fue significativamente menor que los demás tratamientos en el día 7 y 14, no presentando diferencias significativas respecto al Control en el día 0 y el día 21. Los frutos tratados con 1-MCP tuvieron valores significativamente más altos a partir de los 7 días respecto al Control, al igual que el EBL, aunque el efecto de este último no fue tan marcado. El tratamiento combinado EBL+1-MCP, además de haber tenido diferencias significativas respecto a la firmeza del Control, en los días

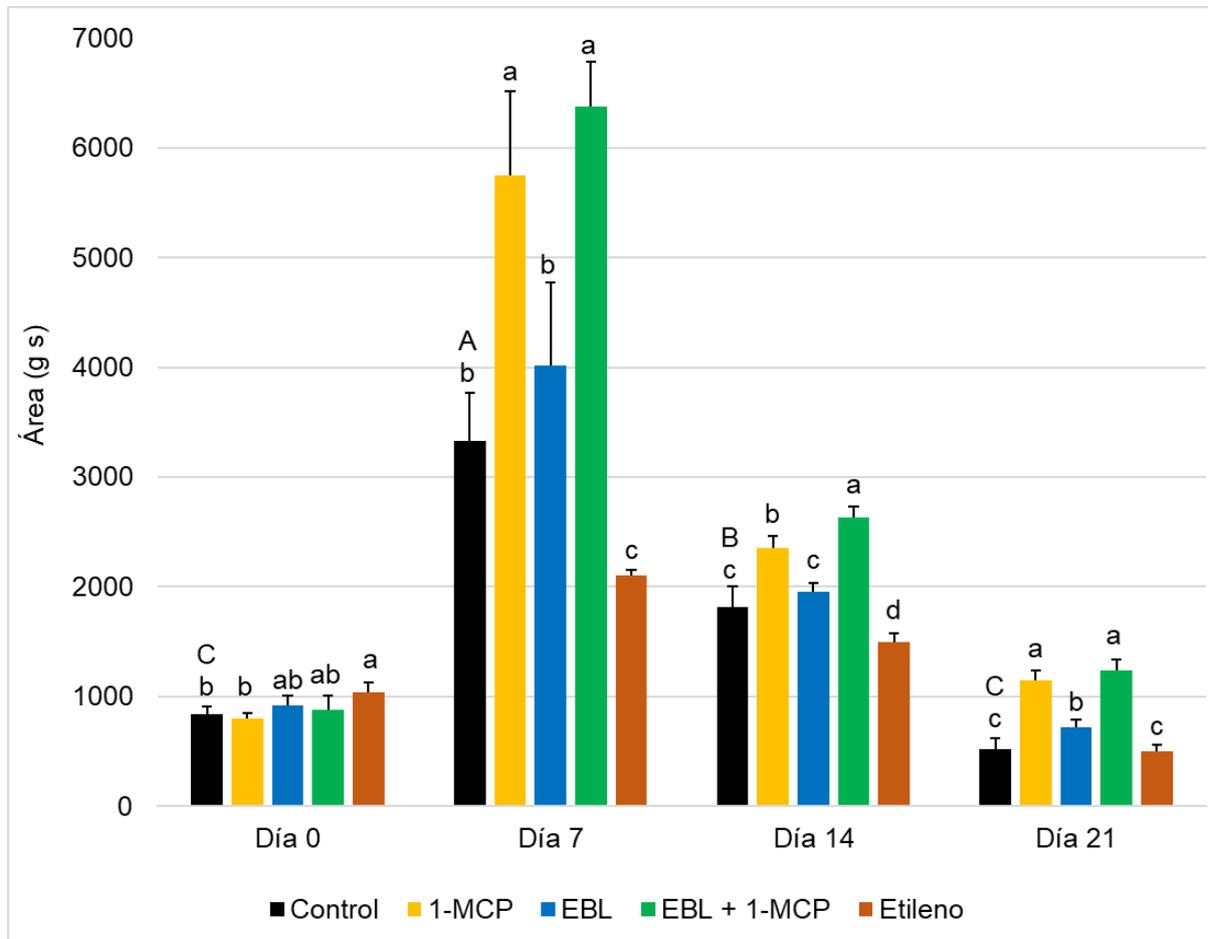
7 y 14 la pendiente fue significativamente más pronunciada que en los tratados por separado con EBL y 1-MCP.



**Figura 3.** Gradiente ( $\text{g s}^{-1}$ ) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a  $3^{\circ}\text{C}$ . En las columnas se expresan los promedios de las determinaciones y en las barras se expresan los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

El área presentada en la Figura 4 registró un aumento significativo al día 7 respecto al día 0. Esto se debe a que la fuerza que hace el equipo para romper el tegumento externo se mantiene en valores elevados durante la primera semana y el gradiente disminuye por la deformación, pero no en la misma proporción que la fuerza máxima. Las diferencias entre tratamientos siguieron una relación similar a los dos parámetros anteriores, solo que las diferencias con el tratamiento EBL no fueron

significativas hasta el día 21. Al día 14, de la misma forma que lo observado en fuerza máxima y gradiente, el tratamiento combinado EBL+1-MCP mostró diferencias significativas respecto a los otros grupos, indicando un aumento de la firmeza más pronunciado debido al efecto combinado de ambos tratamientos.



**Figura 4.** Área (g s) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. En las columnas se expresan los promedios de las determinaciones y en las barras se expresan los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Los resultados de firmeza coinciden con lo hallado por Wang et al., (2015) quienes trabajaron en frutos de *Actinidia arguta* y la misma concentración del gas 1-MCP, en su estudio muestran que los valores de firmeza fueron significativamente más altos en los frutos tratados. Lim et al., (2016) encontraron que con concentraciones de 1-MCP de 20  $\mu\text{L L}^{-1}$  se retrasaba el ablandamiento de los frutos

de Baby kiwi en un ensayo realizado hasta las 5 semanas de almacenamiento. Recientemente, Krupa et al., (2022) probaron el efecto del 1-MCP en menor concentración ( $0,65 \mu\text{L L}^{-1}$ ) en un estudio realizado durante 12 semanas de almacenamiento sobre dos cultivares de *Actinidia arguta*, dichos autores describieron que el 1-MCP inhibe decisivamente el ablandamiento de los frutos. Los resultados del tratamiento con EBL concuerdan con los publicados por Lu et al., (2019) encontrados en frutos de *Actinidia chinensis*, donde se observó una mejora en este parámetro.

### **5.3.3. Sólidos solubles**

El contenido de sólidos solubles aumenta durante el almacenamiento en los frutos no tratados (Control). De los resultados obtenidos se puede inferir que al momento inicial el único tratamiento que tuvo diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles fue el combinado EBL+1-MCP, con un valor promedio menor que los otros. A los 7 días, los tratamientos EBL y EBL+1-MCP tuvieron valores significativamente menores respecto al Control, no así el tratamiento con 1-MCP. A los 14 días, los valores del tratamiento EBL+1-MCP continuaron siendo significativamente menores, como así también el tratamiento de 1-MCP, efecto que se sostiene hasta los 21 días de almacenamiento. El tratamiento individual de EBL no tuvo diferencias significativas con el Control a los 14 y 21 días (Tabla 8).

**Tabla 8.** Contenido de sólidos solubles (SS) (%p/p) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Sólidos solubles (% p/p)			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	7,09 (0,50) a D	10,81 (0,54) b C	15,37 (0,80) a B	18,76 (1,35) a A
1-MCP	7,10 (0,43) a	10,37 (1,17) b	13,5 (1,19) b	16,91 (1,03) b
EBL	6,91 (0,58) a	9,42 (0,71) c	14,77 (1,00) a	18,19 (0,80) a
EBL + 1-MCP	6,33 (0,41) b	8,88 (0,57) c	13,37 (0,86) b	17,99 (1,10) a
Etileno	7,26 (0,72) a	12,36 (0,88) a	15,47 (1,29) a	18,78 (1,66) a

Los valores al día 0 de medición de sólidos solubles son similares a los mencionados en materiales y métodos de buena parte de la bibliografía consultada, entre ellos: Lim et al. (2016) utilizaron frutos con 7 a 8%p/p, en el trabajo de Fisk et al., (2006) estudiaron frutos en diferentes momentos de cosecha: 6,0%p/p 8,7%p/p 9,1%p/p y 15,1%p/p (a esta última concentración la llaman madurez), el grupo de Krupa et al., (2011) trabajó con frutos de 8 a 10%p/p a la que llamaron madurez de almacenamiento y posteriormente Krupa et al. (2022) empleó frutos con madurez a cosecha de 6-7%p/p. Los resultados obtenidos se diferencian de Lu et al., (2019), quienes encontraron que después de 10 y 15 días en un cultivar de *Actinidia chinensis* la concentración de azúcares aumentaba respecto al control con la aplicación de brasinoesteroides exógeno en la misma concentración que la aplicada en este ensayo. Además, también se diferenció de lo hallado por Symons et al., (2006), quienes trabajaron en uva (fruto no climatérico) y encontraron aumentos significativos en la acumulación de azúcares de bayas tratadas con brasinoesteroide exógeno.

#### **5.3.4. Pérdida de peso**

La pérdida de peso se trabajó como un porcentaje del peso, calculado como el cociente entre la diferencia de peso al día correspondiente y el peso inicial, la cual se debe principalmente a la pérdida de agua por parte de los frutos. El tratamiento Etileno

presentó una pérdida de peso significativamente menor que los demás tratamientos en las tres semanas (Tabla 9). Los frutos tratados con 1-MCP sólo se diferenciaron significativamente del Control en el día 7. Los tratamientos EBL y EBL+1-MCP se diferenciaron significativamente del tratamiento con 1-MCP a los 14 y 21 días, aunque ninguno de los tres tratamientos se diferenció significativamente del Control. Respecto al tratamiento Control, el mismo se diferenció significativamente entre semanas, presentando los valores más bajos durante la primera semana y se incrementó hasta la última semana de medición. A diferencia de lo encontrado por Lu et al. (2019), el tratamiento con EBL no presentó diferencias significativas en la reducción de pérdida de peso respecto al Control en ninguna de las instancias de medición.

**Tabla 9.** Valores de pérdida de peso (%) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Pérdida de peso (%)		
	Día 7	Día 14	Día 21
Control	2,24 (0,23) b C	4,09 (0,41) ab B	5,58 (0,57) ab A
1-MCP	2,52 (0,14) a	4,41 (0,16) a	5,88 (0,21) a
EBL	2,14 (0,12) b	3,94 (0,18) b	5,32 (0,23) b
EBL + 1-MCP	2,31 (0,14) b	4,02 (0,19) b	5,35 (0,20) b
Etileno	1,88 (0,19) c	3,13 (0,15) c	4,08 (0,13) c

### 5.3.5. pH

En cuanto a los valores de pH, se puede observar en la Tabla 10 que el tratamiento Control tuvo valores más elevados en los días 0 y 14 con diferencias significativas respecto al día 7 y día 21. Las diferencias, a pesar de ser estadísticamente significativas, no representan grandes cambios a nivel del fruto.

**Tabla 10.** Determinación de pH en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	pH			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	4,00 (0,04) a A	3,84 (0,05) b B	4,03 (0,02) a A	3,84 (0,06) a B
1-MCP	4,05 (0,01) a	3,98 (0,07) a	3,92 (0,03) b	3,84 (0,01) a
EBL	4,03 (0,03) a	3,80 (0,03) b	3,80 (0,06) c	3,83 (0,04) a
EBL + 1-MCP	3,96 (0,05) a	3,87 (0,06) b	3,84 (0,02) c	3,84 (0,05) a
Etileno	3,85 (0,09) b	3,81 (0,06) b	3,90 (0,03) b	3,81 (0,03) a

### 5.3.6. Acidez titulable (ATT)

Respecto a la determinación de ATT, los resultados se expresan como g ácido cítrico  $\text{kg}^{-1}$  peso fresco debido a que hay investigaciones que refieren que el ácido cítrico y quínico son los principales ácidos orgánicos acumulados en kiwi (Famiani et al., 2015).

Los valores obtenidos de ATT (Tabla 11) para el grupo Control no tuvieron diferencias significativas entre semanas. Al día 0 no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el Control. Al día 7 los frutos tratados con Etileno tuvieron valores de acidez significativamente más altos que los demás tratamientos. Al día 14 el tratamiento con EBL se diferenció significativamente de los demás tratamientos y el Control y a los 21 días no hubo diferencias entre los tratamientos.

**Tabla 11.** Determinación de acidez total titulable (ATT) (g ácido cítrico kg<sup>-1</sup> peso fresco) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA (p<0,05), Duncan Post Hoc test.

Acidez Total Titulable (g ácido cítrico kg <sup>-1</sup> peso fresco)				
Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	10,89 (2,90) a A	13,42 (2,15) b A	16,36 (4,56) b A	11,15 (0,33) ab A
1-MCP	8,62 (0,36) a	11,53 (1,89) b	19,24 (2,41) ab	11,7 (0,37) a
EBL	9,26 (0,41) a	11,23 (1,71) b	24,81 (5,42) a	11,61 (1,05) a
EBL + 1-MCP	8,67 (0,39) a	11,57 (2,23) b	17,58 (2,38) b	10,55 (0,33) b
Etileno	9,59 (0,39) a	20,95 (7,86) a	16,98 (1,65) b	10,94 (0,22) ab

Los resultados hallados coinciden con lo descrito por Krupa et. al., (2022), quienes evaluaron la acidez y los sólidos solubles y al respecto mencionaron que el efecto del 1-MCP sobre estos parámetros es insignificante. El equilibrio dulce/ácido es una característica del kiwi de relevancia en la aceptabilidad por parte de los consumidores (Rossiter et al., 2000; Marsh et al., 2006), por lo que un parámetro de sencillo cálculo de su relación como es el *ratio* proporciona información valiosa. Si bien la ATT se mantiene constante, el *ratio* es creciente desde el momento inicial en todos los tratamientos (Tabla 12) debido al aumento de los SS (Tabla 8). Respecto a la evaluación de los tratamientos, los mismos no presentaron diferencias significativas al día 0. Al día 14 los tratamientos 1-MCP, EBL y su combinación, mostraron una baja en el *ratio* (Tabla 12), debido a un aumento en la ATT (Tabla 11); para luego retomar la tendencia ascendente al día 21.

**Tabla 12.** Valores de *Ratio* en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	<i>Ratio</i>			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	7,320 (2,110) a C	8,113 (1,674) a BC	10,892 (1,789) a B	16,572 (1,382) ab A
1-MCP	7,898 (0,226) a	8,631 (2,001) a	6,873 (0,843) c	14,883 (1,364) b
EBL	7,697 (1,086) a	8,346 (1,644) a	5,436 (1,124) c	15,321 (1,550) ab
EBL + 1-MCP	6,905 (0,905) a	7,913 (0,989) a	7,472 (1,067) bc	17,312 (1,494) a
Etileno	7,589 (0,627) a	4,896 (0,298) b	9,409 (1,736) ab	17,196 (1,605) ab

## 5.4. Parámetros fisiológicos

### 5.4.1. Tasa respiratoria

La tasa respiratoria no evidenció cambios significativos con el tiempo de almacenamiento en el grupo control (Tabla 13). En relación con los tratamientos en el día 0, el tratamiento combinado EBL+ 1-MCP mostró una disminución significativa respecto del grupo control. A los días 7, 14 y 21 de almacenamiento no se evidenciaron cambios significativos en este parámetro (Tabla 13).

**Tabla 13.** Tasa respiratoria ( $\text{mmol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ PF h}^{-1}$ ) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP), la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3 °C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Tasa respiratoria ( $\text{mmol CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ PF h}^{-1}$ )			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	1,326 (0,335) b A	1,988 (0,567) ab A	1,495 (0,320) a A	1,285 (0,524) a A
1-MCP	1,206 (0,262) ab	1,888 (0,468) ab	1,839 (0,238) a	1,297 (0,274) a
EBL	1,314 (0,003) ab	1,949 (0,368) ab	1,548 (0,473) a	1,234 (0,331) a
EBL + 1-MCP	0,928 (0,121) a	1,609 (0,102) a	1,654 (0,308) a	1,400 (0,223) a
Etileno	1,139 (0,011) ab	2,504 (0,140) b	2,101 (0,467) a	1,711 (0,117) a

En el presente estudio no se observó una reducción significativa de la tasa respiratoria con el tratamiento con 1-MCP, a diferencia de lo citado por Wang et al., (2015) quienes emplearon la misma concentración del gas. Por su parte Lim et al., (2016), probaron tratar los frutos con 1-MCP  $20 \mu\text{L L}^{-1}$  y observaron una notable reducción de la tasa respiratoria respecto al Control. Además, no hubo un aumento en la tasa respiratoria que fuera significativo como se esperaba encontrar en el tratamiento con Etileno.

## 5.5. Clorofilas y carotenoides

### 5.5.1 Clorofilas

En la Tabla 14 se presentan los resultados de la determinación de clorofila a para los diferentes tratamientos y tiempos de almacenamiento poscosecha. En la misma se observa que entre los tratamientos Control, solamente se registraron diferencias significativas entre los 21 días y la medición inicial, donde se evidenció una disminución de la clorofila a, mientras que los valores intermedios no presentaron diferencias significativas entre ambas fechas. De los resultados obtenidos en los

tratamientos, se puede decir que al día 0 los tratamientos con diferencias significativas respecto al Control en el contenido de clorofila *a* fueron EBL+1-MCP y Etileno con valores menores al Control. A los 7 días, todos los tratamientos se diferenciaron del Control. A los 14 días ninguno de los tratamientos tuvo diferencias significativas con el Control. Por último, a los 21 días, el tratamiento con 1-MCP tuvo valores significativamente más altos que el tratamiento con Etileno, mientras que los demás tratamientos no se diferenciaron significativamente de ninguno de los dos tratamientos mencionados.

**Tabla 14.** Contenido de clorofila *a* ( $\mu\text{g g}^{-1}$  peso fresco) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3 °C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Clorofila <i>a</i> ( $\mu\text{g g}^{-1}$ peso fresco)			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	0,063 (0,013) a B	0,056 (0,006) a AB	0,048 (0,010) a AB	0,046 (0,008) ab A
1-MCP	0,053 (0,004) ab	0,044 (0,005) b	0,049 (0,006) a	0,053 (0,016) a
EBL	0,052 (0,005) ab	0,040 (0,012) b	0,037 (0,003) a	0,040 (0,005) ab
EBL + 1-MCP	0,043 (0,011) b	0,042 (0,006) b	0,042 (0,007) a	0,041 (0,004) ab
Etileno	0,043 (0,003) b	0,043 (0,007) b	0,037 (0,011) a	0,039 (0,002) b

En relación con la clorofila *b*, en el día 0 de almacenamiento todos los tratamientos mostraron valores significativamente menores de clorofila *b* respecto del Control. El grupo Control mostró una tendencia a la disminución de clorofila *b* (Tabla 15), similar a lo obtenido con la clorofila *a* (Tabla 14), significativamente distinta a los 14 y 21 días de almacenamiento respecto del valor inicial. A los 7 y 14 días los tratamientos no presentaron diferencias significativas. Finalmente, a los 21 días ningún tratamiento se diferenció del control, y el tratamiento 1-MCP presentó valores más elevados de clorofila *b* que los demás tratamientos y el control con etileno.

**Tabla 15.** Contenido de clorofila b ( $\mu\text{g g}^{-1}$  peso fresco) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Clorofila b ( $\mu\text{g g}^{-1}$ peso fresco)				
Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	0,049 (0,019) b B	0,039 (0,006) a AB	0,030 (0,005) a A	0,029 (0,002) ab A
1-MCP	0,031 (0,004) a	0,032 (0,008) a	0,035 (0,003) a	0,035 (0,008) b
EBL	0,032 (0,003) a	0,029 (0,008) a	0,027 (0,004) a	0,026 (0,003) a
EBL + 1-MCP	0,027 (0,006) a	0,030 (0,005) a	0,028 (0,003) a	0,027 (0,002) a
Etileno	0,029 (0,002) a	0,031 (0,005) a	0,031 (0,010) a	0,026 (0,002) a

De acuerdo con los resultados mencionados previamente, se observó una caída del contenido de clorofila total, significativamente distinta a partir de los 14 días de almacenamiento (Tabla 16). El tratamiento Etileno se diferenció por presentar valores significativamente menores de clorofila total respecto al Control. Nuevamente se observa una tendencia del tratamiento con el 1-MCP a mantener los valores de clorofila total. En este sentido, a los 21 días el tratamiento con 1-MCP presentó diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, aunque no respecto al Control (Tabla 16). Los resultados hallados coinciden con lo que encontraron Zhu et al., (2015), quienes estudiaron el contenido de clorofilas totales y licopenos en frutos de tomate tratados con brassinolida (un tipo de brasinoesteroide) y encontraron que el contenido de clorofilas disminuyó significativamente en relación al Control, mientras que el contenido de licopenos aumentó.

**Tabla 16.** Contenido de clorofila total ( $\mu\text{g g}^{-1}$  peso fresco) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Clorofila Total ( $\mu\text{g g}^{-1}$ peso fresco)				
Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	0,112 (0,031) b B	0,095 (0,011) b AB	0,078 (0,015) a A	0,076 (0,009) ab A
1-MCP	0,083 (0,008) ab	0,075 (0,012) ab	0,084 (0,009) a	0,088 (0,025) b
EBL	0,085 (0,008) ab	0,069 (0,020) a	0,063 (0,007) a	0,065 (0,007) a
EBL + 1-MCP	0,070 (0,016) a	0,072 (0,011) a	0,069 (0,009) a	0,067 (0,006) a
Etileno	0,072 (0,005) a	0,074 (0,012) ab	0,069 (0,021) a	0,065 (0,002) a

### 5.5.2. Carotenoides

En relación con el contenido de carotenoides, se evidenció una tendencia a la disminución durante el almacenamiento poscosecha, observándose diferencias significativas a partir del día 14 respecto del valor al día 0 (Tabla 17). En los resultados de carotenoides totales (Tabla 17) se observó que no hubo un efecto claro de los tratamientos en relación con el mantenimiento de los niveles de estos pigmentos.

**Tabla 17.** Contenido de carotenoides totales ( $\mu\text{g g}^{-1}$  peso fresco) en frutos de *Actinidia arguta* cv. Baby Red tratados con agua (control), 24-epi-brasinólido (EBL), 1-metilciclopropeno (1-MCP) y la combinación EBL+1-MCP y etileno, almacenados durante 0, 7, 14 y 21 días a 3°C. Se expresan los promedios de las determinaciones y entre paréntesis los desvíos standard. Letras minúsculas diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para una misma semana y letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en diferentes semanas del tratamiento Control basadas en ANOVA ( $p < 0,05$ ), Duncan Post Hoc test.

Tratamiento	Carotenoides ( $\mu\text{g g}^{-1}$ peso fresco)			
	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
Control	0,039 (0,008) a A	0,035 (0,003) a AB	0,030 (0,005) a BC	0,027 (0,003) ab C
1-MCP	0,033 (0,003) ab	0,030 (0,003) a	0,032 (0,003) a	0,031 (0,008) a
EBL	0,032 (0,002) ab	0,028 (0,008) a	0,025 (0,001) a	0,024 (0,003) b
EBL + 1-MCP	0,028 (0,005) b	0,028 (0,004) a	0,027 (0,003) a	0,025 (0,003) ab
Etileno	0,028 (0,002) b	0,029 (0,004) a	0,027 (0,006) a	0,026 (0,001) ab

## 6. CONCLUSIONES

El tratamiento con 1-MCP  $1 \mu\text{L L}^{-1}$  combinado con 24-epibrasinólido  $5 \mu\text{M}$  retrasa la pérdida de firmeza de los frutos de *baby kiwi* mejorando el efecto de los tratamientos 1-MCP y EBL por separado, particularmente a los 14 días de almacenamiento en las condiciones especificadas en este trabajo. Dichos resultados posiblemente se deban a un efecto combinado entre la hormona y el inhibidor de la acción del etileno, aunque comparando el efecto del 1-MCP respecto al EBL el retraso en la pérdida de firmeza es más intenso en el primero. En los demás parámetros estudiados: color, acidez total titulable, contenido de sólidos solubles, *ratio*, pH, tasa respiratoria, pérdida de peso, contenido de clorofilas, carotenoides y ácidos ascórbico, quínico, cítrico y málico, no se observaron diferencias que fueran significativas en el retraso de la madurez del *baby kiwi*. A fin de avanzar en la comprensión de los mecanismos involucrados resultaría de interés realizar mayores estudios acerca de los componentes de la pared celular y enzimas que actúan sobre dichos componentes y a su vez ensayar otras concentraciones de EBL que podrían impactar sobre la firmeza y otros parámetros de calidad nutricional.

## 7. BIBLIOGRAFÍA CITADA

**Alexander, L. & Grierson, D.**, 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany* 53(377): 2039-2055.

**Balaguera-López, H. E., Salamanca-Gutiérrez, F.A., García, J.C., Herrera Arévalo, A.**, 2014. Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 8( 2): 302-313.

**Bautista Villarreal, M., Núñez González, A., Amaya Guerra, C. A., Báez González, J. G., Espinoza Mata, A., Rodríguez Arzave, J. A., Miranda-Velázquez L., Castañeda-Garza E., y Cárdena Ávila, M.**, 2016. Influencia del tipo y tiempo de cocción en la degradación de clorofila en hortalizas. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 411-416.

**Burdon, J., Pidakala, P., Martin, P., McAtee, P.A., Boldingh, H.L., Hall, A., Schaffer, R.J.**, 2014. Postharvest performance of the yellow-fleshed 'Hort16A' kiwifruit in relation to fruit maturation. *Postharvest Biology and Technology* 92: 98-106.

**Coll García, D. M.**, 2006. Novedades acerca del mecanismo de reconocimiento y transducción de la señal brasinoesteroide. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 37(2), 67-72.

**Cotruț, R., & Udriște, A. A.**, 2017. A review of how to optimize storage and shelf life extending technologie of kiwifruit (*Actinidia* sp.) by using 1-methylcyclopropene to measurably reduce fruit waste. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 61.

**Famiani, F., Battistelli, A., Moscatello, S., Cruz-Castillo, J. G., & Walker, R. P.**, 2015. The organic acids that are accumulated in the flesh of fruits: occurrence, metabolism and factors affecting their contents - a review. *REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA*, XXI (2), 97-128.

**Ferguson, A.R.**, 1984. Kiwifruit: A botanical review. *Horticultural Reviews* 6:1–64.

**Ferguson, A.R.**, 1990. Kiwifruit (*Actinidia*). p. 601–653. In: J.N. Moore and J.R. Ballington, Jr. (eds.), *Genetic resources of temperate fruit and nut crops*. (Acta Hort. 290) Int. Soc. Hort. Sci., Wageningen

**Ferguson, A.R.**, 1999. New Temperate Fruits: *Actinidia chinensis* and *Actinidia deliciosa*. World Kiwifruit Review 1998. Reprinted from: Perspectives on new crops and new uses. 1999. J. Janick (ed.), ASHS Press, Alexandria, VA.

**Fisk, C. L., Mcdaniel, M. R., Strik, B. C., & Zhao, Y.**, 2006. Physicochemical, sensory, and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* 'Ananasnaya') as affected by harvest maturity and storage. *Journal of food science*, 71(3), S204-S210.

**Gergoff Grozeff, G.E., Chaves, A.R & Bartoli, C.G.**, 2013. Low irradiance pulses improve postharvest quality of spinach leaves (*Spinacia oleracea* L. cv Bison). *Postharvest Biology and Technology* 77: 35-42.

**Hassall, K., Pringle, G. J., & Macrae, E. A.**, 1998. Development, maturation, and postharvest responses of *Actinidia arguta* (Sieb. et Zucc.) Planch, ex Miq. *Fruit New Zealand Journal of Crop and Horticulture Science* 26(2): 95-108.

**Inskeep, W.P. & Bloom, P.R.**, 1985. Extinction coefficients of Chlorophyll *a* and *b* in N,N-dimethylformamide and 80% acetone. *Plant Physiology* 77: 483-485.

**Koukounaras, A. & Sfakiotakis, E.**, 2007. Effect of 1-MCP prestorage treatment on ethylene and CO<sub>2</sub> production and quality of 'Hayward' kiwifruit during shelf-life after short, medium and long term cold storage. *Postharvest Biology and Technology* 46: 174-180.

**Krupa, T., Latocha, P., & Liwinska, A.**, 2011. Changes of physicochemical quality, phenolics and vitamin C content in hardy kiwifruit (*Actinidia arguta* and its hybrid) during storage. *Scientia Horticulturae* 130: 410-417.

**Krupa, T.; Tomala, K., & Zaras-Januszkiewicz, E.**, 2022. Evaluation of Storage Quality of Hardy Kiwifruit (*Actinidia arguta*): Effect of 1-MCP and Maturity Stage. *Agriculture* 2022, 12, 2062. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122062>

**Latocha, P.**, 2017. The nutritional and health benefits of kiwiberry (*Actinidia arguta*)—a review. *Plant Foods for Human Nutrition* 72(4): 325-334.

**Latocha, P., Vereecke, D., & Debersaques, F.**, 2017. Kiwiberry commercial production-what stage are we at?. *IX International Symposium on Kiwifruit* 1218: 559-564.

**Lichtenthaler, H.K.**, 1987. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.

**Lim, L., Han, S.H., Kim, J., Lee, H.J., Lee, J.G., & Lee, E.J.**, 2016. Inhibition of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) ripening by 1-methylcyclopropene during cold storage and anticancer properties of the fruit extract. *Food Chemistry* 190: 150–157.

**Lu, Z., Wang, X., Cao, M., Li, Y., Su, J., & Gao, H.,** 2019. Effect of 24-epibrassinolide on sugar metabolism and delaying postharvest senescence of kiwifruit during ambient storage. *Scientia Horticulturae* 253: 1-7.

**Marsh, K. B., Friel, E. N., Gunson, A., Lund, C., & MacRae, E.,** 2006. Perception of flavour in standardised fruit pulps with additions of acids or sugars. Food quality and preference, 17(5), 376-386.

**Maydup, M.L., Antonietta, M., Guiamet, J.J., López, J.R., & Tambussi, E.A.,** 2010. The contribution of ear photosynthesis to grain filling in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Field Crops Research* 119: 48-58

**McAtee, P., Karim, S., Schaffer, R. J., & David, K.,** 2013. A dynamic interplay between phytohormones is required for fruit development, maturation, and ripening. *Frontiers in Plant Science* 4: 79.

**Meena, N.K., Baghel, M., Jain, S.K., & Sarey, R.,** 2018. Postharvest Biology and Technology of Kiwifruit. En: *Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits*, Mir et al. (eds.), Springer International Publishing AG, part of Springer Nature 299 S. A.

**Minas, I.S., Vicente, A.R., Dhanapal, A.P., Manganaris, G.A., Goulas, V., Vasilakakis, M., Crisosto, C.H., & Molassiotis, A.,** 2014. Ozone-induced kiwifruit ripening delay is mediated by ethylene biosynthesis inhibition and cell wall dismantling regulation. *Plant Science* 229: 76-85.

**Okamoto, G. & Goto, S.,** 2005. Juice constituents in *Actinidia arguta* fruits produced in Shinjo, Okayama. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture Okayama University* 94: 9-13.

**Rodoni, L., Casadei, N., Concellón, A., Chaves, A.R., & Vicente, A.R.,** 2010. Effect of short-term ozone treatments on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit quality and cell wall degradation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 594-599.

**Romero Rodriguez, M.A., González Rodriguez, M.V., Lage-Yusty, M.A., López Hernández, J., Paseiro Losada, P., & Simal Lozano, J.,** 1990. HPLC method for identification and quantitative analysis of the mayor organic acids in fruits. *Anales de Bromatología* XLII-2: 299-306.

**Romero Rodriguez, M.A., Vazquez Oderiz, M.L., Lopez Hernandez, J., & Simal Lozano, J.,** 1992. Determination of vitamin C and organic acids in various fruits by HPLC. *Journal of Chromatographic Science* 30: 433-437.

**Rossiter, K. L., Young, H., Walker, S. B., Miller, M., & Dawson, D. M.** 2000. The effects of sugars and acids on consumer acceptability of kiwifruit. *Journal of sensory studies*, 15(3), 241-250.

**Serra, H.M. y Cafaro, T.A.**, 2007. Ácido ascórbico: desde la química hasta su crucial función protectora en ojo. *Acta bioquímica clínica latinoamericana* 41(4): 525-532.

**Symons, G. M., Davies, C., Shavrukov, Y., Dry, I. B., Reid, J. B., & Thomas, M. R.**, 2006. Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. *Plant physiology*, 140(1), 150-158.

**Wang, R.C., Zeng, Z.L., Pang, L.P., Yang X.X., & Shi, H.**, 2015. Effects of Postharvest Treatments on Storability of *Actinidia arguta* Kiwifruit. Proc. XIII IS on Kiwifruit. Eds.: Hongwen Huang and Qiong Zhang. *Acta Hort.* 1096, ISHS 2015

**Zhu, T., Tan, W. R., Deng, X. G., Zheng, T., Zhang, D. W., & Lin, H. H.** 2015. Effects of brassinosteroids on quality attributes and ethylene synthesis in postharvest tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 196-204.