

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**



**“CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE PALTA (*Persea americana*  
Mill.) cv. HASS TRATADA CON 1 METILCICLOPROPENO  
PROVENIENTE DE ÁRBOLES CON DISTINTOS  
PORTAINJERTOS”**

**Presentada por:**

**GUILLERMO JOSÉ PARODI MACEDO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**Lima - Perú**

**2024**

# CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE PALTA (Persea americana Mill.) cv. HASS TRATADA CON 1 METILCICLOPROPENO PROVENIENTE DE ÁRBOLES CON DISTINTOS PORTAINJERTOS

## ORIGINALITY REPORT

8%

SIMILARITY INDEX

8%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Internet Source	2%
2	<a href="http://dtisartec.senasica.gob.mx:8080">dtisartec.senasica.gob.mx:8080</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://doczz.es">doczz.es</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://www.avocadosource.com">www.avocadosource.com</a> Internet Source	<1%
6	<a href="http://repositorio.chapingo.edu.mx">repositorio.chapingo.edu.mx</a> Internet Source	<1%
7	<a href="http://repositorio.inta.gob.ar">repositorio.inta.gob.ar</a> Internet Source	<1%
8	<a href="http://repositorio.upct.es">repositorio.upct.es</a> Internet Source	<1%

[bdigital.unal.edu.co](http://bdigital.unal.edu.co)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

**“CONSERVACIÓN POSCOSECHA DE PALTA (*Persea americana*  
Mill.) cv. HASS TRATADA CON 1 METILCICLOPROPENO  
PROVENIENTE DE ÁRBOLES CON DISTINTOS  
PORTAINJERTOS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**GUILLERMO JOSÉ PARODI MACEDO**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

**Dra. Marlene Aguilar Hernández  
PRESIDENTE**

**M.Sc. Andrés Casas Díaz  
ASESOR**

**Dr. Jorge Escobedo Álvarez  
MIEMBRO**

**Dr. Erick Espinoza Núñez  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi querido padre

Guillermo Eduardo Parodi Vera

Alumno, Docente, Rector y Defensor entrañable de Nuestra Alma Mater

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios y San Judas Tadeo por ser quienes guían mis pasos en la vida.

A mi esposa Liliana y mis hijos Gabriela, Fabrizio y Angelo pilares que sostienen mis acciones día a día.

A mi madre quien junto con mi padre y hermanos siempre me impulsaron a crecer como persona y como profesional.

Al Ing. Mg Sc Andrés V. Casas Díaz por todo el apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Al Ing. MSc. Alfredo Malarín quien como representante de Fresh-Inset S.A permitió se pueda contar con el producto comercial Vidre+ (1 Metilciclopropeno) para el desarrollo del presente ensayo.

A la empresa Westfalia Fruit Perú SAC la cual proporcionó los frutos del cv. Hass procedente de lotes de prueba desarrollados con los portainjertos clonales Dusa® y Zutano.

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>01</b>
1.1 Objetivo General.....	02
1.2 Objetivos Específicos.....	02
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>03</b>
2.1 Importancia de la palta en la actividad agroexportadora peruana.....	03
2.2 Factores precosecha y su incidencia en la calidad y conservación de las frutas en poscosecha.....	04
2.3 Relación variedad-portainjerto y su efecto sobre la calidad y conservación de las frutas en poscosecha.....	07
2.4 Influencia del portainjerto en la calidad y comportamiento en poscosecha de frutos de palto cv. Hass.....	08
2.5 El 1 Metilciclopropeno como alternativa para mejorar la conservación poscosecha de órganos vegetales.....	09
2.5.1 El 1 Metilciclopropeno su acción sobre el etileno y control de la maduración de frutas y hortalizas.....	10
2.5.2 Comportamiento en poscosecha de los frutos de palto tratados con el 1 Metilciclopropeno.....	14
<b>III. MATERIALES Y METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Ubicación.....	18

<b>3.2 Procedimiento</b> .....	19
<b>3.3 Tratamientos</b> .....	20
3.3.1 Dosis de 1 Metilciclopropeno.....	20
3.3.2 Variedades portainjerto.....	20
<b>3.4 Parámetros de evaluación</b> .....	20
3.4.1 Porcentaje de pérdida de peso (PP)	
3.4.2 Porcentaje de materia seca (PMs).	
3.4.3 Firmeza de la pulpa (Fp)	
3.4.4 Color de Epidermis (CEp)	
3.4.5 Contenido total de clorofila de la epidermis (CTc)	
3.4.6 Porcentaje total de aceite de la pulpa (PTa)	
3.4.7 Comportamiento de la curva respiratorio de los frutos (CR).	
<b>3.5 Diseño y Pruebas Estadísticas</b> .....	24
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	26
4.1 Porcentaje de pérdida de peso (PP).....	26
4.2 Porcentaje de materia seca (PMs).....	32
4.3 Firmeza de la pulpa (Fp).....	37
4.4 Color de Epidermis (CEp).....	42
4.4.1 Evaluación de la Luminosidad (L*).....	42
4.4.2 Evaluación de la Cromaticidad o Chroma (C*).....	43
4.4.3 Evaluación del Matiz o Hue (h°).....	46
4.5 Contenido total de clorofila de la epidermis (CTc).....	49

4.6 Porcentaje total de aceite de la pulpa (PTa).....	52
4.7 Comportamiento de la curva respiratorio de los frutos (CR).....	56
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>62</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>79</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Cuadro 1. Índices de madurez registrados en frutos de palto cv. Hass al momento de su cosecha.....	19
--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Acción y síntesis del etileno sin participación del 1 metilciclopropeno en frutos de palto en las etapas preclimática y climática.....12
- Figura 2. Acción del 1 metilciclopropeno sobre la síntesis de etileno en frutos de palto tras su aplicación en fase preclimática y al término de su efecto en fase climática.....13
- Figura 3. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con el portainjerto Dusa y el portainjerto Zutano para cualquiera de las dosis de 1-MCP al concluir el almacenaje en frío .....28
- Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con las dosis de 1-MCP tomados de árboles con cualquiera de los portainjertos al concluir el almacenaje en frío.....28
- Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....30
- Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano.....30
- Figura 7. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1-MCP.....34
- Figura 8. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....34

Figura 9.	Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP.....	35
Figura 10.	Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano.....	35
Figura 11.	Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	38
Figura 12.	Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass a la salida del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	38
Figura 13.	Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	40
Figura 14.	Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	40
Figura 15.	Luminosidad (L*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	44
Figura 16.	Luminosidad (L*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	44
Figura 17.	Chroma (C*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	45
Figura 18.	Chroma (C*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	45

Figura 19.	Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	47
Figura 20.	Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	47
Figura 21.	Aspecto externo y color de frutos de paltos cv. Hass al término de su almacenaje en frío por 40 días, previamente tratados con 0 ppm, 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP y recolectados de árboles con portainjertos Dusa y Zutano.....	50
Figura 22.	Aspecto externo y color de frutos de paltos cv. Hass 9 días madurados en anaquel a los 9 días de retirados de su almacenaje en frío, previamente tratados con 0 ppm, 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP y recolectados de árboles con portainjertos Dusa y Zutano .....	50
Figura 23.	Contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	51
Figura 24.	Contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	51
Figura 25.	Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1 MCP.....	54
Figura 26.	Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	54
Figura 27.	Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	55

Figura 28. Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano .....	55
Figura 29. Comportamiento de las tasas respiratorias en frutos de ‘Hass’ tratados con distintas dosis de 1 MCP evaluadas durante 9 días tras su salida del almacenaje en frío portainjertos Dusa y Zutano .....	58

## INDICE DE ANEXOS

- ANEXO 1. Descripción y características principales de los portainjertos Dusa y Zutano.....79
- ANEXO 2. Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass a la salida de almacenaje en frío (40 días).....80
- ANEXO 3. Análisis de la varianza de los efectos simples para el porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass a la salida de almacenaje en frío (40 días).....81
- ANEXO 4. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con el portainjerto Dusa y el portainjerto Zutano para cualquiera de las dosis de 1 MCP al concluir el almacenaje en frío (40 días).....81
- ANEXO 5. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con las dosis de 1 MCP tomados de árboles con cualquiera de los portainjertos al concluir el almacenaje en frío (40 días)..... 82
- ANEXO 6. Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.....82

ANEXO 7. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	83
ANEXO 8. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	83
ANEXO 9. Análisis de la varianza del porcentaje de materia seca de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	83
ANEXO 10. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1-MCP.....	84
ANEXO 11. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	84
ANEXO 12. Análisis de la varianza del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.....	84
ANEXO 13. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	85
ANEXO 14. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	85
ANEXO 15. Análisis de varianza de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	85

ANEXO 16. Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	86
ANEXO 17. Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	86
ANEXO 18. Análisis de la varianza del porcentaje de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.....	86
ANEXO 19. Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	87
ANEXO 20. Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	87
ANEXO 21. Análisis de varianza del valor de Luminosidad ( $L^*$ ) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	87
ANEXO 22. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Luminosidad ( $L^*$ ) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	88
ANEXO 23. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Luminosidad ( $L^*$ ) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	88
ANEXO 24. Análisis de varianza del valor de Chroma ( $C^*$ ) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	88



ANEXO 25. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Chroma (C*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	89
ANEXO 26. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Chroma (C*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	89
ANEXO 27. Análisis de varianza del valor de Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	89
ANEXO 28. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	90
ANEXO 29. Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de color Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	90
ANEXO 30. Análisis de varianza del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	90
ANEXO 31. Análisis comparativo de medias de Tukey del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	91
ANEXO 32. Análisis comparativo de medias de Tukey del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	91

ANEXO 33. Análisis de la varianza del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.....	91
ANEXO 34 Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1 MCP.....	92
ANEXO 35. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos considerados en el estudio .....	92
ANEXO 36. Análisis de la varianza del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.....	92
ANEXO 37. Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.....	93
ANEXO 38 Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.....	93

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estudiar la respuesta en poscosecha de frutos de palta cv. Hass por efecto de la interacción entre distintas dosis de 1 metilciclopropeno y las variedades portainjerto de los árboles de donde procedieron los frutos. Para ello se utilizaron frutos del cv. Hass de árboles de 8 años de edad cuyos portainjertos, propagados clonalmente; fueron Dusa y Zutano. Los frutos de 'Hass' antes de almacenarse en frío a  $6.5 \pm 1.3$  °C por 40 días fueron tratados con 0, 1 y 2 ppm de 1 metilciclopropeno (1 MCP). Culminado el almacenaje los frutos de 'Hass' presentaron diferencias en la pérdida de peso por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjerto, encontrándose que los frutos tomados de árboles con portainjerto Zutano perdieron más peso aspecto que se apreció más cuando no recibieron 1 MCP. Así mismo estos frutos mostraron menor índice de color  $L^*$  en comparación con los procedentes de árboles con portainjerto Dusa. Por otro lado, los frutos tratados con 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP presentaron valores de  $C^*$ ,  $h^\circ$  y firmeza, ligeramente mayores. La evaluación de los frutos 9 días después de retirados del almacenaje mostraron que los tratados con 1 y 2 ppm de 1 MCP tuvieron menor acumulación de materia seca y aceite y una mejor firmeza de pulpa. Esta respuesta fue más notoria en los frutos tratados con 2 ppm de 1 MCP. Así mismo la tasa respiratoria de los frutos evaluada tras su salida de almacenaje en frío descendió, siendo notorio en aquellos que no recibieron 1 MCP mientras que los tratados con 1 y 2 ppm de 1 MCP incrementaron su tasa respiratoria al entre el cuarto y quinto día respectivamente. Posteriormente los niveles de las tasas respiratorias descendieron en todos los tratamientos

**Palabras clave:** almacenamiento, etileno, patrones, aguacate.

## **ABSTRACT**

The objective of the research was to study the postharvest response of avocado fruits cv. Hass coming from avocado trees with different rootstock to the effect of different doses of 1-methylcyclopropene. Avocado fruits cv. Hass from 8-year-old trees whose rootstocks, clonally propagated; were Dusa and Zutano. 'Hass' fruits, before being stored at  $6.5 \pm 1.3$  °C for 40 days, were treated with 0, 1 and 2 ppm of 1 methylcyclopropene (1 MCP). After storage period was completed, avocado fruits showed differences in weight loss due to the interaction between doses of 1 MCP and rootstock, finding that fruits taken from trees with Zutano rootstock lost more weight, a result that was more appreciated when fruits did not receive 1 MCP. Likewise, these fruits showed a lower L\* color index compared to those fruits coming from trees with Dusa rootstock. On the other hand, fruits treated with 1 and 2 ppm of 1 MCP presented slightly higher C\*, h° and firmness values. The evaluation of the fruits 9 days after removal from storage showed that those treated with 1 and 2 ppm of 1 MCP had less accumulation of dry matter and oil and better pulp firmness. This response was more noticeable in fruits treated with 2 ppm of 1 MCP. Moreover, the respiratory rate of the fruits evaluated after leaving storage decreased, being noticeable in those that did not receive 1 MCP while those treated with 1 and 2 ppm of 1 MCP increased their respiratory rate on the fourth and fifth day respectively. Therefore, respiratory rate levels decreased in all treatments.

**Keywords:** storage, ethylene, rootstocks, avocado

## **I. INTRODUCCIÓN.**

En la última década el Perú ha logrado posicionarse gracias al cultivo del palto como el más importante proveedor de esta fruta la región y el segundo más importante exportador de paltas a nivel mundial (Cervantes 2022; GanaMas 2022; Maraví, 2021). Gran parte de este éxito se sustenta en haber logrado la adaptación y la consolidación de espacios productivos de este frutal mayoritariamente representados por cv. Hass en la costa peruana y al hecho de que el desarrollo de la agroindustria de exportación se acogió a la leyes que impulsaron la colocación de capital privado en favor de la agricultura a inicios del siglo 21 lo cual atrajo el interés por invertir y desarrollar diversos cultivos frutícolas aprovechando al mismo tiempo las oportunidades que se presentaron con la apertura de mercados y nuevos espacios agrícolas en las distintas irrigaciones desarrolladas principalmente en el norte del país (Quispe, 2021 ; Zegarra, 2019). Esto motivo la introducción de nuevas y promisorias materiales de palto del tipo Hass, así como de potenciales nuevos portainjertos de este frutal (Red Agrícola, 2020). Ello ha determinado la necesidad de ir obteniendo y sistematizando información respecto no solo del nivel de producción sino también del comportamiento de cv. Hass cuando esta proviene de campos en los que se utilizan nuevas alternativas agronómicas dentro de ellas el uso de portainjertos clonales promisorios que pueden influir sobre las condiciones de calidad y comportamiento en condiciones de almacenaje en frío en postcosecha de este cultivar.

Dentro de los aspectos clave para asegurar una óptima respuesta de la fruta en postcosecha se encuentran las condiciones y el manejo agronómico recibidos en la etapa de producción o precosecha (Arpaia, 1994). En el caso de la palta diversos investigadores indican la importancia de considerar a los factores precosecha como los componentes a tener en cuenta para asegurar tanto la calidad la capacidad de conservación de la fruta en postcosecha (Arpaia et al.,2004; Defilippi et al., 2020). Dentro de estos factores la influencia del portainjerto resulta siendo uno de los factores a tener en cuenta cuando se

evalúa la calidad de la fruta, así como también su comportamiento durante la fase de almacenaje en postcosecha (Celis et al., 2018 Lazare et al., 2021). En el caso del cultivo del palto no se evidencian en el país estudios en los que se haya evaluado el efecto de los portainjertos sobre la calidad y la conservación de los frutos de esta especie y menos en relación con el cv. Hass, más aún si se tiene en cuenta que en los últimos años se ha introducido al Perú nuevas variedades portainjertos de este frutal, principalmente de las razas mexicana, guatemalteca, antillanas o híbridas entre razas; los cuales incluso se logran multiplicar y ofrecer como material vegetal clonal (Red Agrícola, 2020). Al mismo tiempo se presentan hoy nuevas alternativas para mejorar la conservación de diversas frutas tras su recolección como es el uso de 1 metilciclopropeno molécula que ha conseguido prolongar la vida útil de distintos productos vegetales frescos en poscosecha (Blankenship y Dole, 2003).

Es ese sentido que la presente investigación tuvo como objetivos lo siguiente;

### **1.1 Objetivo General**

Estudiar el comportamiento de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sometidos a distintas dosis de 1 metilciclopropeno cosechados de árboles de dos distintos portainjertos clonales.

### **1.2 Objetivos específicos**

Evaluar el comportamiento en almacenaje en frío de los frutos de palto cv. Hass provenientes de árboles de dos diferentes portainjertos clonales.

Determinar si el 1 metilciclopropeno influyó en la conservación en frío de los frutos de palto cv. Hass.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1 Importancia de la palta en la actividad agroexportadora peruana.**

El comercio de la palta a nivel mundial ha crecido de manera sostenible alcanzando en el año 2022 los 8.4 millones de toneladas con un incremento entre el 2012 al 2022 de un 7% anual (Agraria, 2023). Dentro de este contexto el Perú ha logrado posicionarse a nivel mundial como el segundo más importante ofertante de esta fruta siendo únicamente superado por México (Cervantes, 2022). Es así que entre el 2012 al 2022 las exportaciones de palta peruana pasaron de las 87,575 a las 596,700 toneladas lo cual generó un valor de exportación en US\$ FOB que paso, en ese mismo periodo; de los US\$ 135.5 millones a US\$ 916.8 millones (SIICEX, 2023; Solano, 2023). Todo ello impulsado por un sostenido crecimiento de los espacios destinados al cultivo de la palta en el país, principalmente desarrollados con el cultivar Hass; lo cual determinó que hoy Perú cuente con un poco más de 60,000 Ha de con este frutal (AgroPerú 2022). Este crecimiento en espacios productivos y oferta, ha determinado que la palta peruana llegue a 39 destinos internacionales dentro de los cuales destacan principalmente Países Bajos, Estados Unidos y España quienes en conjunto han recibido palta de nuestro país por un valor de 649.5 millones de US\$ FOB generándose con ello más del 70 por ciento de los ingresos por divisas en exportaciones de esta fruta solo en estos tres países (Solano, 2023).

Al mismo tiempo este mayor crecimiento en espacios productivos y oferta de palta ha impulsado una mayor demanda en material vegetal tanto de variedades como de portainjertos de este frutal, los cuales se han estado introduciendo en el país tratando de ofrecer nuevas alternativas para el desarrollo de campos de cultivo con palto dentro de los cuales se menciona a nivel de portainjertos a variedades tales como Ashdot, Degania o Dusa entre otros y a nivel de cultivares comerciales materiales como Gem, Méndez, Maluma, Lamb Hass o Carmen Hass (Jacobo, 2021).

## **2.2. Factores precosecha y su incidencia en la calidad y conservación de las frutas en poscosecha.**

Son diversos los factores en pre-cosecha que pueden influir notoriamente en la respuesta en poscosecha de los productos vegetales frescos tanto en la calidad como en su conservación una vez que éstos son cosechados (Arpaia, et al., 2004; Bekele, 2018; Tyagi et al., 2017). En tal sentido factores ambientales como la temperatura, la humedad relativa, intensidad de la luz y la radiación, así como la presencia de lluvias, la concentración de gases o la persistencia de los vientos son elementos que influyen notoriamente sobre la respuesta en la calidad y la capacidad de conservación poscosecha de distintas frutas y hortalizas (Kader y Yahia, 2011). En el caso de los frutos factores como la temperatura y la luminosidad tienen un rol importante en la acumulación de fotoasimilados por parte de la planta, lo cual a su vez repercute en una mejor y mayor acumulación de azúcares totales por parte de éstos (Hewett, 2006) en algunos casos la sobre exposición de los frutos a temperaturas extremas o una persistente radiación solar puede condicionarlos a que muestren mayor sensibilidad al daño por frío durante su almacenaje como es el caso del melón (Saltveit, 2011) en otros casos las constantes variaciones de temperatura del medio pueden generar como ocurre en frutos de papayo una mayor incidencia de manchado de piel debido a la ocasional ruptura de los tubos laticíferos de la epidermis determinando una mayor pérdida de frutos durante su manejo poscosecha (Campostrini, et al., 2010). Sin embargo, en otros casos se ha observado que el escalado ocasionado por la constante incidencia de la radiación solar como ocurre en los frutos de manzana cv. Granny Smith, puede condicionar a que éstos lleguen a mostrar una mejor tolerancia al frío durante su conservación poscosecha (Contreras et al; 2008).

Es importante también tener presente que las variaciones térmicas durante el proceso de formación y maduración de los frutos pueden contribuir a una mayor aparición de desórdenes fisiológicos en poscosecha, como es el caso de la formación de “pulpa vidriada o traslucida” en piña, desorden que se exagera aún más en la fase de almacenaje en frío (Ferguson et al., 1999). En otros casos como ocurre en frutos de limón ‘Tahiti’ la aparición del “rajado estilar” se presenta por efecto de temperaturas elevadas en el ambiente, daño que puede incluso incrementarse debido a una sobre exposición de los frutos al sol; lo cual genera mayor presencia del problema mencionado y más pérdidas de frutos en poscosecha



(Davenport y Campbell, 1977). En algunas ocasiones, como mencionan Agusti et al., (2002); la excesiva exposición de los frutos cítricos como las naranjas del tipo navel a bajas temperaturas del medio pueden causar una mayor incidencia de manchado y/o picaduras en la epidermis del fruto en su fase poscosecha. De la misma forma el rápido descenso de la humedad ambiental puede condicionar a que la epidermis pierda consistencias generándose rajaduras o cuarteaduras como ocurre en el caso de los frutos de mandarinas u otros cítricos (Ashebre, 2015) o en su defecto la persistencia de la humedad en el ambiente condiciona a que frutos como el mango y el palto lleguen a mostrar problemas de lenticelosis en poscosecha (Oosthuysen, 1998; Nelson, 2018; Rymbai et al, 2012;). En algunos casos la alta humedad ambiental puede reducir la intensidad del color de la epidermis y el contenido de sólidos solubles totales e incrementar la acidez como ocurre en frutos cítricos y uva de mesa mientras que, en frutas como bananos, litchi y piña su mayor presencia tiende a mejorar su la calidad interna (Ramjan y Ansari; 2018). La persistencia del viento, así como el exceso de lluvias pueden afectar seriamente la epidermis y el manipuleo de la fruta durante la cosecha y poscosecha causándole serios daños a la piel del fruto generándole manchado y/o pardeamiento lo cual afecta incluso a la pulpa, aspecto que se acrecienta aún más si los frutos son almacenados en frío (Everett et al., 2008; PROHASS, 2016; Ramjan y Ansari; 2018;).

Por otro lado, los factores propios del manejo de frutales tropicales y subtropicales pueden también tener una notoria influencia en la calidad poscosecha de la fruta (Arpaia, 1994; Defilippi et al., 2020). Dentro de estos factores se encuentran el manejo adecuado de la densidad de plantación, la cual aplicada correctamente puede favorecer una mejor acumulación de sólidos solubles totales y azúcares totales en el fruto como lo observado en banano cv. Jahaji (Chaudhuri y Baruah, 2010) así como la correcta aplicación de la poda en frutales como la realizada a árboles de mango var. Amrapali; los cuales tras esta práctica presentaron, en comparación con árboles no podados; frutos con mayor peso, menor actividad respiratoria, más firmeza y una mayor concentración en la epidermis de compuestos antioxidantes y carotenoides los cuales aseguraron que los frutos de mango de la variedad mencionada presenten mejores condiciones para su conservación en poscosecha (Asrey et al., 2013). Sin embargo, algunos componentes del manejo agronómico en frutales resultan siendo claves para mantener la calidad y la conservación poscosecha de las frutas. Tal es el caso de la nutrición mineral y donde ciertos elementos

minerales juegan un rol importante en lograr que esta calidad y la capacidad de almacenaje en frío de las frutas sean mucho mejor. Tal es el caso de elementos minerales como el calcio, potasio, magnesio y nitrógeno o nutrientes minerales considerados menores como el boro o el hierro entre otros (Benkeblia y Tennant, 2011; Crisosto y Mitchell, 2011; Henriquez, C. et al, 1999). De todos ello el calcio ha resultado ser uno de los nutrientes minerales más indispensables e intensamente estudiados respecto de cómo su aplicación tanto en precosecha como en poscosecha inciden sobre la calidad y la capacidad de conservación en poscosecha de diversas frutas (Tokala y Mahajan, 2018).

En el caso de frutas tropicales el efecto del calcio ha contribuido a mejorar y mantener por más tiempo la estructura celular de los frutos reduciendo o evitando la presencia de desórdenes fisiológicos en poscosecha, regular mejor la síntesis de etileno, reducir la actividad de enzimas pectolíticas encargadas de degradar la pared celular, como la poligalacturonasa o la metilpectinesterasa, retrasar la síntesis de la polifenoloxidasas y ayudar a que las frutas, que presentan un adecuado contenido de calcio; puedan mostrar mejor conservación y tolerancia al almacenaje en frío en poscosecha. (Mago, 2015; Monselise y Goren, 1987; Penter y Stassen, 2000; Youryon y Supapvanich 2021;) Así mismo el correcto manejo de la irrigación y la disponibilidad de agua del cultivo frutal pueden condicionar que los frutos durante su almacenaje en frío tengan un mayor retraso en la maduración o una mejor resistencia al daño por frío como en el caso de mangos del cv. Kensington (Léchaudel y Joas, 2007) o mostrar un mayor contenido de materia seca y dureza tras 45 días de conservación en frío tal como se observó en manzana cv. Delicious de Viscas (Parodi y Chavarri, 2003). De la misma forma el correcto manejo de fitorreguladores en precosecha puede condicionar a la fruta en poscosecha a reducir las pérdidas de peso, mantener sus consistencia y reducir el deterioro poscosecha en la fase de almacenaje tal como se observó con la aplicaciones de giberelinas a frutos de mandarina en precosecha (Rokaya et al., 2016) o reducir la presencia de daño por frío durante el almacenaje poscosecha en frutos de banano gracias a las aplicaciones en precosecha de ácido abscísico (Benkeblia y Tennant, 2011) . Mientras que la forma de conducir y/o prevenir la presencia de problemas sanitarios en precosecha determinará de manera consistente una menor presencia de daños fitosanitarios y una mayor capacidad de conservación en poscosecha de la fruta (Arpaia et al., 2004; Crisosto y Mitchell, 2011; Everett et al., 2008).

### **2.3. Relación variedad-portainjerto y su efecto sobre la calidad y conservación de las frutas en poscosecha.**

Uno de los factores precosecha más determinantes en la forma en que se expresen los componentes de la calidad y la capacidad de respuesta en poscosecha de los frutos corresponde a su condición genética (Bekele, 2018; Crisosto y Mitchell, 2011). Condición que incluso puede verse influenciada cuando la propagación de una especie frutal considera como parte de este proceso el uso de un pie de planta o portainjerto (Javed Tareen et al, 2022; Machado et al., 2015; Suárez-Hernández et al., 2017).

De allí que el primer aspecto a tener en cuenta para lograr asegurar calidad y productividad en un cultivo frutal es la adecuada selección del cultivar o variedad (Kader, 2008). Es así que dependiendo de los atributos propios de cada variedad algunas tendrán mejor disposición para sostenerse por más tiempo bajo almacenaje a bajas temperaturas tal como se observó entre distintas variedades y especies de cítricos sometidos a conservación en frío. (Lado et al., 2019). Por otro lado, la influencia del portainjerto puede condicionar que la composición como el rendimiento de aceites esenciales en la epidermis de frutos cítricos, así como el contenido de D-limoneno pueda variar hasta en un 40% y en otros casos estos frutos, dependiendo del portainjerto utilizado; presentan variación del contenido de jugo o una mayor o menor incidencia de manchado de epidermis (Arpaia, 1994). En otros casos, como se observó en frutos de melocotón cv. Flordaking almacenados a 0 °C por 5 semanas; el tipo de portainjerto utilizado influyó en la conservación de la fruta de esta variedad generándole una menor pérdida de peso, mejor respuesta en firmeza y contenido de ácido ascórbico a los frutos, además de proporcionar una mayor actividad eliminadora de radicales libres, cuando los frutos se tomaron de árboles injertados sobre el portainjerto GF-6770 en comparación con los frutos provenientes de árboles injertados sobre los portainjertos Peshawar Local y Swat Local (Javed Tareen et al, 2022).

Es claro que en la búsqueda por la mejora de los cultivos frutales el desarrollo de la técnica del injertado ha adquirido una enorme importancia (Rasool et al., 2020). Esta mejora en términos de una adecuada respuesta del frutal a nivel fisiológico, tolerancia al estrés abiótico o biótico y calidad de la fruta es producto de la adecuada fusión del injerto con el

portainjerto y radica en principio en identificar correctamente al portainjerto que acompañará a la variedad que se injertará sobre éste (Gonçalves et al., 2006; Rasool et al., 2020). Sin embargo, la respuesta de los frutos en poscosecha y su relación respecto de la influencia que puede ejercer el portainjerto sobre la capacidad de conservación de estos frutos en poscosecha ha sido poco estudiada (Kullaj, 2018), estableciéndose que la forma de control que ejerce el portainjerto sobre el injerto responde a una amplia gama de mecanismos dentro de los cuales se incluyen señales hidráulicas, una respuesta diferencia en la asimilación de nutrientes minerales, además de una diversidad de señales bioquímicas en las que tienen participación las hormonas generadas a nivel radicular (Amiri et al., 2014; Gregory et al., 2013).

#### **2.4. Influencia del portainjerto en la calidad y comportamiento en poscosecha de frutos de palto cv. Hass.**

En el caso del palto la identificación, el desarrollo y uso de portainjertos se ha orientado principalmente a lograr conseguir patrones con mayor resistencia o tolerancia a problemas edáficos, principalmente relacionados con tolerancia a la salinidad o al stress por déficit hídrico como también en otros casos a mostrar una mejor resistencia a problemas sanitarios radiculares principalmente causados por el hongo *Phytophthora cinnamomi* (Castro et al., 2009; Celis et al., 2018; Gabor et al., 1990; Lazare et al., 2021; Menge et al., 2012; Oster et al., 1992). Adicional a ello se han desarrollado trabajos de investigación enfocados en reconocer el nivel de influencia que los portainjertos de palto ejercen sobre los frutos de las variedades injertadas en ellos. En ese sentido Willingham et al. (2006) encontraron que los frutos de 'Hass' cosechados de árboles injertados sobre portainjerto Velvick presentaron en poscosecha un 37 por ciento de incidencia de antracnosis versus el 64 por ciento de frutos de palto 'Hass' afectados por este problema que provenían de árboles injertados sobre Duke 6. Gran parte de esta diferencia estaría relacionada con una mayor concentración de compuestos antifúngicos dienos presentes en la epidermis de los frutos de 'Hass' que procedían de árboles con portainjerto Velvick y al hecho que este portainjerto contribuyó a una menor concentración de nitrógeno en la epidermis del fruto generando un menor valor en la relación N:Ca favorecido por una mejor presencia de calcio además de otros elementos como potasio y magnesio.

Posteriores trabajos de investigación orientados a evaluar el comportamiento en almacenaje de frutos de 'Hass' procedentes de árboles injertados sobre Velvick y Duke determinaron que los frutos de palto 'Hass' obtenidos de árboles cuyo portainjerto era la variedad Velvick y sometidos a almacenaje en frío por cuatro semanas presentaron menor incidencia de pardeamiento vascular y decoloración de pulpa en relación con los frutos obtenidos de árboles cuyo portainjerto era la variedad Duke (Marques et al., 2003). Estas diferencias en la calidad de los frutos de palto cv. Hass por efecto del portainjerto también han sido reportados por Herrera et al.,(2013). Los cuales trabajando con fruta de este cultivar que provenía de plantas injertadas sobre patrones clonales de razas mexicana y antillana identificaron variaciones en el contenido de aceite y materia seca de la 'Hass' durante su almacenaje en frío. Así mismo Dann et al., (2016) también determinaron que los frutos de las variedades 'Hass' y 'Shepard' obtenidos de árboles injertados sobre portainjertos clonales de raza guatemalteca y antillana mostraron durante su maduración en poscosecha una menor incidencia de antracnosis y pudrición pedicelar, además de una mejor concentración de calcio en la epidermis en relación con los frutos procedentes de árboles que se habían injertado sobre portainjertos clonales de raza mexicana.

Dentro de los escasos y más recientes estudios sobre el efecto de los portainjertos y la respuesta en conservación poscosecha de los frutos del cv. Hass, Hernández et al., (2023); evaluaron el comportamiento en poscosecha de frutos del cultivar mencionado procedentes de plantas con distintos portainjertos de raza mexicana clonales y de semilla, los cuales se cosecharon en distintas fechas y colocaron en diferentes condiciones de almacenamiento. Ellos observaron diferencias significativas por efecto de la variedad portainjerto en relación con el color externo, oscurecimiento vascular y de pulpa en los frutos del cv. Hass almacenados en frío por tiempo prologando, no observando diferencias respecto de la firmeza, considerando que este último atributo y su comportamiento en poscosecha habían sido influenciados más por efecto de la condición de almacenaje que por acción del portainjerto. Identificando también que los perfiles de metabolitos solo se vieron afectados por la condición de almacenaje y no por efecto del portainjerto.

## **2.5 El 1 Metilciclopropeno como alternativa para mejorar la conservación poscosecha de órganos vegetales.**

### 2.5.1 El 1 Metilciclopropeno su acción sobre el etileno y control de la maduración de frutas y hortalizas.

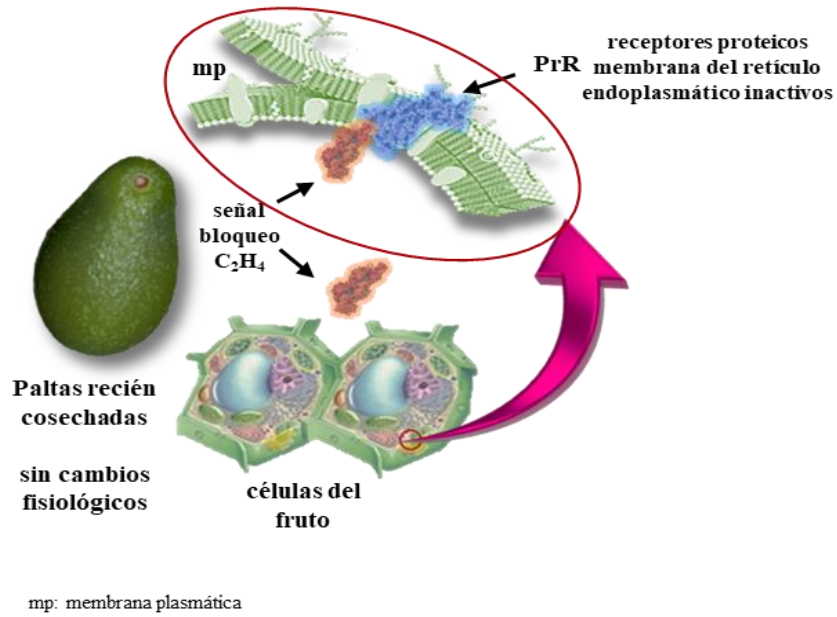
El 1 metilciclopropeno (1 MCP) es tal vez una de las moléculas que más interés ha despertado en los últimos años por su utilidad en la conservación poscosecha de diversos productos hortícolas debido a su capacidad para dilatar la síntesis de etileno retrasando el proceso de maduración y senescencia de diversas frutas (Abu-Bakr y Abu-Goukh, 2013., Blankenship y Dole, 2003; Guillen, 2009; Watkins, 2015).

Este compuesto se caracteriza por ser una oleofina cíclica con peso molecular de 54 comportándose como un gas normalmente muy estable a temperatura y presión estándar siendo 10 veces más afín que el propio etileno, a los receptores que estimulan la cascada de transducción de las señales que impulsan la expresión de genes que codifican la formación de las enzimas 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico sintasa (ACS) y 1-aminociclopropano-1-ácido carboxílico oxidasa (ACO) encargados de propiciar la formación de esta hormona y su actividad autocatalítica; logrando inhibir la presencia de etileno incluso a muy bajas concentraciones (Balaguera-López et al., 2014; Blankenship y Dole, 2003; Sisler y Serek, 2003). Las dosis óptimas del 1 MCP pueden ser distintas dependiendo de la especie vegetal tratada, según Blankenship y Dole (2003); estas dosis pueden fluctuar en concentraciones que van desde los 0.1 a los 100  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  debiendo actuar entre las 6 a 24 horas después de aplicadas y bajo condiciones de temperatura de entre 20 a 25 °C. Sin embargo, comercialmente se recomiendan aplicaciones en dosis de 100 a 500  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  con la finalidad posiblemente de minimizar las pérdidas que se generan durante su aplicación (Serek et al., 2006). Posteriormente se ha comprobado que tras cierto período de acción del 1 MCP el tejido vegetal vuelve a mostrar sensibilidad al etileno observándose en algunos casos que la síntesis de esta hormona, una vez terminado el efecto del 1 MCP en el órgano tratado; puede llegar a ser incluso de mayor proporción que en los no tratados (Sisler y Serek, 1997). Ello se debe a que la síntesis de nuevos receptores de etileno continúa formándose en el tejido vegetal a medida que se disipa la presencia del 1 MCP (Balaguera-López et al., 2014). De tal manera que el tiempo de inhibición, así como la velocidad de retorno de la síntesis de etileno, por parte de los tejidos del órgano tratado con 1 MCP; dependerán de la especie, tipo de tejido, estado de desarrollo, velocidad formativa de receptores de etileno y ambiente (Varanasi et al., 2013; Watkins, 2006).

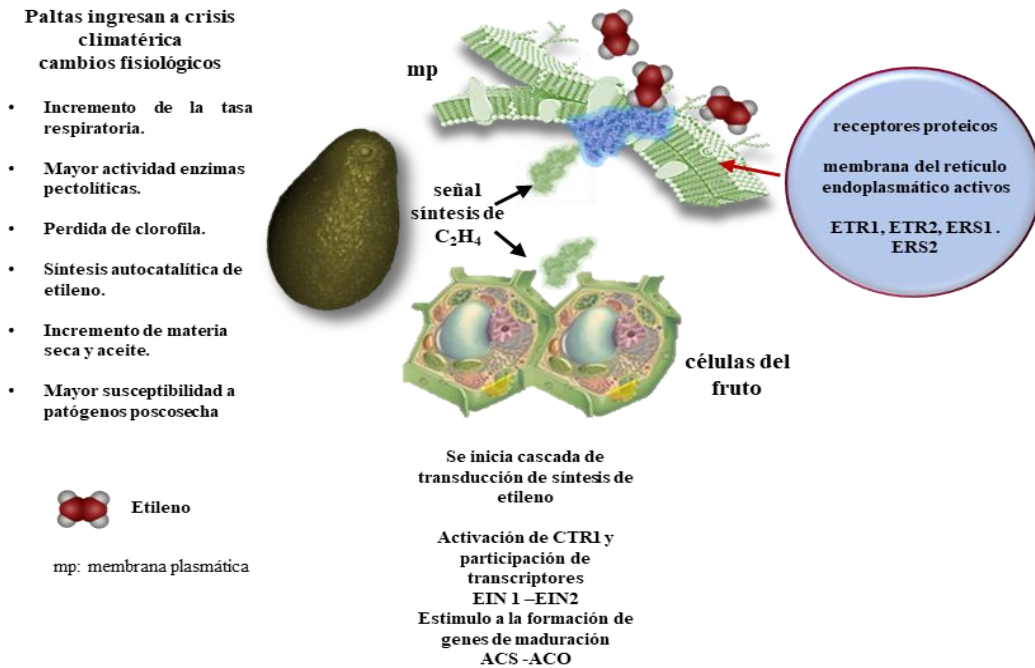
La acción del 1 MCP en algunos casos puede afectar la expresión de genes formadores de las enzimas ACS y ACO dentro de los cuales se ha logrado reconocer a los genes ACS1, ACO1 y ACO2 en frutos de banano, manzano, nectarines, pera, melón, tomate entre otros (Watkins, 2006). En otros casos el 1 MCP puede influir sobre la síntesis de etileno afectando la acción de los receptores de esta hormona como es el caso de los genes, ETR1, ETR2, ERSs en mango (Li et al., 2020) así como a los genes CTR1, EIN2A, EIL4 y ERFs en frutos de manzana (Yang et al., 2013). La acción del 1 MCP influye además sobre reacciones metabólicas degradativas propias de la maduración de frutas, retrasando su síntesis o impidiendo su pérdida, en ese sentido se ha identificado la acción de esta molécula retrasando la pérdida de clorofila o la pérdida de licopeno, (Álvarez-Herrera et al. 2016; Balaguera-López et al., 2014) inhibiendo la acumulación de compuesto que estimulan la peroxidación lipídica de la epidermis y pulpa en distintas frutas (Singh, 2015) en otros casos disminuyendo la actividad de enzimas que degradan la pared celular como la pectinmetilesterasa, la poligalacturonasa o la pectato liasa, debido a que el 1MCP retrasa la expresión de genes formadores estas enzimas como AcEXP o AcEXP3 en chirimoya o el gen MaEXP1 en frutos de banano (Balaguera-López et al., 2014; Watkins, 2006). En otros casos se ha podido determinar que la aplicación de 1 MCP logró reducir la síntesis de especies reactivas al oxígeno (ROS) disminuyendo las reacciones por estrés que se generan en los frutos a causa del almacenaje a bajas temperatura logrando mejorar su capacidad de conservación (Cao et al., 2009). Sin embargo se considera necesario continuar estudiando los efectos del 1 MCP dada las múltiples y distintas respuestas observadas en las frutas a las que se les aplicó este compuesto, entendiéndose que esta diversidad de respuestas son consecuencia de las formas de presentación y aplicación del 1 MCP, condiciones de madurez de los frutos, particularidades anatómico-morfológicas de los frutos de las distintas especies y variedades tratadas, así como la influencia que ejercen en la interacción y síntesis de etileno una diversidad de genes, entre otros (Watkins, 2015).

Las figuras 1 y 2 muestran de manera esquemática el efecto y la forma como actúa el 1MCP afectando la síntesis de etileno y el proceso de maduración de los frutos de palto. Las reacciones indicadas responden a lo observado por diferentes investigadores que han estudiado la acción de esta molécula en el retraso de la maduración de diversas frutas. (Jeong et al., 2002; Olivares et al., 2022; Osuna et al., 2005; Watkins, 2006)

**Etapa preclimática sin inicio de síntesis de etileno**



**Etapa climática inicio de síntesis de etileno**

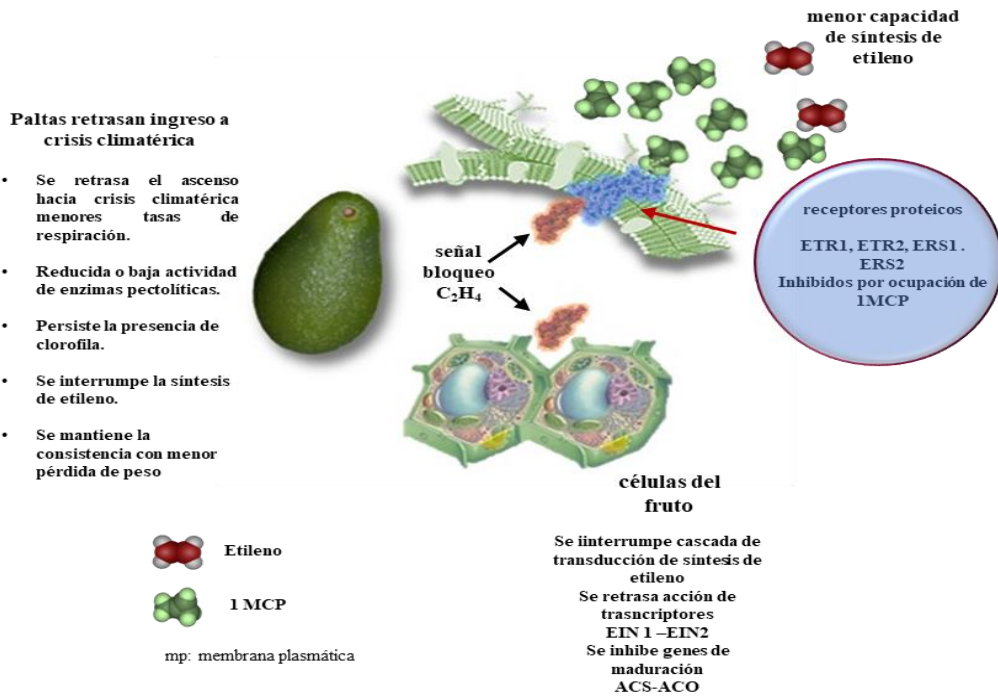


(Elaboración propia)

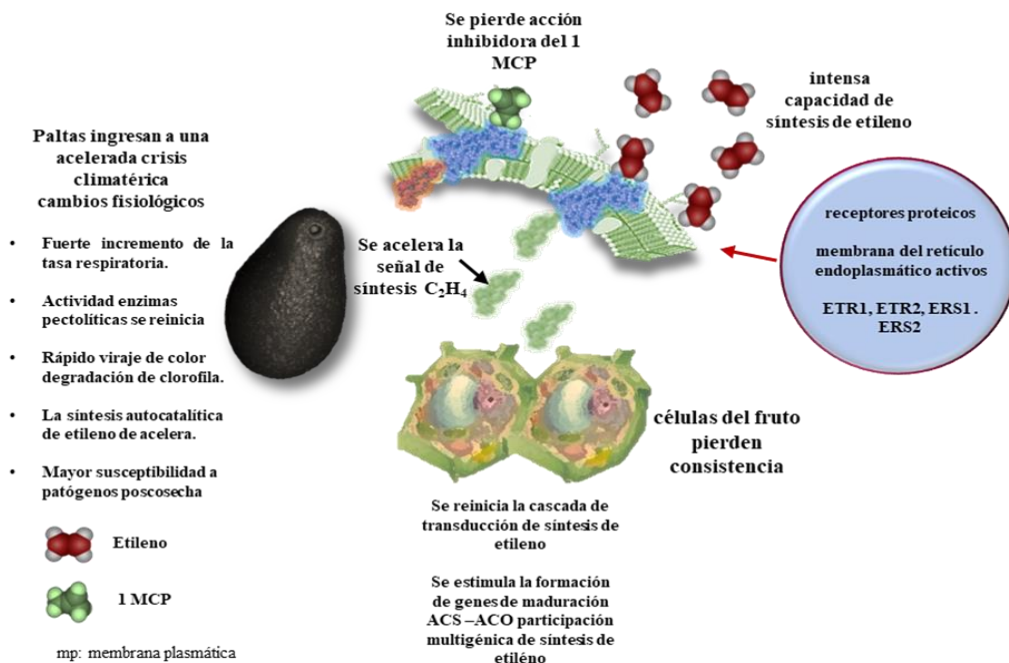
Figura 1. Acción y síntesis del etileno sin participación del 1 metilciclopropeno en frutos de palto en las etapas preclimática y climática.



**Etapla preclimática sin inicio de síntesis de etileno  
bloqueo de 1 MCP**



**Finaliza efecto del - 1MCP reinicia ingreso a crisis climática-  
acelerada síntesis de etileno fin**



(Elaboracion propia)

Figura 2. Acción del 1 metilciclopropeno sobre la síntesis de etileno en frutos de palto tras su aplicación en fase preclimática y al término de su efecto en fase climática.

## 2.5.2 Comportamiento en poscosecha de los frutos de palto tratados con 1 Metilciclopropeno.

Los frutos del palto una vez cosechados tienden a mostrar un comportamiento respiratorio típicamente climatérico, el cual se caracteriza por una progresiva elevación de la tasa respiratoria que llega en el momento de crisis climatérica a valores de entre 80 hasta 300 mg de CO<sub>2</sub>. kg<sup>-1</sup>.h<sup>-1</sup> a 20 °C y que viene acompañado por un aumento en la síntesis de etileno el cual puede llegar a valores de 80 a 100 µL.kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> a 20 °C e incluso algo mayores (Bill et al., 2014; Hernández et al., 2016; Yahia, 2011). Durante esta etapa los frutos de palto irán presentando una serie de cambios físico-químicos conducentes a lograr su maduración y posterior ablandamiento (Hernández et al., 2016; Yahia, 2011).

El proceso de maduración de los frutos de palta contempla dos etapas. La primera considerada como pre climatérica y mencionada como Sistema I Etileno, instante en que la síntesis de esta hormona es muy baja y una segunda etapa indicada como Sistema II Etileno que es la impulsadora de la crisis climatérica en estos frutos, habiéndose identificado que enzimas como la celulasa, la poligalacturonasa y la AAC-oxidasa inician su participación en los primeros momentos de ascenso hacia el climaterio (Litz et al., 2007) observándose además que el etileno regula la maduración de estos frutos coordinando la expresión de genes asociados a procesos como; la mejora de la tasa respiratoria, la síntesis autocatalítica de etileno, la degradación de la clorofila, la síntesis de enzimas con capacidad pectolítica, la participación del citocromo P-450 oxidasa entre otros (HersHKovitz et al., 2010; Litz et al., 2007; Mc Garvey et al., 1992; Olivares et al., 2022).

Si bien en el caso de los frutos de palto, como en otros frutos climatéricos; la síntesis de etileno principia con la metionina como precursor de esta hormona, para posteriormente derivar en S-adenosil metionina (SAM) por acción de la SAM-sintasa y luego a ácido 1-aminociclopropano-1 carboxílico (ACC) y de allí finalmente a etileno (Yang y Hoffman 1984) También ha quedado claramente definido que la síntesis de esta hormona es dependiente en buen grado de la genómica de cada especie vegetal aspecto que influirá de manera particular en la acción de enzimas claves que intervienen en el proceso de formación del etileno como son la ACC-sintasa encargada de convertir SAM en ACC y luego la participación de la ACC-oxidasa la cual regula la conversión de ACC en etileno

(Kader, 2011; Reid, 2011.). En ese sentido Owino et al., (2002); identificaron genes específicos que participan en el proceso de síntesis de etileno en frutos de palto, dentro de los cuales reconocieron algunos de los que actúan en la formación de la ACC-sintasa como son el PaACS-1 y el PaACS-2, indicando que PaACS-1 presentó una positiva regulación respecto de la síntesis de etileno mientras que PaACS-2 no tuvo una participación en esta regulación. Así mismo Olivares et al., 2022 indican que el ARN-mensajero del 1-aminociclopropano-1-carboxilato sintasa-1, considerada como PamACS1; presentó su máxima expresión antes de que los frutos de palto llegaran a su pico climatérico mientras que la expresión del ARN-mensajero de 1-aminociclopropano-1-carboxilato oxidasa, indicado como PamACO; se presentó en el momento de mayor expresión del etileno durante crisis climatérica de los frutos. Los mismos autores mencionaron que los genes sensores y transcritores de etileno PamERS1 y PamETR1 se presentan de manera incipiente en la etapa pre-climatérica para luego regular su actividad en correlación con los niveles de etileno en el momento de crisis climatérica.

De los distintos compuestos que afectan la acción del etileno en frutos de palto en la fase de poscosecha uno de los más estudiados en los últimos años ha sido el 1 metilciclopropeno (Arias et al., 2005; Blankenship y Dole, 2003; Hertog et al., 2008; Ochoa et al., 2007; Osuna et al., 2005). Este compuesto desarrollado y posteriormente presentado para ser usado inicialmente como inhibidor de la síntesis de etileno de especies ornamentales de flor fue posteriormente propuesto para su uso en la conservación de frutas (Serek et al., 1995). De tal forma que los trabajos en los cuales se utilizó el 1 metilciclopropeno (1 MCP) en frutos de palto en poscosecha mostraron un mayor retraso en el ingreso a maduración observándose que aquellos que fueron tratados con 1-MCP y luego almacenados a medio ambiente, aproximadamente a 20 °C; maduraron 3 a 5 días más tarde respecto de los frutos de palto no tratados (Kluge et al., 2002; Osuna et al., 2005). Incluso en algunos casos y dependiendo de la dosis usada de este compuesto, los frutos de palto pueden dilatar aún más su ingreso a maduración (Amin et al., 2016), observándose de manera simultánea, con este retraso; que el 1 MCP también retardó el cambio de color de la epidermis en estos frutos (Jeong et al., 2003). La mayor persistencia del color verde en la epidermis estaría relacionada con una menor actividad catabólica de la clorofila debido a una menor acción de la clorofilasa gracias a que el 1 MCP inhibió la formación de etileno y con ello la síntesis de esta enzima (Arias et al., 2005). Así mismo,

los frutos de palto tratados con 1 MCP han mostrado una mayor persistencia en la firmeza en comparación con los frutos no tratados tanto en la fase de almacenaje en frío como en la de post-almacenaje en frío (Arias et al., 2005; Jeong et al., 2003) habiéndose comprobado que el 1 MCP no influyó en la maduración asincrónica que ocurre comúnmente entre la zona apical y distal en estos frutos (Canto et al., 2015). Esta mayor persistencia de la firmeza en los frutos de palto tratados con 1 MCP se relaciona con una menor actividad en la síntesis de enzimas degradativas de la pared celular observándose que el 1 MCP retrasó la formación de la poligalacturonasa, pectinmetilestera y celulasa (Feng et al 2000; Jeong et al., 2003; Ochoa et al., 2007) advirtiéndose que la actividad de la poligalacturonasa en la palta era más observable en la fase de crisis climatérica y no antes de ella (Jeong et al., 2003) Sin embargo en algunos casos no se ha llegado a establecer que efectivamente la aplicación del 1 MCP a los frutos del cv. Hass afecte la actividad de la poligalacturonasa o la pectinmetilestera (Cambia y Vietes, 2013).

Un efecto importante del 1 MCP en la palta ha sido el poder dilatar la síntesis de etileno (Canto et al., 2014; Hershkovitz et al., 2010; Olivares et al., 2022; Pathirana et al. 2011). Sin embargo, esta respuesta resulta siendo distinta entre variedades dado que en algunos casos no se observó, dependiendo del cultivar de palto; un retraso en la síntesis de etileno tal como ocurrió cuando se comparó el efecto del 1 MCP sobre los cultivares Booth-8 y Monroe en poscosecha (Berry et al., 2011). Así mismo la aplicación del 1 MCP modificó la intensidad y comportamiento de la tasa respiratoria en los frutos de palto (Berry et al., 2015; Jeong et al., 2002; Jeong et al., 2003; Olivares et al., 2020; Pathirana et al. 2011) observándose en algunos casos que los frutos tratados con diferentes dosis de este compuesto durante la fase pre-climatérica presentaron picos climatéricos 6 a 9 días más tarde con tasas de emisión de CO<sub>2</sub> un 40 % más bajas en comparación con el presentado por los frutos no tratados (Jeong et al., 2002; Jeong et al., 2003).

Adicionalmente el uso del 1 MCP en frutos de palto ha conseguido reducir el daño por frío en epidermis y pulpa siendo más efectiva esta respuesta al combinar este tratamiento con el almacenaje de los frutos en un ambiente de bajo contenido de oxígeno (Pathirana et al. 2011) logrando que se retrase en algunos casos su deterioro post-almacenaje en frío (Pesis et al., 2002) lo cual permite contar con un mayor porcentaje de fruta comercializable (Berry et al., 2015). Sin embargo, se ha podido establecer que dependiendo de la dosis de

1 MCP utilizada esta puede incidir en una mayor pudrición de fruto y pedicelo durante su fase de maduración post almacenaje, aspecto que pudo haberse generado por el mayor tiempo que la fruta estuvo expuesta al medio para lograr su ablandamiento (Adkins et al., 2005).

### **III. MATERIALES Y METODOLOGÍA**

#### **3.1 UBICACIÓN**

Para el presente trabajo de investigación se utilizaron frutos de palto cv. Hass procedentes de un lote con árboles de 8 años de edad que contaban con líneas de distintos portainjertos todos obtenidos mediante procedimientos de clonación y que a su vez estaban injertados con el cv Hass. El cual forma parte del área de desarrollo experimental y pruebas de la empresa “Agrícola Las Lomas de Chilca SAC” hoy Westfalia Fruit Perú S.A.C ubicada en el distrito de Chilca – provincia de Cañete- Lima (Latitud: 12°29′04″ Sur, Longitud: 76°42′44″, Altitud: 60 msnm). El mantenimiento y manejo de la plantación de este lote experimental se realizó según los procedimientos de conducción establecidos por la empresa siendo todas las plantas de este lote mantenidas bajo sistema de riego presurizado por goteo. Los portainjertos considerados de los cuales se tomaron los frutos de palta cv. Hass son:

El primero de ellos correspondiente a Zutano y el segundo de ellos correspondiente al Dusa®<sup>1</sup> (Merensky 2). Al momento de la recolección se tomaron los frutos del cv. Hass de árboles con estos dos portainjertos que presentaron conformación de copa y desarrollo homogéneo. Las características de los dos materiales portainjertos se describen en el Anexo 1

En total se seleccionaron un total de 10 árboles por cada variedad portainjerto. En cada caso se recolectarán un total de 200 frutos por variedad portainjerto (400 frutos en total sumando las dos variedades portainjerto). Previa al recolección de los frutos se realizó una evaluación de la madurez de los frutos (porcentaje de materia seca y firmeza de frutos) para lo cual se tomaron un total de 10 unidades (frutos de ‘Hass’) por cada

---

<sup>1</sup> Variedad desarrollada y registrada por Westfalia Fruit - Sudáfrica.

variedad portainjerto con la finalidad de verificar su madurez inicial. El Cuadro 1 presenta el registro de los índices de cosecha de los frutos del cv. Hass tomados de árboles con los dos portainjertos antes de iniciar la cosecha. Para el ensayo se recolectaron frutos con rangos de calibre entre el 16 al 18 (250 a 222 gr de peso promedio/fruto).

**Cuadro 1:** Índices de madurez registrados en frutos de palto cv. Hass al momento de su cosecha <sup>1</sup>.

<b>Variedad Portainjerto</b>	<b>Índices de Madurez cv. Hass</b>	
	<b>Materia Seca (%)</b>	<b>Firmeza de Pulpa (N)</b>
Dusa <sup>®</sup>	22.08	95.05
Zutano	22.05	94.98

<sup>1</sup>Datos promedio sobre la evaluación de 10 fruto del cv. Hass por cada variedad portainjerto

### 3.2 PROCEDIMIENTO

Una vez recolectados los frutos estos fueron trasladados al laboratorio de horticultura de la UNALM ubicado en La Molina-Lima tras la pre-selección se sometieron a un lavado (con detergente convencional al 1%) para luego desinfectarse con una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 1% por espacio de 1 minuto.

Seguidamente los frutos se secaron con paños de papel y se colocaron dentro de cajas de cartón del tipo exportación (35.3 cm. x 28.5 cm. x 10 cm) para recibir los tratamientos con el 1 Metilciclopropeno (1 MCP) por espacio de 24 horas. La aplicación del 1 MCP se efectuó haciendo uso los adhesivos impregnados con este producto los cuales han sido desarrollados por Fresh Inset SA bajo la marca Vidre+™. Es importante indicar que cada unidad de adhesivo de 0.7cm x 3.0 cm emite 1 ppm para un espacio con volumen de 5000 cm<sup>3</sup>. En tal sentido el procedimiento que se siguió para el uso de los adhesivos fue según recomendación propuesta por la empresa calculando las concentraciones consideradas en el ensayo en base a una cantidad de adhesivos en relación con el volumen del recipiente (caja) en la cual se hallaban los frutos. Tras la colocación de los adhesivos junto con la

fruta en las cajas se procedió a encerrar éstas con una funda plástica a fin de asegurar que el producto se disperse (volatilice) solamente dentro del espacio y volumen afectado y en el cual se encontraban los frutos.

Al término del tiempo de la aplicación del 1-MCP se retiraron las fundas que envolvían a las cajas con los frutos y se procedió al almacenamiento en frío por un periodo de 40 días colocando éstos en un conservador bajo atmósfera normal el cual estaba graduado a la temperatura de  $6.5 \pm 1.3$  °C con humedad relativa de 85-95%

### **3.3 TRATAMIENTOS.**

Los tratamientos considerados fueron:

Factores en estudio:

#### **3.3.1 Dosis de 1 Metilciclopropeno:**

Dosis 1 = Sin aplicación 0.0 ppm de 1 Metilciclopropeno.

Dosis 2 = Aplicación de 1.0 ppm de 1 Metilciclopropeno.

Dosis 3 = Aplicación de 2.0 ppm de 1 Metilciclopropeno.

#### **3.3.2 Variedades portainjerto:**

Clonal de la variedad Zutano

Clonal de la variedad Dusa

### **3.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.**

#### **3.4.1 Porcentaje de pérdida de peso (PP).**

La pérdida de peso de los frutos se registró al culminar su periodo de conservación en frío (40 días) y también a los 9 días posteriores de su salida del almacenaje en frío (40 + 9



días). Para ello se determinó el peso inicial de los frutos (repeticiones) después de haber sido tratados con el 1 MCP y antes de ser colocados en el ambiente de conservación en frío. El peso se tomó haciendo uso de una balanza electrónica de marca Adam Equipment™ modelo Eclipse EBL 6202i (con dos decimales de exactitud). El valor porcentual de la pérdida de peso se estableció en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pérdida de peso} = [(\text{Peso inicial del fruto} - \text{Peso final del fruto}) / \text{Peso inicial del fruto}] \times 100$$

#### 3.4.2 Porcentaje de materia seca (PMs):

El cual se determinó al término del periodo de almacenaje en frío (40 días) como a los 9 días posteriores a la salida del almacenaje en frío (40 + 9 días). Es así que en cada momento de evaluación se tomaron muestras de pulpa fresca de la zona central del fruto procediéndose de la siguiente manera: Las muestras de pulpa se extrajeron con un sacabocado de 1.6 cm de diámetro siguiendo el procedimiento mencionado por Arpaia et al. (2001). Una vez obtenida las muestras se retiró cualquier rastro de epidermis y de la testa o cubierta seminal. Luego se trituraron las misma con un rallador hasta conseguir 15 gr de pulpa fresca la cual fue colocada en un sobre de papel aluminio para someterla a secado en estufa marca BINDER modelo ED-S 115 a una temperatura de 80 °C por 24 horas (Waisbluth y Valenzuela, 2007). Al término del proceso de secado se registró el peso seco de la muestra. Las muestras de materia seca fueron colocadas dentro de una campana desecadora en cuya base se adicionó silica-gel con la intención de mantenerlas secas hasta su determinación del contenido del porcentaje de aceite en la pulpa. El peso de la materia seca se efectuó utilizando una balanza electrónica de marca Adam Equipment™ modelo Eclipse EBL 6202i (con dos decimales de exactitud). El porcentaje de materia seca se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Materia Seca} = [(\text{Peso seco de muestra de pulpa}) / (\text{Peso fresco de muestra de pulpa})] \times 100$$

#### 3.4.3 Firmeza de la pulpa (Fp):

La cual se realizó al término del periodo de conservación (40 días) como a los 9 días posteriores a la salida del almacenaje en frío (40 + 9 días) para ello se utilizó un penetrómetro digital para frutas modelo GY-4™ al cual se le insertó un émbolo de 7mm de

diámetro. Para efectuar la lectura de firmeza de la pulpa se procedió a eliminar primero una porción de la epidermis en la zona central del fruto con una cuchilla para descascarar tubérculos esto con la finalidad de exponer la pulpa sobre la cual se ejerció la presión correspondiente con el penetrómetro. Se tomaron 2 lecturas por cada fruto en lados opuestos de la parte central del fruto para luego generar un valor promedio de las 2 lecturas. Los datos se registraron en unidades Newtons (N).

#### 3.4.4 Color de Epidermis (CEp):

Esta fue evaluada solamente al término del periodo de almacenaje en frío (40 días). Para establecer el cambio de color de los frutos se hizo uso de un colorímetro Konica Minolta™ modelo CR-400. La lectura con el colorímetro se efectuó en lados opuestos de la zona central del fruto. Los datos de color fueron registrados bajo el sistema CIE-LCh a fin de obtener información de los componentes del color los cuales según Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014); indican lo siguiente;

L\* (Luminosidad): Define el grado de claridad del color con valores que se leen desde 0 (oscuro o negro) a 100 (luminoso o blanco).

C\* (Chroma): Determina el grado de cromaticidad o saturación del color por lo que el color se puede mover en un rango de 0 (opaco) a 100 (vivido o brillante)

h° (Hue): Refleja el tono o matiz del color sobre un rango de 0° a 360° y donde los tonos cercanos a 0° indican colores rojizos o purpuras los tonos cercanos a 90° indican colores amarillos y los tonos cercanos a 180° indican colores predominantemente verdes o de tonalidad verdosa.

#### 3.4.5 Contenido total de clorofila de la epidermis (CTc):

El contenido total de clorofila (CTc) solo se determinó al concluir el periodo de almacenaje en frío (40 días). Para la determinación de este parámetro se siguieron las pautas planteadas en el protocolo de la UTIM (2018). Es así que por cada repetición se tomaron muestras de epidermis de aproximadamente 2 gr procedentes de la parte central del fruto. Luego se procedió a triturarlas haciendo uso de un molinillo de café marca Bosh™ modelo

TSM6A013B para finalmente extraer una muestra de 0,05 gr de la epidermis debidamente pesadas en una balanza analítica modelo Pioneer™ modelo PX225DM - OHAUS. Posteriormente, la muestra se colocó dentro de un mortero de porcelana agregándole etanol al 80% procediéndose con el mazo a moler la muestra hasta conseguir extraer el pigmento, seguidamente la mezcla de etanol y tejido vegetal fueron colocadas en un tubo de ensayo y sometidos a centrifugado a razón de 5000 RPM por dos minutos haciendo uso de una centrífuga modelo Sigma 2.-16P. Al término del centrifugado se tomó una alícuota del sobrenadante de la preparación con una pipeta para luego colocar esta muestra en una celda para lectura de absorbancia en los espectros de longitud de onda de luz de 645 y 663 nm haciendo uso de un espectrofotómetro modelo Spectro 22 de Labomed Inc. Previamente calibrado a cero mediante solución de etanol al 80%. La concentración total de clorofila se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\textit{Contenido Total de Clorofila} = 20.2 \times A_{645} - 8.02 \times A_{663}$$

*Donde: A= Valor de lectura espectrofotométrica de la muestra en rangos de 645 y 663 nm. Los datos obtenidos de contenido total de clorofila se expresan en ug / gr de muestra fresca de epidermis.*

#### 3.4.6 Porcentaje total de aceite de la pulpa (PTa):

El cual se evaluó al término del periodo de conservación (40 días) y también a los 9 días posteriores a la salida del almacenaje en frío (40 + 9 días). Para la determinación del porcentaje de aceite se tomaron 2.5 gr de materia seca de la pulpa de los frutos. Para ello la muestra de pulpa seca fue sometida nuevamente a un secado en estufa marca BINDER™ modelo ED-S 115 a 60 °C por espacio de 24 horas a fin de eliminar algún rastro remanente de humedad. Posteriormente esta muestra se volvió a pesar para finalmente colocarla dentro de cartuchos (dedales) de celulosa los cuales a su vez se instalaron en las columnas del equipo semiautomático de extracción de grasa modelo SER 148 de la marca VELD-Scientifica para enseguida someterlas por espacio de 150 minutos al proceso de extracción del aceite por barrido utilizando como reactivo para la extracción éter de petróleo 40-60 °. Concluido el periodo de extracción se sometieron los matraces con el aceite a un secado final en estufa a 60 °C por espacio de 6 hrs para retirar cualquier rastro de humedad y éter

de petróleo para finalmente pesar los matraces y establecer el contenido de aceite de la muestra de materia seca y determinar el porcentaje de aceite sobre el total de la materia seca definiendo con ello el porcentaje de aceite en la pulpa fresca del fruto.

#### 3.4.7 Comportamiento de la curva respiratorio de los frutos (CR).

La evaluación del comportamiento respiratorio de los frutos de palto cv Hass, procedente de todos los tratamientos; se realizó al término del periodo de conservación en frío. Para ello los frutos fueron colocados en condiciones de anaquel por espacio de 9 días a fin de estimular su maduración y ablandamiento. El procedimiento para la evaluación del comportamiento respiratorio se realizó mediante el método estático de detección del CO<sub>2</sub> propuesto por Ortola M<sup>a</sup>.D.(2020). Para ello se utilizaron recipientes individuales (frascos) de aproximadamente 2.5 L de capacidad dentro de los cuales fueron colocados 2 frutos por frasco para luego llevarlos al ambiente de maduración bajo atmósfera normal a la temperatura de 20 ± 1.5 °C. Cada tratamiento se replicó 3 veces. Los frutos dentro de los recipientes se sometieron diariamente y por una hora tras el cierre hermético del frasco a respirar dentro del frasco para luego realizar la lectura del CO<sub>2</sub> capturado dentro del frasco haciendo uso del analizador de gases marca Witt<sup>TM</sup> modelo Oxybaby® M+ para dar lectura a la concentración de gases ubicados en el espacio de cabeza de cada recipiente. Los datos de concentración del CO<sub>2</sub> se registraron en valor porcentual cual se transformó a mililitros de dióxido de carbono emitido por kilo de masa (frutos) durante una hora en base a la siguiente fórmula planteada por Bosquez et al., (2015);

$$[mL CO_2 kg^{-1} h^{-1}] = \frac{[\%CO_2]}{100} \times \frac{Vol (mL del espacio de cabeza del envase de respiración)}{kg (masa del fruto en respiración) \times hora de respiración}$$

Posteriormente los datos se transformaron a;  $mg CO_2 kg^{-1} hr^{-1}$ .

### 3.5 DISEÑO Y PRUEBAS ESTADÍSTICAS:

El diseño estadístico utilizado en el presente trabajo de investigación fue el completamente aleatorizado (DCA) en arreglo factorial de tres dosis de 1 metilciclopropeno sobre frutos del cv. Hass provenientes de árboles con dos portainjertos (Dusa y Zutano). Lo cual generó un total de 6 tratamientos siendo estos;

**Dosis de 1 MCP = D1, D2, D3**

**Portainjertos = P1, P2**

**Tratamientos:**

Tratamiento 1 (T1) = *D1(0 ppm de 1 MCP) x P1 (Frutos de Hass -portainjerto Zutano)*

Tratamiento 2 (T2) = *D1(0 ppm de 1 MCP) x P2 (Frutos de Hass -portainjerto Dusa)*

Tratamiento 3 (T3)= *D2(1 ppm de 1 MCP) x P1 (Frutos de Hass -portainjerto Zutano)*

Tratamiento 4 (T4)= *D2(1 ppm de 1 MCP) x P2(Frutos de Hass -portainjerto Dusa)*

Tratamiento 5 (T5) = *D3(2 ppm de 1 MCP) x P1 (Frutos de Hass -portainjerto Zutano)*

Tratamiento 6 (T6) = *D3(2 ppm de 1 MCP)x P2(Frutos de Hass -portainjerto Dusa)*

Cada tratamiento contó con 4 repeticiones cada una conformada por un total de 12 observaciones haciendo un total de 48 frutos por tratamiento generando a su vez un total de 144 frutos de palto cv. Hass tomados de cada portainjerto (144 frutos de palto cv. Hass provenientes de árboles con portainjerto Zutano) y 144 frutos de palto cv. Hass provenientes de árboles con portainjerto Dusa). Así mismo para la determinación de la tasa respiratoria se utilizaron 18 frutos del cv. Hass tomados de árboles con portainjerto Zutano y 18 frutos de palto cv. Hass tomados de árboles con portainjerto Dusa. Como prueba comparativa de medias se utilizó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de  $\alpha \leq 0.05$ . Los datos estadísticos fueron analizados a través del programa estadístico Info-Stat 2020e (Di Rienzo et al. 2020).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En base a los tratamientos considerados en el presente trabajo de investigación se obtuvieron los siguientes resultados.

### **4.1 Porcentaje de Pérdida de Peso (Pp).**

#### **4.1.1 Al término del almacenaje en frío (40 días).**

Los frutos de palto cv. Hass procedentes de árboles con distintos portainjertos mostraron en el ANVA correspondiente al término del periodo del almacenaje en frío diferencias estadísticas muy significativas tanto por efecto de la dosis de 1 metilciclopropeno (1 MCP), por efecto de las variedades portainjerto y por efecto de la interacción de las dosis de 1 MCP con las variedades portainjertos consideradas en el presente estudio. (Anexo 2).

Al realizar el análisis de variancia de los efectos simples del porcentaje de la pérdida de peso de los frutos de 'Hass' por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos considerados en el estudio (Anexo 3) se pudo observar que los frutos del cv. Hass obtenidos de árboles con el portainjerto Dusa no presentaron diferencias estadísticas por efecto de cualquiera de las dosis de 1 MCP ensayadas, mientras que los frutos de 'Hass' procedentes de árboles con portainjerto Zutano presentaron diferencias estadísticas muy significativas por efecto de las dosis de 1 MCP usadas. Así mismo al analizar el efecto de las diferentes dosis de 1 MCP en relación con cualquiera de los portainjertos considerados, solo se hallaron diferencias estadísticas muy significativas en los frutos de 'Hass' que no recibieron 1 MCP y que procedían de árboles de cualquiera de los dos portainjertos estudiados, mientras que los frutos de 'Hass' que fueron tratados con 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP, tomados de árboles de cualquiera de los dos portainjertos; no presentaron diferencias estadísticas.

El análisis de comparación de medias de Tukey, respecto de la pérdida de peso de los frutos de 'Hass' procedentes de árboles con cada uno de los portainjertos considerados en el estudio en relación con cualquiera de las dosis de 1 MCP ensayadas (Anexo 4). Determinó que los frutos de 'Hass' tomados de árboles con portainjerto Dusa que no recibieron el 1 MCP, presentaron una pérdida porcentual del peso de 1.65% en promedio, la cual no difirió estadísticamente del valor de pérdida de peso presentada por los frutos que fueron tratados con 1 ppm de 1 MCP (1.64 % en promedio de pérdida de peso) siendo esta pérdida de peso también estadísticamente similar para los frutos que recibieron la dosis de 2 ppm de 1 MCP (1.55 % de pérdida de peso en promedio). En el caso de los frutos de 'Hass' que provinieron de árboles con portainjerto Zutano solo se observó diferencias estadísticas cuando no fueron tratados con 1 MCP , siendo la pérdida porcentual de peso de estos frutos de 2.06% en promedio, en comparación con los frutos de 'Hass' procedentes de árboles con este mismo portainjerto que habían sido tratados con 1 ppm y 2 ppm de 1-MCP los cuales presentaron pérdidas porcentuales de peso de 1.65% y 1.56% en promedio respectivamente, valores estos últimos de pérdida de peso que no difirieron estadísticamente entre sí (Figura 3).

Al efectuarse la prueba de comparación de medias de Tukey, respecto de la pérdida de peso de los frutos de palto cv. Hass tratados con cada dosis de 1 MCP y procedentes de árboles de cualquiera de los dos portainjertos (Anexo 5); se obtuvieron diferencias estadísticas en los frutos de 'Hass' que no fueron tratados con 1 MCP siendo esta pérdida de peso de 1.65% en promedio para los frutos provenientes de árboles con portainjerto Dusa , valor que fue menor al presentado por los frutos de 'Hass' provenientes de árboles con portainjerto Zutano, los cuales tuvieron una pérdida de peso de 2.06% en promedio. Así mismo se determinó que la pérdida de peso de los frutos de 'Hass', tratados con 1 ppm provenientes tanto de árboles con portainjerto Dusa (1.64% de pérdida de peso promedio) como con portainjerto Zutano (1.65% de pérdida de peso en promedio) tuvieron una pérdida de peso estadísticamente similar, comportamiento que resultó siendo parecido al presentado por los frutos de 'Hass' tratados con la dosis de 2 ppm de 1 MCP procedentes de árboles con el portainjerto Dusa (1.54% de pérdida peso promedio) al compararlos con la pérdida porcentual de peso de los frutos de 'Hass' también tratados con 2 ppm de 1 MCP que provinieron de árboles con el portainjerto Zutano (1.55% de pérdida de peso en promedio) los cuales tampoco presentaron diferencias estadísticas entre sí. (Figura 4).

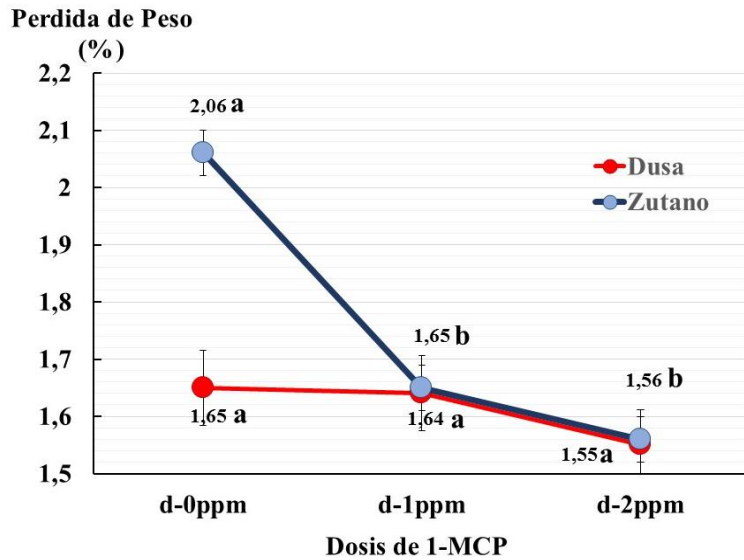


Figura 3. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con el portainjerto Dusa y el portainjerto Zutano para cualquiera de las dosis de 1 MCP al concluir el almacenaje en frío. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

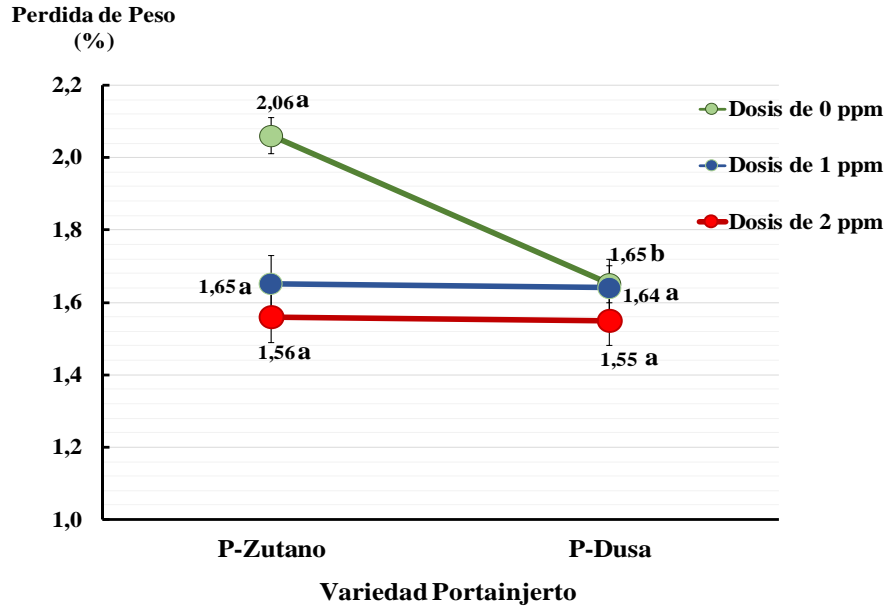


Figura 4. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con las dosis de 1 MCP tomados de árboles con cualquiera de los portainjertos al concluir el almacenaje en frío. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).



#### **4.1.2 A los 9 días posteriores al término del almacenaje en frío**

El análisis de variancia, realizado a los frutos de palto cv. Hass, 9 días después de haberlos retirado del ambiente de almacenaje en frío respecto de la pérdida porcentual de peso (Anexo 6); reportó diferencias estadísticas muy significativas por efecto de las dosis de 1 MCP y diferencias significativas por efecto del portainjerto usado en los árboles que proporcionaron los frutos de 'Hass'. No se presentaron diferencias estadísticas producto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos considerados para el presente ensayo.

Al realizar la comparación de medias de Tukey, de la pérdida de peso en los frutos de palto 'Hass' por efecto de las dosis de 1 MCP; 9 días después de concluido el periodo de almacenaje en frío (Anexo 7); se obtuvieron diferencias significativas en los frutos que no fueron tratados con 1 MCP los cuales mostraron una mayor pérdida porcentual de peso (7.90% de pérdida de peso en promedio) en comparación con la menor pérdida de peso presentada en los frutos de palto del cv. Hass que fueron tratados con 1 ppm y 2 ppm de 1-MCP (7.35% y 7.02% de pérdida de peso en promedio respectivamente) los cuales a su vez no presentaron diferencias estadísticas entre si (Figura 5).

Así mismo en la comparación de medias de Tukey, de la pérdida de peso a los 9 días después de concluido el periodo de almacenaje en frío en relación con el portainjerto usado en los árboles que proporcionaron los frutos de 'Hass'; (Anexo 8); se halló una ligera, pero significativa mayor pérdida de peso, en los frutos que provinieron de árboles con portainjerto Zutano (7.60% de pérdida de peso en promedio) en relación con la menor pérdida de peso presentada por los frutos de 'Hass' tomados de árboles cuyo portainjerto era Dusa (7.25% de pérdida de peso en promedio) (Figura 6).

Los resultados obtenidos de la pérdida de peso en los frutos de palto cv. Hass tras 40 días de almacenaje en frío evidencian la influencia que ejerce el 1 MCP retrasando los procesos fisiológicos relacionados con la maduración y senescencia de los frutos de palto además de una estimular una menor pérdida de peso en comparación con los frutos a los que no se les aplicó el 1-MCP (Cabia y Vieties, 2013; Jeong et al, 2002; Zhang et al. 2020). ...procesos

**Pérdida de Peso  
(%)**

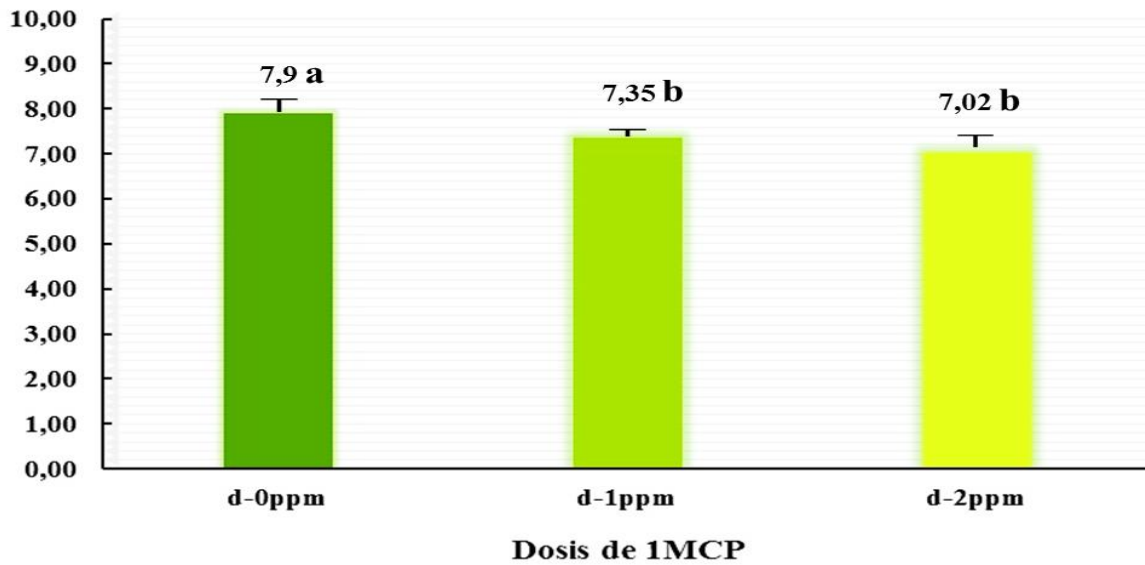


Figura 5. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

**Pérdida de Peso  
(%)**

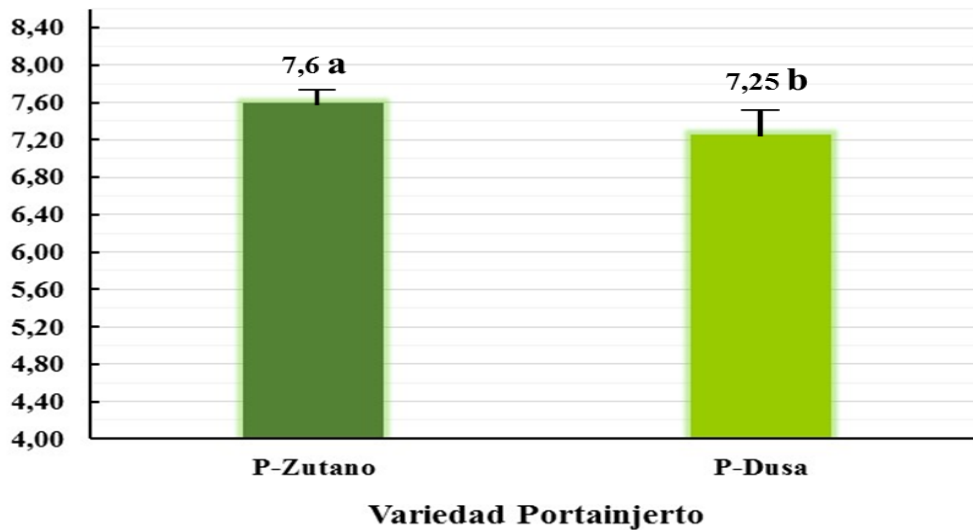


Figura 6. Porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

en los cuales la pérdida de peso, resulta siendo consecuencia principalmente de la pérdida de agua por transpiración, como también por efecto de cambios en la tasa respiratoria así como por efecto de la degradación de metabolitos entre otras funciones fisiológicas (Kader, 2011; Kader y Yahia 2011). Así mismo es importante destacar que esta pérdida de peso de los frutos de palto cv. Hass durante el almacenaje en frío se ve influenciada por el tipo de portainjerto usado, respuesta que ha sido observada en frutos de palto cv. Hass conservados por 28 días a 5°C y cuyos frutos fueron tomados de árboles injertados sobre diferentes portainjertos (Herrera et al., 2013). En el presente ensayo los frutos de ‘Hass’ que provinieron de árboles con portainjerto Dusa presentaron una menor pérdida de peso en comparación con los frutos procedentes de árboles cuyo portainjerto era Zutano. Esta respuesta diferenciada en la pérdida de peso de los frutos de ‘Hass’ en poscosecha, a pesar de no ser excesiva se pudo deber en parte a la acción dilatadora que el 1 MCP ejerce sobre la maduración de los frutos tal como indican Olivares et al., (2020) cuando estudiaron el comportamiento en almacenaje de los cvs Fuerte y Edranol tratados con 1 MCP; pero a su vez se encuentra influenciada por la variedad portainjerto lo cual se relacionaría en gran medida con la capacidad diferenciada en la asimilación de nutrientes minerales que los portainjertos de palto generan sobre la variedad injertada (Ben-Ya’Acov y Michelson, 1995; Lazare et al., 2019; Marques et.al 2003; Mickelbart et al., 2007). Esta diferencia en la asimilación de nutrientes también ha sido identificada en el caso del portainjerto Dusa al compararlo con otros portainjertos comúnmente usados en palto (Lazare et al., 2019). Es importante tener en cuenta que la pérdida de peso de los frutos principia con la pérdida de turgencia de la epidermis, producto de una mayor pérdida de agua; lo cual dependerá de su conformación y grosor, de las características de las lenticelas y su formación, así como la conformación de la cutícula y ceras epicuticulares (Malik et al., 2014) cuya formación y desarrollo a su vez es dependiente del nivel de nutrición que tenga el fruto, el cual está relacionado con la eficiencia en la absorción de nutrientes propia de cada variedad portainjerto, aspecto que en el caso del palto fue observado por Willingham et al. (2006) quienes encontraron diferencias en la capacidad de asimilación de nutrientes minerales al comparar sus concentraciones en frutos de ‘Hass’ procedentes de árboles cuyos portainjertos eran Velvick y Duke 6, hallando incluso que la relación N/Ca difería en los frutos de ‘Hass’ dependiendo de la variedad portainjerto de palto utilizada. Por otro lado, la respuesta de la pérdida de peso hallada en los frutos de ‘Hass’ 9 días después de retirados del almacenaje en frío mantuvo la misma tendencia que la observada en los frutos

al concluir el almacenaje en frío, observándose que los frutos no tratados con 1 MCP y que provinieron de árboles cuyo portainjerto era Zutano continuaron presentando la mayor pérdida de peso. Sin embargo, en este caso los valores de pérdida de peso para cualquiera de los tratamientos en estudio fueron más elevados. Esta respuesta es coincidente con lo observado en otros trabajos de investigación en los cuales los frutos de palto cv. Hass tratados o no con 1 MCP tras salir del almacenaje en frío y ser colocados en condiciones de temperatura de ambiente presentaron rápidamente un notorio incremento de la pérdida de peso. Sin embargo, este aumento en la pérdida de peso, cuando los frutos se retiran del almacenaje en frío, es diferenciado; siendo más apreciable en los frutos que no fueron tratados con 1 MCP. Observación que es coincidente con lo hallado por otros investigadores en el momento que colocaron los frutos de ‘Hass a condiciones de maduración post almacenaje en frío (Cabia y Vieites 2013; Daiuto et al.,2012; Osuna et. al., 2005).

#### **4.2 Porcentaje de Materia Seca (PMs).**

##### **4.2.1 Al término del almacenaje en frío (40 días).**

La prueba de ANVA correspondiente al porcentaje de materia seca en los frutos de palto cv. Hass, analizados al término del periodo del almacenaje en frío; no presentó diferencias estadísticas por efecto de las dosis de 1 MCP, tampoco por efecto de los portainjerto como tampoco por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos. (Anexo 9).

Así mismo el análisis de comparación de medias de Tukey, del porcentaje de materia seca en los frutos de ‘Hass’; en relación con las dosis de 1 MCP utilizadas una vez concluido el periodo de almacenaje en frío (Anexo 10.), no reportó diferencias estadísticas al comparar los frutos no tratados con 1 MCP (23.33% de materia seca) respecto de los tratados con 1 ppm de 1 MCP (22.76% de materia seca) y 2 ppm de 1 MCP (23.42% de materia seca) los cuales a su vez no difirieron estadísticamente entre si (Figura 7).

De otro lado el análisis de comparación de medias de Tukey, del porcentaje de materia seca en los frutos de ‘Hass’ en función a la variedad portainjerto (Anexo 11), no mostró

diferencias estadísticas entre los valores de materia seca obtenidos de frutos procedentes de árboles con el portainjerto Dusa (23.10% de materia seca) con los valores de materia seca de los frutos que provinieron de árboles con el portainjerto Zutano (23.24% de materia seca) (Figura 8).

#### **4.2.2 A los 9 días posteriores al término del almacenaje en frío**

El análisis de variancia respecto del porcentaje de materia seca realizado a los frutos de palto cv. Hass, 9 días después de haberlos retirado del almacenaje en frío (Anexo 12.); reportó diferencias estadísticas significativas solo por efecto de las dosis de 1 MCP no se presentaron diferencias estadísticas en los frutos de ‘Hass’ por efecto de las variedades portainjertos de los árboles que proporcionaron los frutos ni por efecto de la interacción entre la dosis de 1 MCP y los portainjertos considerados en la presente investigación.

Al realizar la comparación de medias de Tukey, del porcentaje de materia seca en los frutos de palto ‘Hass’ por efecto de las dosis de 1 MCP; 9 días después de concluido el almacenaje en frío (Anexo 13); se obtuvieron diferencias estadísticas en los valores del porcentaje de materia seca de los frutos de ‘Hass’ que no fueron tratados con 1 MCP, los cuales presentaron mayor contenido de materia seca (28.52% de materia seca en promedio) siendo este valor estadísticamente similar al porcentaje de materia seca de los frutos de ‘Hass’ tratados con 1 ppm de 1 MCP, (27.68% de materia seca) el cual a su vez fue ligeramente mayor que el de los frutos tratados con 2 ppm de 1 MCP (27.18% de materia seca) pero estadísticamente similar.(Figura 9).

Así mismo al llevar a cabo la comparación de medias de Tukey, del porcentaje de materia seca en los frutos de ‘Hass’, a los 9 días después de concluido el periodo de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos (Anexo 14); no se presentaron diferencias estadísticas entre los frutos procedentes de árboles con el portainjerto a Dusa (27.16% de materia seca en promedio) respecto del porcentaje de materia seca presentada por los frutos de ‘Hass’ procedentes de árboles con portainjerto Zutano (28.12% de materia seca) (Figura 10).

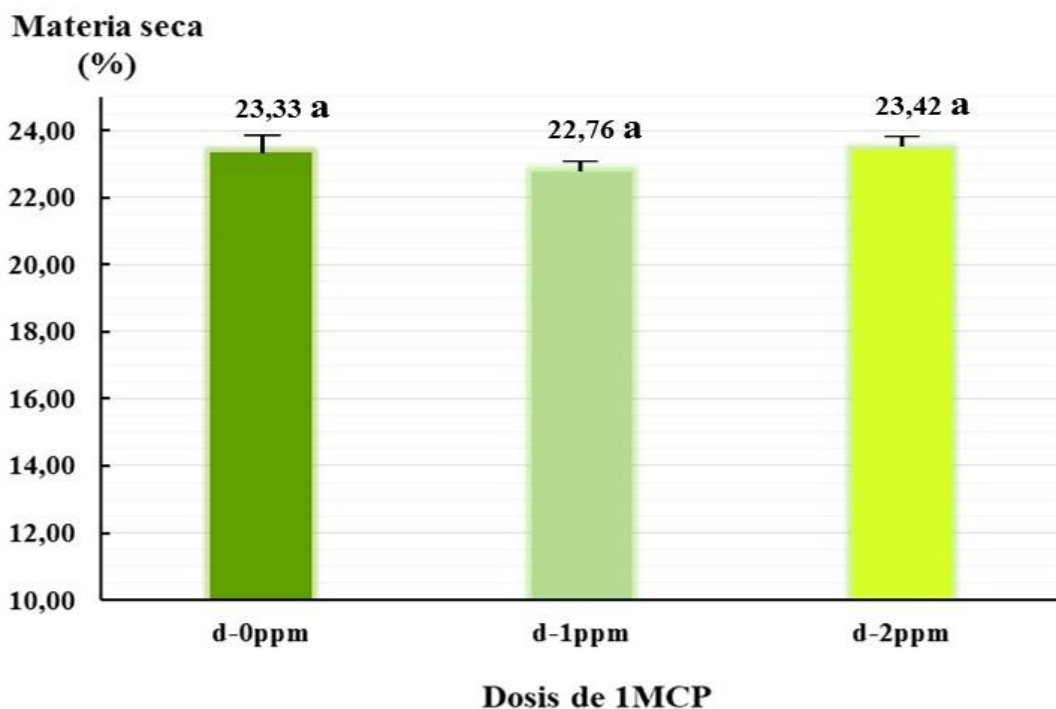


Figura 7. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

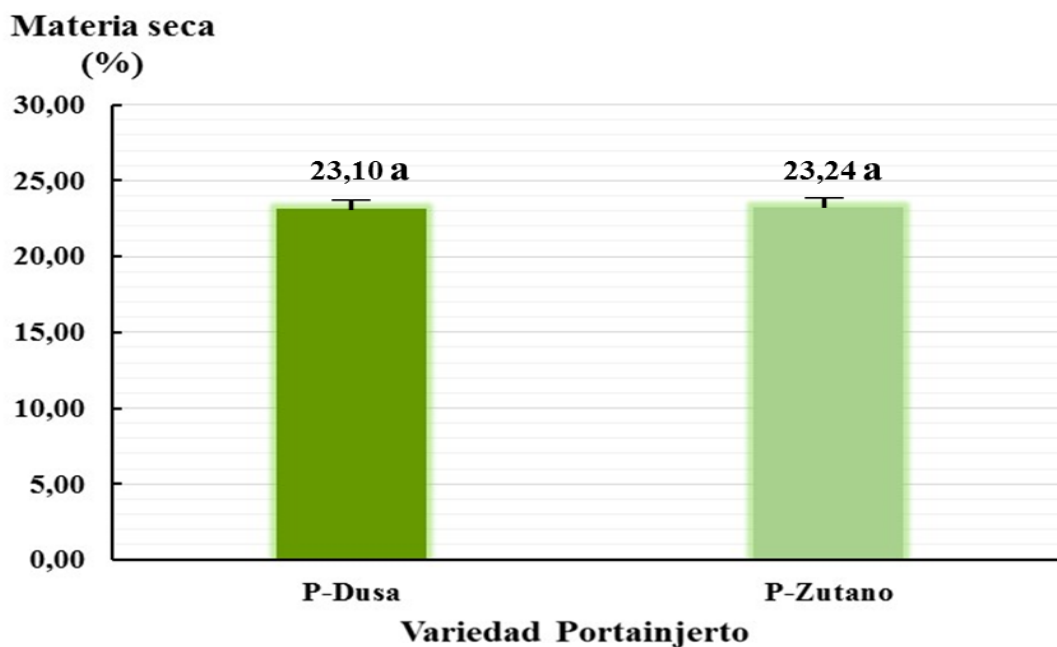


Figura 8. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

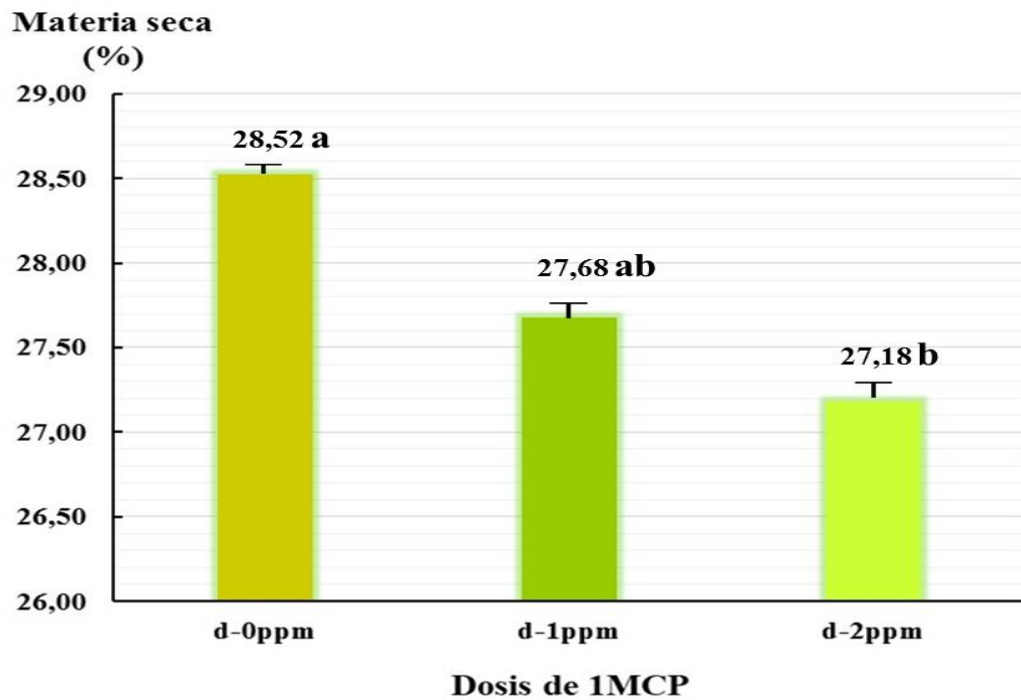


Figura 9. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$  ).

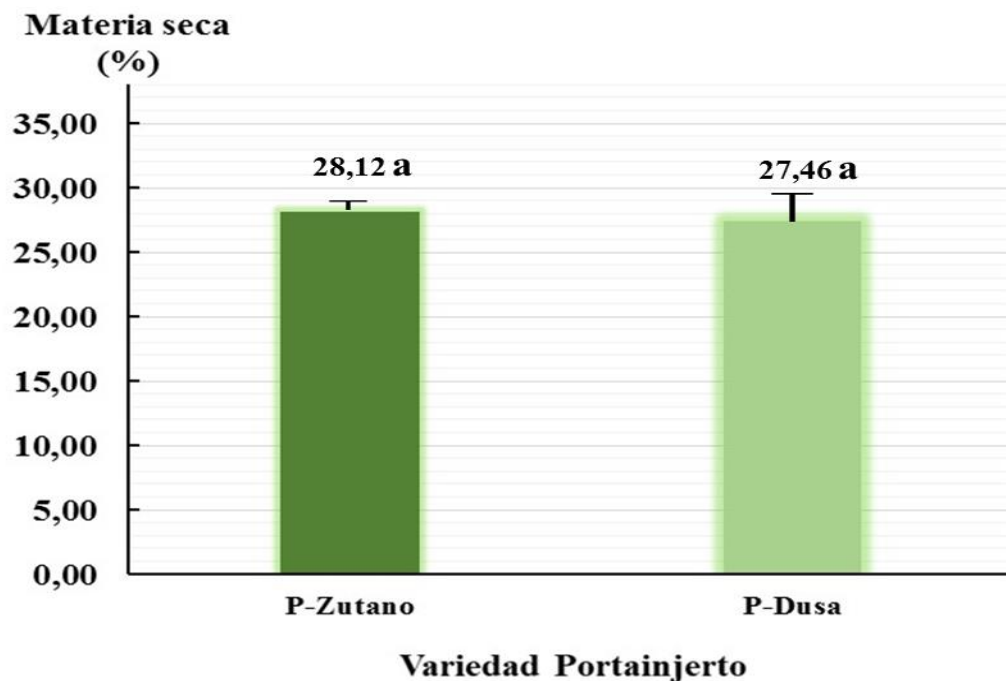


Figura 10. Porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

Los valores de materia seca (PMs) presentados por los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los distintos tratamientos en estudio indican que ni las dosis de 1 MCP ni los portainjertos considerados en el ensayo afectaron el PMs en estos frutos, confirmándose con ello que los factores exógenos propios del proceso de conservación en frío como son la temperatura y las condiciones de almacenamiento fueron las que principalmente habrían influido en la respuesta observada del PMs en los frutos de palto ‘Hass’ durante su almacenaje en frío, al afectar las funciones fisiológicas que impulsan los procesos de hidrólisis celular y acumulación de materia seca en la pulpa de los frutos de palto tales como la tasa respiratoria, la síntesis de etileno o la formación de enzimas degradativas de la pared celular (Kader, 2011; Osuna et al., 2005; Zofolli et al., 2003). Sin embargo, esta situación cambió notoriamente una vez expuesto los frutos a condiciones de maduración post-almacenaje, observados a los 9 días después de concluida su conservación en frío. En este caso el contenido de materia seca fue mayor en los frutos de ‘Hass’ que no fueron tratados con 1 MCP en contraposición con los frutos tratados con 1 MCP confirmando la acción que ejerce este compuesto al dilatar o retrasar el proceso de maduración de los frutos de palto ‘Hass’ una vez retirados del almacenaje en frío y ser colocados en condiciones de anaquel para su maduración (Herrera et al., 2013) y reafirma lo mencionado en distintas investigaciones en las cuales se pudo comprobar que la aplicación del 1 MCP retrasa el proceso de maduración de los frutos de palto durante su fase de maduración (Amin et al., 2016; Hershkovitz et al., 2005; Kluge et al., 2002; Ochoa et al., 2007, Olivares et al., 2022). La menor acumulación de materia seca por efecto de la acción del 1 MCP estaría relacionada con la acción que este compuesto ejerce sobre los frutos al retrasar el ingreso a climatérico o bloqueando la formación de etileno (Balaguera-López et al., 2014; Blankenship y Dole, 2003; Jeong et al., 2002) afectando la transcripción de genes específicos que participan en la síntesis de esta hormona tales como *PaERS1*, *PamACS1* o *PamACO* (Balaguera-López et al., 2014; Olivares et al. 2022). Ello a su vez influiría en una menor tasa de transpiración y una menor pérdida de peso a nivel de pulpa (Blankenship y Dole, 2003; Herrera et. al 2013) generando el retraso en la acumulación de materia seca de los frutos de palto ‘Hass’.



### **4.3 Firmeza de la pulpa (Fp).**

#### **4.3.1 Al término del almacenaje en frío (40 días).**

El análisis estadístico correspondiente a la firmeza de la pulpa en los frutos de palto cv. Hass, evaluados al término del periodo del almacenaje en frío (Anexo 15.); presentó solo diferencias estadísticas por efecto de las dosis de 1 MCP usadas, no observándose diferencias estadísticas por efecto de los portainjerto, ni por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos.

El análisis de comparación de medias de Tukey, respecto de la firmeza de la pulpa en los frutos de 'Hass'; en relación con las dosis de 1 MCP una vez culminado el periodo de almacenaje en frío (Anexo 16), reportó diferencias estadísticas para las distintas dosis de 1-MCP usadas, de tal forma que los frutos de palto 'Hass' que no fueron tratados con 1 MCP presentaron una menor firmeza (77.27 N) en comparación con la mayor firmeza registrada por los frutos tratados con 1 ppm de 1 MCP ( 88.97 N) y con 2 ppm de 1 MCP (89.73 N) los cuales a su vez no presentaron diferencias estadísticas entre sí (Figura 11).

Por otro lado, al realizar la comparación de medias de Tukey, de la firmeza de los frutos de 'Hass' por efecto de los portainjertos considerados en el ensayo (Anexo 17). Se presentaron valores de firmeza estadísticamente similares entre los frutos de 'Hass' cosechados de árboles con portainjerto Dusa (86.06 N de firmeza en promedio) y los frutos de 'Hass' tomados de árboles con el portainjerto Zutano (84.58 N de firmeza en promedio) (Figura 12).

#### **4.3.2 A los 9 días posteriores al término del almacenaje en frío.**

Al efectuarse el análisis estadístico correspondiente a los datos de firmeza en los frutos de palto cv. Hass, 9 días después de culminado su almacenaje en frío (Anexo 18); solo se hallaron diferencias significativas por efecto de las dosis de 1 MCP no presentándose

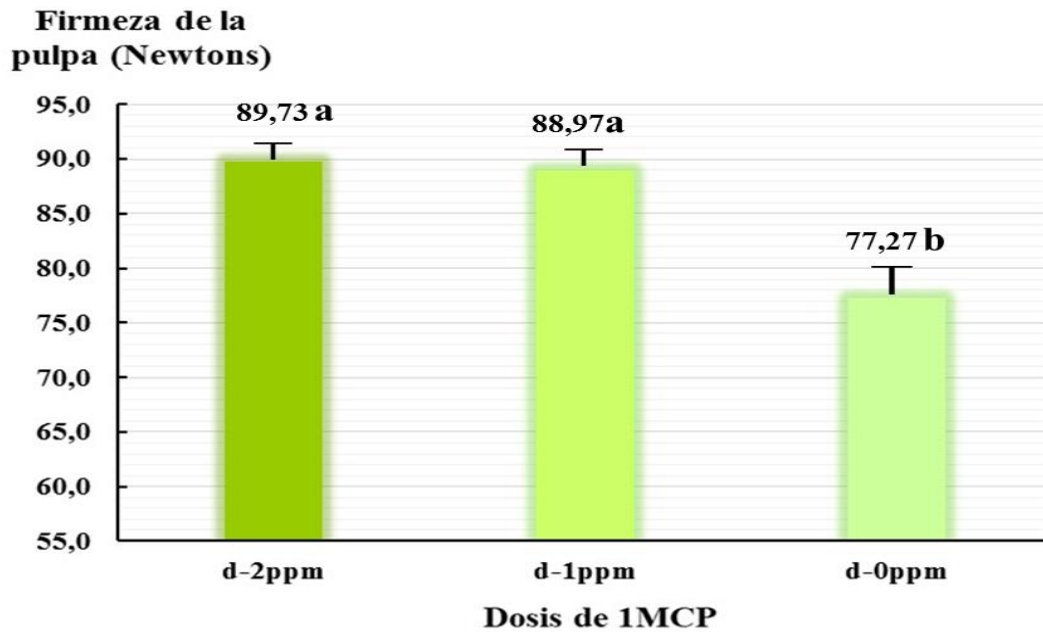


Figura 11. Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

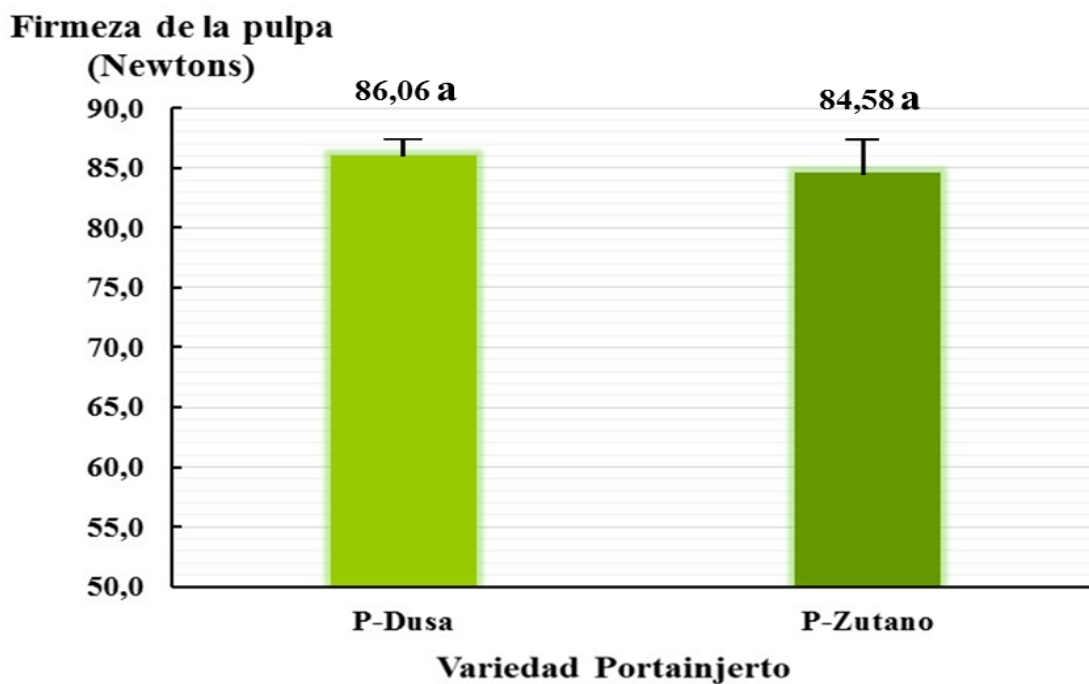


Figura 12. Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass a la salida del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

diferencias estadísticas en los frutos de ‘Hass’ por efecto del portainjerto ni por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos considerados el presente estudio.

La comparación de medias de Tukey, de la firmeza de los frutos de palto ‘Hass’ por efecto de las dosis de 1 MCP; 9 días después de concluido el periodo de almacenaje en frío (Anexo 19); presentó diferencias estadísticas entre los frutos que no fueron tratados con 1 MCP (13.59 N de valor de firmeza promedio) en comparación con la firmeza presentada en los frutos de ‘Hass’ tratados con 1 ppm de 1 MCP la cual fue estadísticamente mayor (18.72 N de valor de firmeza) siendo a su vez este valor superado significativamente por la firmeza de los frutos tratados con 2 ppm de 1 MCP (22.30 N de firmeza) (Figura 13).

Por otro lado, al realizar la comparación de medias de Tukey, de la firmeza de los frutos de ‘Hass’, a los 9 días después de haberse retirado del almacenaje en frío (Anexo 20). Se comprobó que los frutos cosechados de árboles con el portainjerto Dusa presentaron un valor de firmeza de 18.26 N en promedio, que no se diferenció estadísticamente de la firmeza presentada por los frutos de ‘Hass’ que fueron tomados de árboles con el portainjerto Zutano (18.15 N de firmeza en promedio) (Figura 14).

Los datos obtenidos respecto de la firmeza en los frutos de palto ‘Hass’ al término del almacenaje en frío corroboran la acción positiva que ejerció el 1 MCP, sin influencia de las variedades portainjerto consideradas en el estudio; al lograr retrasar el proceso de ablandamiento de la pulpa en comparación con los frutos que no fueron tratados con 1 MCP aspecto que también fue observado en otras investigaciones en las que se hizo uso del 1 MCP sobre frutos de palto cv. Hass y que fueron evaluados durante su fase de almacenaje en frío (Osuna et al., 2005; Zoffoli et al., 2003) y es coincidente con lo que Arias et al., (2005); también reportaron en frutos de las variedad antillana Donnie variedad que resulta siendo altamente percible en poscosecha. La respuesta observadas respecto de la variación en la firmeza de la pulpa de los frutos de ‘Hass’ estaría parcialmente relacionada a la acción que ejerce el 1 MCP sobre la síntesis de enzimas pectolíticas como son la poligalacturonasa o la celulasa e incluso sobre la pectinmetilesterasa sin que necesariamente esta influencia sea absoluta pues se observó que la actividad de las enzimas mencionadas continuó presentándose aunque en menor

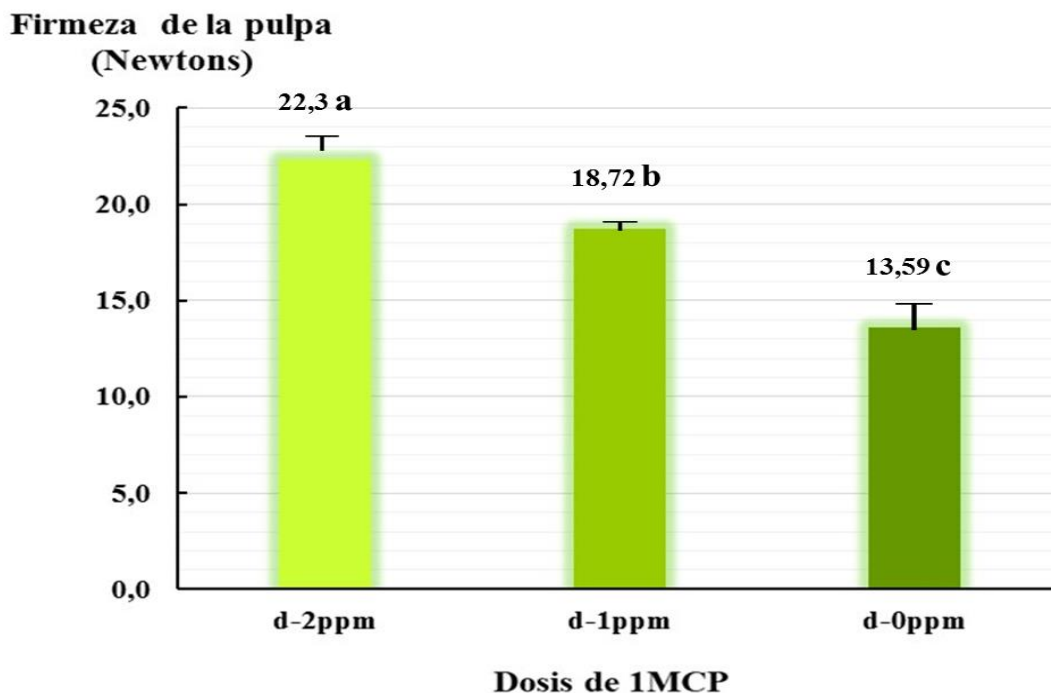


Figura 13. Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

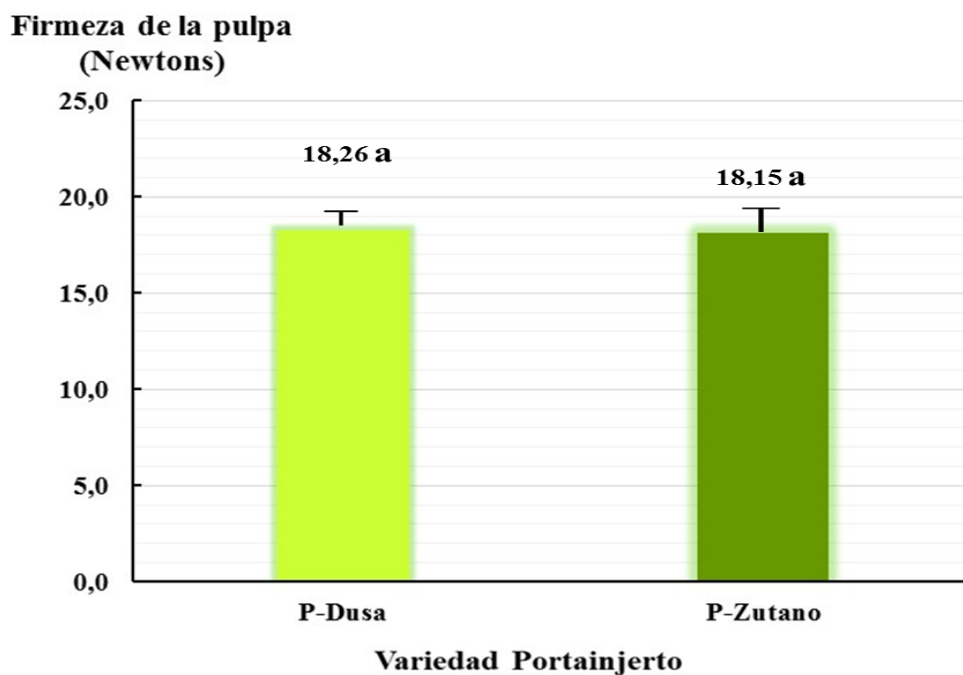


Figura 14. Firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

grado en los frutos de palto ‘Hass’ tratados con 1 MCP (Jeong et al., 2002; Jeong et al., 2003), mientras que en otros casos la aplicación del 1 MCP no afectó la actividad de las enzimas mencionadas sobre frutos del cv. Hass (Cabia y Vieites 2013), razón por la cual la principal condición para que el ablandamiento de la palta en almacenaje se vea dilatado por la acción del 1 MCP estaría relacionada más al bloqueo que ejerce este compuesto sobre la actividad de la 1-aminociclo propano 1-carboxilato sintasa (ACC-Sintasa) como también de la enzima 1-aminociclopropano 1-carboxilato oxidasa (ACC-Oxidasa) enzimas precursoras de la formación del etileno (Blankenship y Dole, 2003) generando con ello un retraso en el ablandamiento de la pulpa de la palta cv. Hass, confirmándose también que la variedad portainjerto no influyó en la respuesta de la firmeza de los frutos de ‘Hass’ tras 40 días de almacenaje en frío aspecto que fue también observado por Hernández et. al., 2023 al comparar el efecto de dos variedades portainjertos sobre la calidad de los frutos del cv. Hass almacenados en frío bajo atmósfera normal y atmósfera controlada por 30 y 55 días atribuyendo en este caso que la temperatura y las condiciones de conservación fueron las que determinaron el sostenimiento de la firmeza de los frutos y no la variedad portainjerto. La evaluación de la firmeza en los frutos de ‘Hass’ 9 días después de retirados del almacenaje en frío confirma aún más el efecto que ejerce el 1 MCP al atrasar el ablandamiento de pulpa en los frutos a los que se les aplicó este compuesto, observándose en este caso que la firmeza se mantuvo en relación directa con la dosis de 1 MCP utilizada siendo esta una respuesta con comportamiento parecido al observado en paltos del cv. Quintal por Kluge et al., (2002); quienes también hallaron una relación directa de la firmeza de los frutos en esta variedad conforme la dosis de 1 MCP fue mayor. En el caso del cv. Hass también se observó una mayor persistencia de la firmeza en los frutos tratados con 1 MCP una vez que estos fueron colocados en anaquel para su maduración y ablandamiento, tal como indican Hertog et al., (2008); mientras trabajaban en el desarrollo de un modelo que les permitiera estimar el ablandamiento de frutos de ‘Hass’ tratados previamente con 1 MCP. Ellos comprobaron que los frutos sometidos a maduración en anaquel, tras su salida del almacenaje en frío a 5 °C por 21 días; presentaron una acelerada pérdida de firmeza llegando a registrar valores de hasta 10N tras 9 días de maduración post-almacenaje, siendo esto más apreciable en los frutos que no recibieron 1 MCP. El rápido ablandamiento de los frutos de ‘Hass’ observado en el presente ensayo, 9 días después de haberse retirado del almacenaje en frío; confirmaría por un lado que la aplicación del 1 MCP estaría afectando la síntesis de enzimas pectolíticas (Jeong et al.,

2002; Jeong et al., 2003; Zhang et al., 2020). Sin embargo, es probable que el proceso de ablandamiento de los frutos del cv. Hass se relacione principalmente a la acción y síntesis acelerada de etileno, síntesis que se mantuvo inhibida en la medida que perduró la acción del 1 MCP en el fruto, la cual, tal como mencionan Olivares et al., (2022); llega a mantener su efecto en frutos de palto cv. Hass sometidos a almacenaje en frío por no más de 21 días. Sumándose a esto el hecho de que los frutos de palto tras salir de periodos prolongados de almacenaje en frío incrementan la síntesis de genes ligados a la formación de etileno (HersHKovitz et al., 2010) dentro de los se encuentran *PamACS1* o *PamACO* (Olivares et al., 2020), todo lo cual habría contribuido, tal como se observó en el presente trabajo de investigación; a que se genere un incremento acelerado de la síntesis de etileno, condicionando al rápido ablandamiento y caída de la firmeza en los frutos de ‘Hass’ en el momento que éstos son fueron retirados del almacenaje en frío.

#### **4.4 Color de la epidermis (CEp)**

##### **4.4.1 Evaluación de la Luminosidad (L\*)**

El análisis de estadístico respecto de los valores de luminosidad del color (L\*) de la epidermis en los frutos de ‘Hass’, evaluada al término del periodo del almacenaje en frío (Anexo 21); presentó diferencias significativas solo por efecto de los portainjertos consideradas para el presente estudio. No se presentaron diferencias estadísticas por efecto de las dosis de 1 MCP usadas, ni tampoco por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y variedades portainjertos.

Al realizar el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del valor de L\* en la epidermis de los frutos de ‘Hass’; en relación a las variedades portainjerto de los árboles de los cuales se tomaron los frutos, una vez concluido la etapa de almacenaje en frío (Anexo 22), se obtuvieron diferencias estadísticas, observándose que los frutos de ‘Hass’ tomados de árboles con el portainjerto Dusa mostraron en promedio un valor de L\* de 35.63 el cual se distanció estadísticamente del valor L\* presentado por los frutos de ‘Hass’ provenientes de árboles con el portainjerto Zutano el cual fue en promedio de 34.66 (Figura 15).

Así mismo el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del valor de  $L^*$  en los frutos de 'Hass' por efecto de las dosis de 1 MCP al concluir el periodo de almacenaje (Anexo 23) no presentó distancias estadísticas entre las dosis ensayadas observándose que los frutos que no fueron tratados con 1 MCP presentaron un valor de  $L^*$  de 35.67 el cual fue estadísticamente similar a los valores de  $L^*$  de los frutos tratados con 1 ppm de 1 MCP (34.48 de valor de  $L^*$  en promedio) y con 2 ppm de 1 MCP (35.30 de valor de  $L^*$  en promedio) (Figura 16).

#### **4.4.2 Evaluación de la Cromaticidad o Chroma ( $C^*$ )**

El análisis de variancia correspondiente a los valores de Chroma ( $C^*$ ) en los frutos de palto 'Hass' evaluado al término de su periodo de almacenamiento en frío (Anexo 24). Presentó diferencias muy significativas únicamente por efecto de las dosis de 1 MCP ensayadas. No generándose diferencias estadísticas por efecto de la variedad portainjerto ni por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y variedad portainjerto.

Al realizar el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del valor de  $C^*$  en los frutos de 'Hass' por efecto de las dosis de 1 MCP, al término del periodo de almacenaje en frío (Anexo 25); se obtuvieron diferencias estadísticas entre las distintas dosis de 1 MCP, de tal forma que los frutos de palto 'Hass' que no fueron tratados con 1 MCP presentaron el menor valor de  $C^*$  (19.27 en promedio) distanciándose estadísticamente de los valores de  $C^*$  presentados por los frutos que fueron tratados con la dosis de 1 ppm (22.09 de  $C^*$  en promedio) y 2 ppm de 1 MCP (21.98 de  $C^*$  en promedio) los cuales presentaron un mayor valor de  $C^*$  sin distanciarse estadísticamente entre si (Figura 17).

Por otro lado el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto de  $C^*$  no presentó diferencias estadísticas en los frutos de 'Hass'; cuando estos fueron evaluados al concluir el almacenaje en frío en relación con cualquiera de los portainjertos en estudio (Anexo 26). De tal forma que los frutos procedentes de árboles con portainjerto Dusa (20.87 de  $C^*$  en promedio) comparativamente se comportaron igual que los frutos de 'Hass' procedentes de árboles con portainjerto Zutano (21.35 de  $C^*$  en promedio). (Figura 18).

**Color de epidermis**  
**Luminosidad (L\*)**

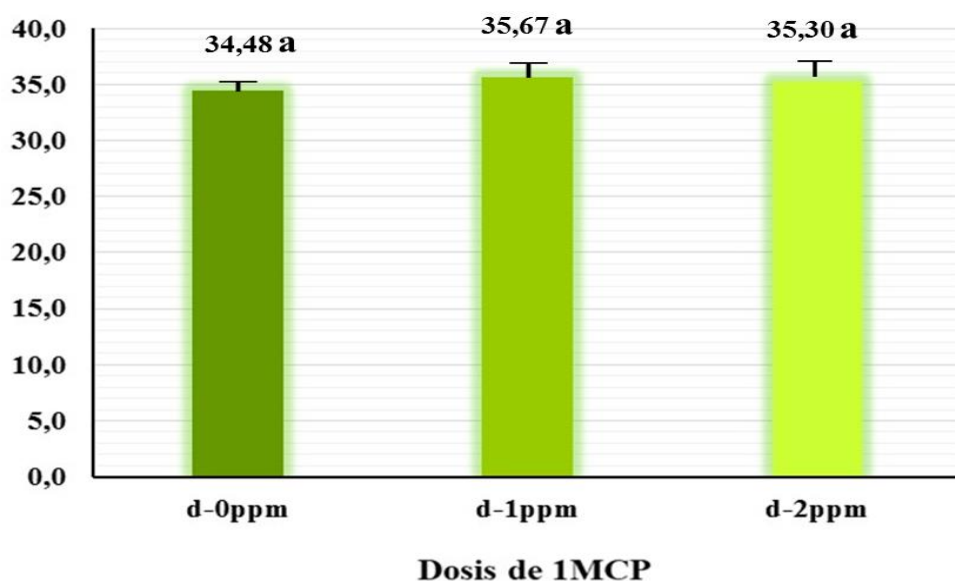


Figura 15. Luminosidad (L\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

**Color de epidermis**  
**Luminosidad (L\*)**

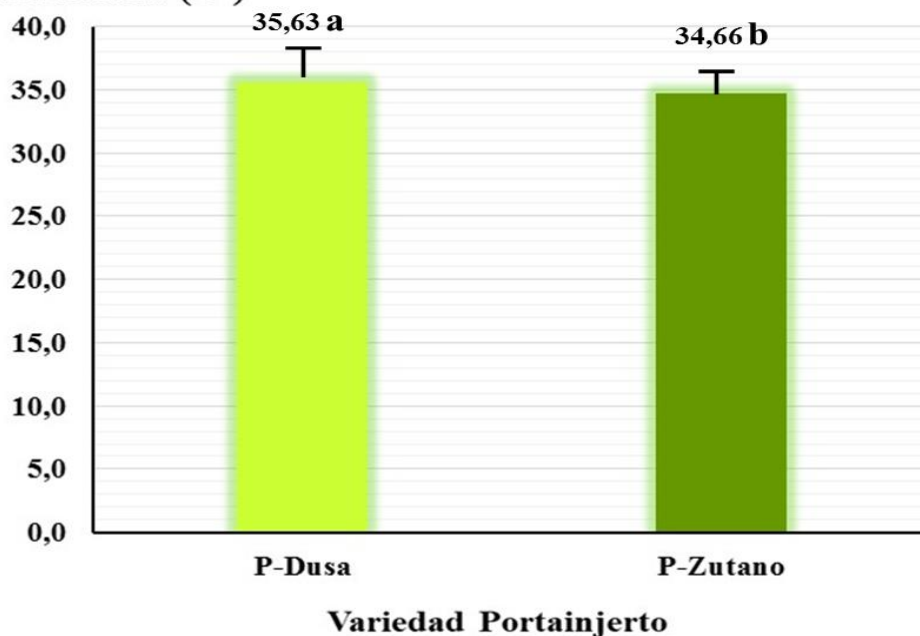


Figura 16. Luminosidad (L\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).



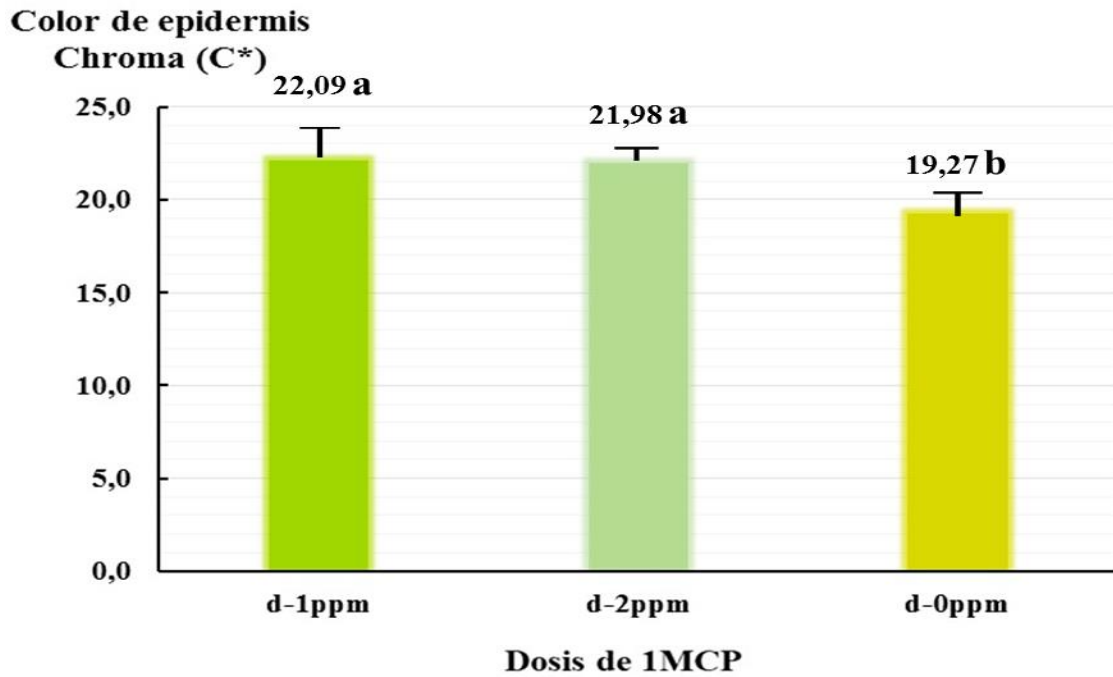


Figura 17. Chroma (C\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

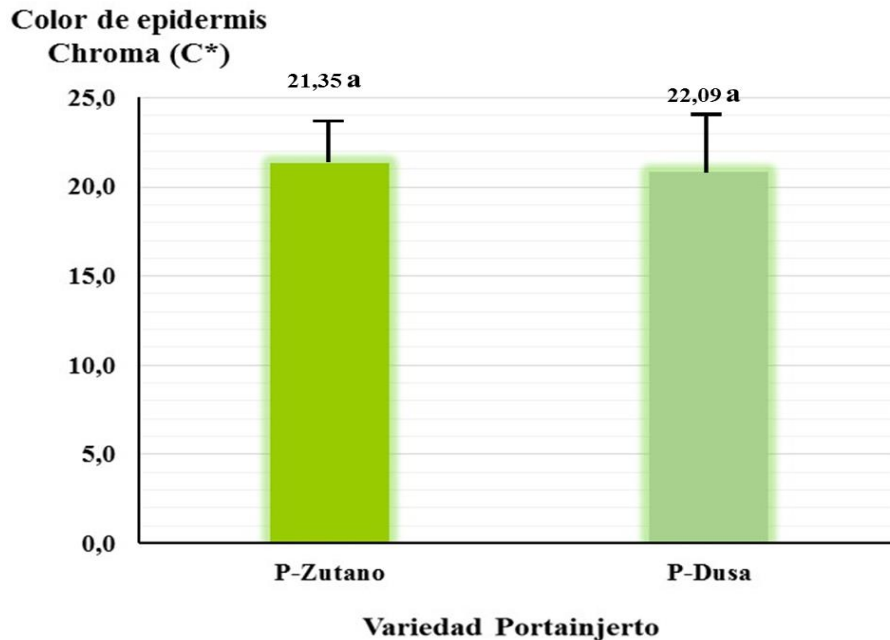


Figura 18. Chroma (C\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

#### **4.4.3 Evaluación del Matiz o Hue (h°)**

El análisis de estadístico correspondiente a los valores de Hue (h°) de los frutos de palto ‘Hass’ evaluados al término de su periodo de almacenamiento en frío (Anexo 27). Presentó diferencias significativas únicamente por efecto de las dosis de 1 MCP ensayadas. No generándose diferencias estadísticas por efecto de la variedad portainjerto ni por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y variedad de portainjerto usada.

Al realizar el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del valor de h° en los frutos de ‘Hass’ por efecto de las dosis de 1-MCP, al término del periodo de almacenaje en frío (Anexo 28); se obtuvieron diferencias estadísticas en las distintas dosis de 1 MCP usadas, observándose que los frutos de palto ‘Hass’ que no recibieron el 1 MCP presentaron un menor nivel de matiz (118.42° Hue en promedio) el cual fue ligeramente menor pero estadísticamente similar al reportado por los frutos de ‘Hass’ tratados con la dosis de 1 ppm de 1 MCP (119.53° Hue en promedio) y estadísticamente distinto a los valores de h° presentados por los frutos que fueron tratados con 2 ppm de 1 MCP (120.46° Hue en promedio), presentando a su vez estos frutos un h° ligeramente mayor pero estadísticamente similar a la presentada por los frutos tratados con la dosis de 1 ppm de 1 MCP (Figura 19).

Así mismo el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto de h° no presentó diferencias estadísticas en los frutos de ‘Hass’; cuando estos fueron evaluados al concluir el almacenaje en frío en relación con los portainjertos en estudio (Anexo 29.). De tal forma que los frutos procedentes de árboles con portainjerto Dusa (119.04 h° en promedio) se comportaron comparativamente igual a los frutos de ‘Hass’ procedentes de árboles con portainjerto Zutano (119.90 h° en promedio). (Figura 20).

Las diferencias observadas en los parámetros de color en principio respecto de L\* por efecto de los portainjertos; posiblemente se relacionen con las capacidad de asimilación de nutrientes entre el portainjerto Dusa y Zutano. Esta diferencia en la capacidad de asimilación de nutrientes de distintas variedades portainjertos sobre la ‘Hass’ ya ha sido

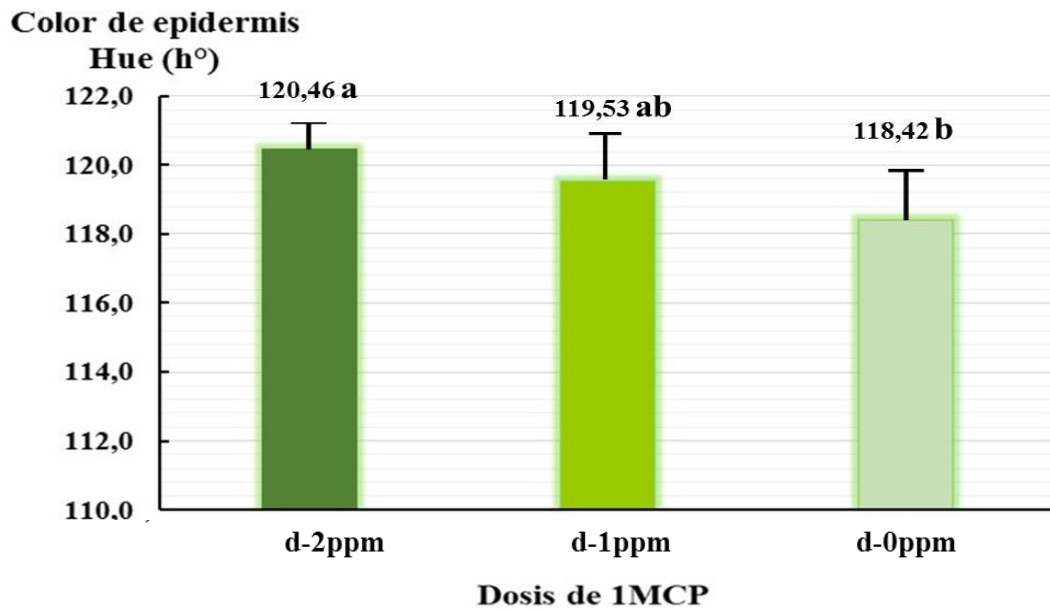


Figura 19. Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$  ).

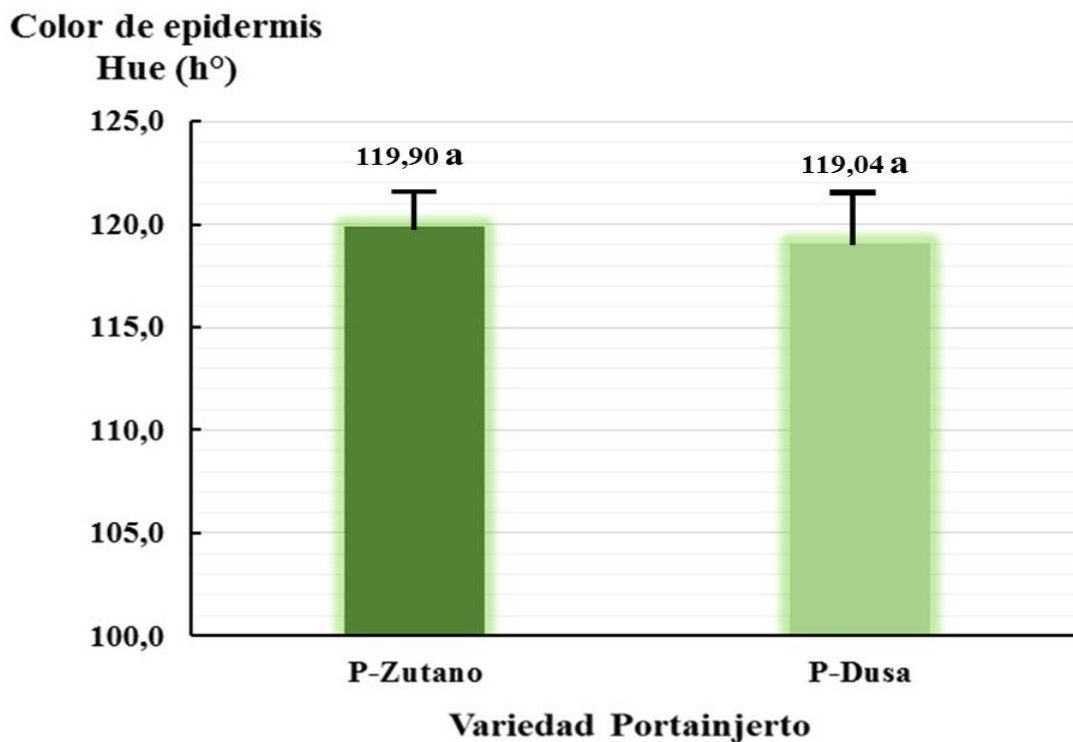


Figura 20. Hue (h°) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

observada por otros investigadores (Mickelbart et al., 2007; Salazar et al., 2016). Los cuales indican que estas diferencias en la capacidad de asimilación de nutrientes puede condicionar a respuestas diferenciadas en la composición nutricional y calidad de los frutos de la 'Hass'. (Coates et al., 2011; Hofman et al., 2005; Marques et al., 2003). Diversos trabajos de investigación corroboran la influencia que la variedad portainjerto ejerce sobre la calidad y color de epidermis en distintas especies frutales (Kullaj, 2018; Liu et al., 2023; Martínez et al., 2016; Rasool et. al., 2020). A esto se suma la posibilidad que las diferencias halladas en  $L^*$  serian también consecuencia del vigor y desarrollo foliar que los portainjertos generan sobre la copa del cv. 'Hass' (Rivera et al., 2017). Sobre el particular, Mickelbart et al., (2007); estudiando el efecto de distintas variedades portainjerto clonales observaron diferencias en el vigor y desarrollo de copa de la 'Hass'. Aspecto como señalan Hernández et al., (2023) que afectó el color de los frutos durante su evaluación en poscosecha. Es importante tener en cuenta que el vigor del portainjerto al influir sobre el desarrollo de la copa, determinará que los frutos estén más expuestos a la luz y temperatura que rodea al árbol, ocasionando las diferencias de color en los frutos (Woolf et al., 1999). Así mismo Hernández et al., (2023) observaron que dependiendo de la variedad portainjerto los cambios en el color de los frutos de 'Hass' se hicieron más notorios cuando los frutos permanecieron más de 30 días conservados en frío bajo atmósfera normal. Aspecto que se pudo observar en el presente ensayo, dado que el tiempo de almacenaje en frío fue de 40 días y donde los frutos de 'Hass' procedentes de árboles con portainjerto Zutano reportaron un  $L^*$  ligeramente menor, esto es más oscuro; que los frutos de 'Hass' cuyo portainjerto fue Dusa. Por otro lado, los valores de Chroma ( $C^*$ ) y Hue ( $h^\circ$ ) se modificaron solo para los frutos que no recibieron 1-MCP. La variaciones de  $C^*$  como de  $h^\circ$  por acción del 1 MCP también fueron observadas en frutos de palto de piel verde (Jeong et al., 2002) y coinciden con la tendencia en la disminución de  $h^\circ$  observada en los frutos de la 'Hass' que no recibieron 1 MCP en el presente ensayo, pero difieren respecto del comportamiento de  $C^*$  aspecto que en el caso de  $h^\circ$  y  $C^*$  se explican por el hecho que los frutos de 'Hass' a medida que maduran viran del color verde hacia colores más oscuros presentando una reducción en los valores cromáticos  $h^\circ$  y  $C^*$  (Giuggioli et al., 2021; Kluge et al., 2002; Leguía y Parodi , 2023). En este caso los frutos de Hass que fueron tratados con el 1 MCP, mostraron un menor viraje del color verde hacia el púrpura-negro (Figura 21) lo cual se confirma a través de valores más altos de  $C^*$  y  $h^\circ$  evidenciándose con ello la

acción positiva del 1 MCP en el retraso de la maduración y cambio de color de la ‘Hass’ durante su fase de almacenaje en frío (Osuna et al., 2005). Posteriormente se observó que los frutos de ‘Hass’, independientemente de los tratamientos considerados; llegan a virar completamente de color presentándose en todos los casos la pigmentación purpura negro típica de este cultivar, a los 9 días de retirados de su almacenaje en frío (Figura 22). Por lo observado se puede considerar que si bien el 1-MCP bloquea la síntesis de etileno dilatando su proceso de formación, esta condición cederá una vez que se disipe el efecto del 1 MCP activándose nuevamente la función de las proteínas receptores y los genes codificadores encargados de impulsar la síntesis de etileno, condición que incluso puede ser más acelerada e intensa en frutos climatéricos que fueron tratados con 1 MCP cuando este compuesto deja de actuar (Hershkovitz et. al 2010; Olivares et al., 2020).

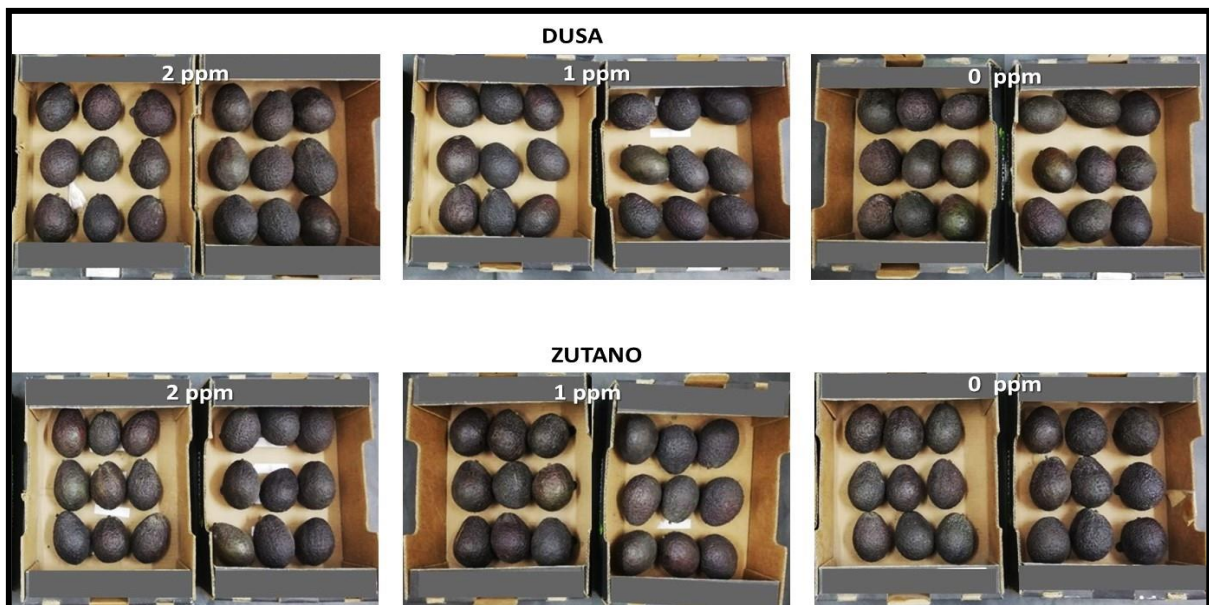
#### **4.5. Contenido total de clorofila de la epidermis (CTc)**

El análisis de variancia correspondiente al contenido total de clorofila (CTc) presente en la epidermis de los frutos de la ‘Hass’, evaluados solo al término del periodo del almacenaje en frío (Anexo 30); no generó diferencias estadísticas por efecto de las dosis de 1 MCP usadas, como tampoco por efecto de las variedades portainjerto usadas ni por efecto de la interacción dosis de 1 MCP y portainjertos.

El análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del CTc en los frutos de ‘Hass’; por efecto de las dosis de 1 MCP analizados al término del almacenaje en frío (Anexo 31), no reportó diferencias estadísticas entre las distintas dosis usadas de este compuesto de tal forma que los frutos que no recibieron 1 MCP cuyo contenido de CTc fue de 1.283 ug/gr en promedio de clorofila total se mostró estadísticamente similar a los valores de CTc que presentaron los frutos de palto ‘Hass’ tratados con 1 ppm de 1 MCP (1.285 ug/gr en promedio de clorofila total) y similar al CTc de los frutos tratados con 2 ppm de 1-MCP (1.296 ug/gr de clorofila total) los cuales a su vez reportaron un mayor contenido de clorofila que los frutos no tratados con 1 MCP pero sin diferir estadísticamente entre sí. (Figura 23). Así mismo la comparación de medias de Tukey, del CTc en los frutos de ‘Hass’ por efecto de los portainjertos considerados en el ensayo al término del periodo de almacenaje en frío (Anexo 32). No presentó diferencias estadísticas cuando se compararon



**Figura 21.** Aspecto externo y color de frutos de paltos cv. Hass al término de su almacenaje en frío por 40 días, previamente tratados con 0 ppm, 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP y recolectados de árboles con portainjertos Dusa y Zutano.



**Figura 22.** Aspecto externo y color de frutos de paltos cv. Hass madurados en anaquel a los 9 días de retirados de su almacenaje en frío, previamente tratados con 0 ppm, 1 ppm y 2 ppm de 1 MCP y recolectados de árboles con portainjertos Dusa y Zutano.

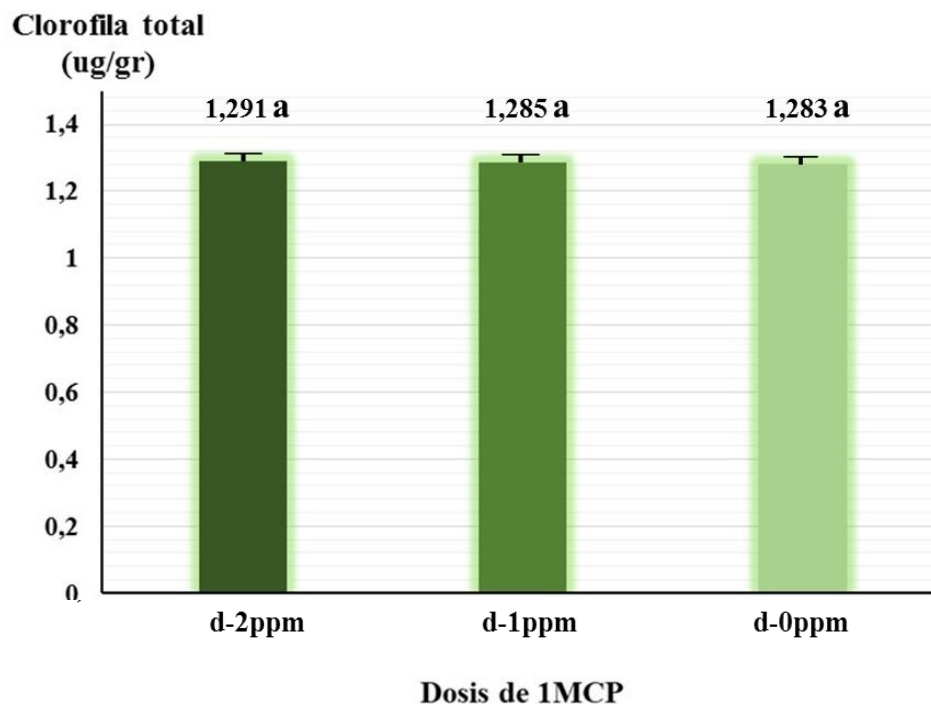


Figura 23. Contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

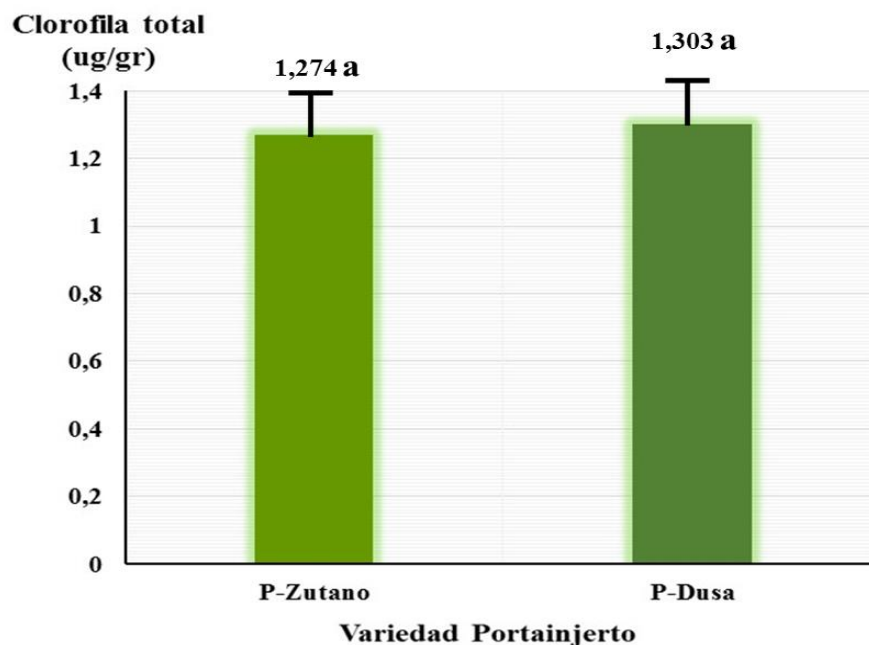


Figura 24. Contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

los frutos que fueron cosechados de árboles con el portainjerto Dusa (1.303 ug/gr en promedio de CTc) con los valores de CTc de los frutos de 'Hass' cosechados de árboles con el portainjerto Zutano (1.274 ug/gr en promedio de CTc) (Figura 24).

Si bien en el presente trabajo de investigación los frutos de 'Hass' no presentaron diferencias en el contenido total de clorofila en la epidermis (CTc) para cualquiera de los tratamientos estudiados. Si se pudo comprobar una ligera tendencia a presentar un mayor Ctc en los frutos conforme la dosis de 1 MCP fue mayor y por otro lado los frutos de 'Hass' provenientes de árboles con el portainjerto Dusa mostraron también un nivel ligeramente mayor de Ctc que los frutos provenientes de árboles con el portainjerto Zutano. En general si bien se ha comprobado que el 1 MCP dependiendo de la dosis y condiciones de madurez de los frutos, logra dilatar la degradación de la clorofila al afectar la síntesis de clorofilasa (Blankenship y Dole, 2003; Jeong et al., 2002; Watkins, 2006; Watkins, 2015). En el presente ensayo no se llegó a establecer estas diferencias.

#### **4.6 Porcentaje total de aceite de la pulpa (PTa).**

##### **4.6.1 Al término del almacenaje en frío (40 días).**

El análisis estadístico correspondiente al porcentaje total de aceite (PTa) en los frutos de palto cv. Hass, realizado al concluir el periodo del almacenaje en frío; no reportó diferencias estadísticas por efecto de las dosis de 1 MCP, ni por efecto de las variedades portainjerto como tampoco por efecto de la interacción dosis de 1-MCP y variedades portainjertos. (Anexo 33)

Así mismo el análisis de comparación de medias de Tukey, del porcentaje de aceite total en los frutos de 'Hass'; en relación con las dosis de 1 MCP al concluir el periodo de almacenaje en frío (Anexo 34), no presentó diferencias estadísticas cuando se compararon los datos presentados por los frutos que no fueron tratados con 1 MCP (12.31% de contenido de aceite) respecto de los tratados con 1 ppm de 1 MCP (11.96 % de contenido de aceite) y de aquellos que fueron tratados con 2 ppm de 1 MCP (12.33% de contenido de aceite) estos últimos tampoco presentaron diferencias estadísticas entre si (Figura 25).



De otro lado el análisis de comparación de medias de Tukey, del porcentaje total de aceite en los frutos de ‘Hass’ en relación con los portainjertos consideradas en el estudio (Anexo 35), tampoco presentó diferencias estadísticas entre los datos obtenidos de los frutos procedentes de árboles con portainjerto Dusa (12.18% de contenido de aceite) versus los presentados por los frutos que provinieron de árboles con portainjerto Zutano (12.22% de contenido de aceite) (Figura 26).

#### **4.6.2 A los 9 días posteriores al término del almacenaje en frío**

El análisis de variancia respecto del porcentaje total de aceite en los frutos de ‘Hass’, 9 días después de haberlos retirado del almacenaje en frío (Anexo 36.); reportó diferencias estadísticas muy significativas solo por efecto de las dosis de 1 MCP. No se presentaron diferencias estadísticas por efecto de los portainjertos considerados en el presente ensayo ni por efecto de la interacción entre las dosis de 1 MCP y los portainjertos en estudio.

La comparación de medias de Tukey, del porcentaje total de aceite en los frutos de palto ‘Hass’ por efecto de las dosis de 1 MCP; 9 días después de concluido el almacenaje en frío (Anexo 37); no generó diferencias estadísticas respecto de los valores porcentuales del total de aceite entre los frutos no tratados con 1 MCP (16.30% de aceite total en promedio) respecto de aquellos que fueron tratados con 1 ppm de 1 MCP (15.84% de aceite total en promedio), valores en este caso de porcentaje de aceite en pulpa; que fueron algo mayores y se distanciaron estadísticamente del porcentaje total de aceite que presentaron los frutos de ‘Hass’ tratados con 2 ppm de 1 MCP (15.15% de aceite total en promedio). (Figura 27).

Así mismo el análisis de comparación de medias de Tukey, respecto del porcentaje total de aceite en los frutos de ‘Hass’ por efecto de los portainjerto, 9 días después de haber retirado los frutos de ‘Hass’ del almacenaje en frío (Anexo 38.). No presentó diferencias estadísticas cuando se compararon los datos obtenidos de los frutos procedentes de árboles con portainjerto Dusa (15.63 % de contenido total de aceite en promedio) con los valores obtenidos de los frutos que provinieron de árboles con el portainjerto Zutano (15.90% de contenido total de aceite) (Figura 28).

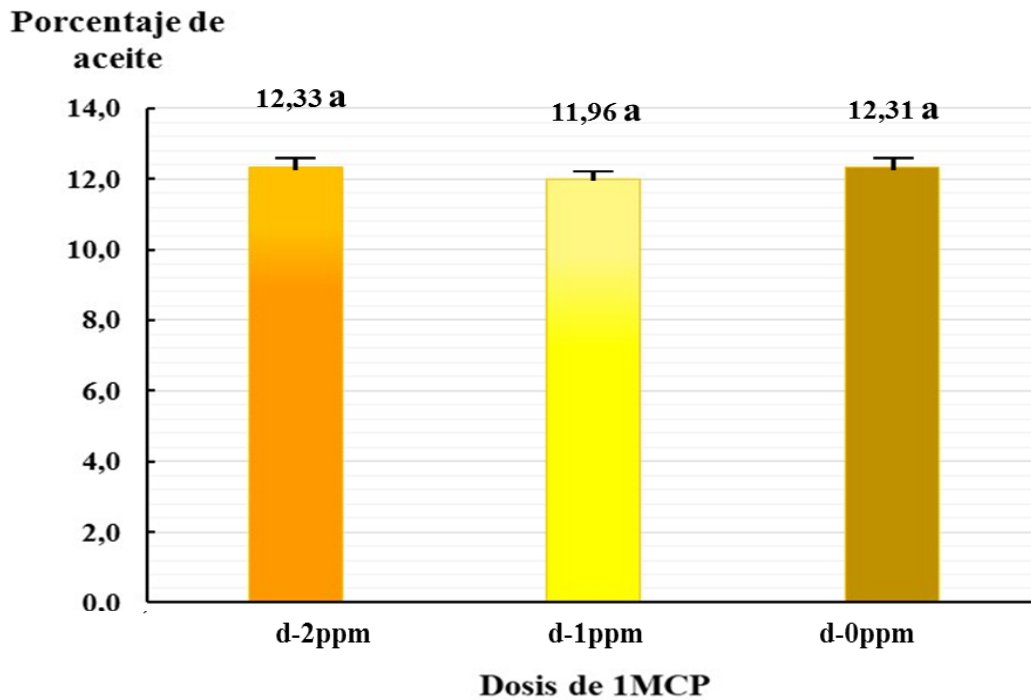


Figura 25. Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1-MCP. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

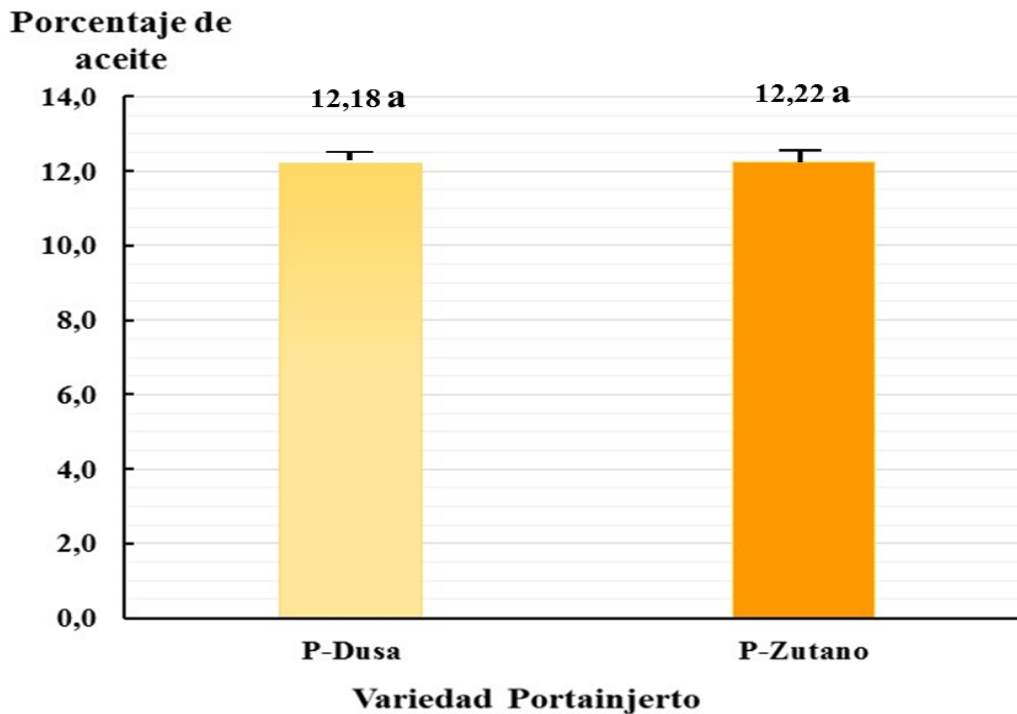


Figura 26. Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

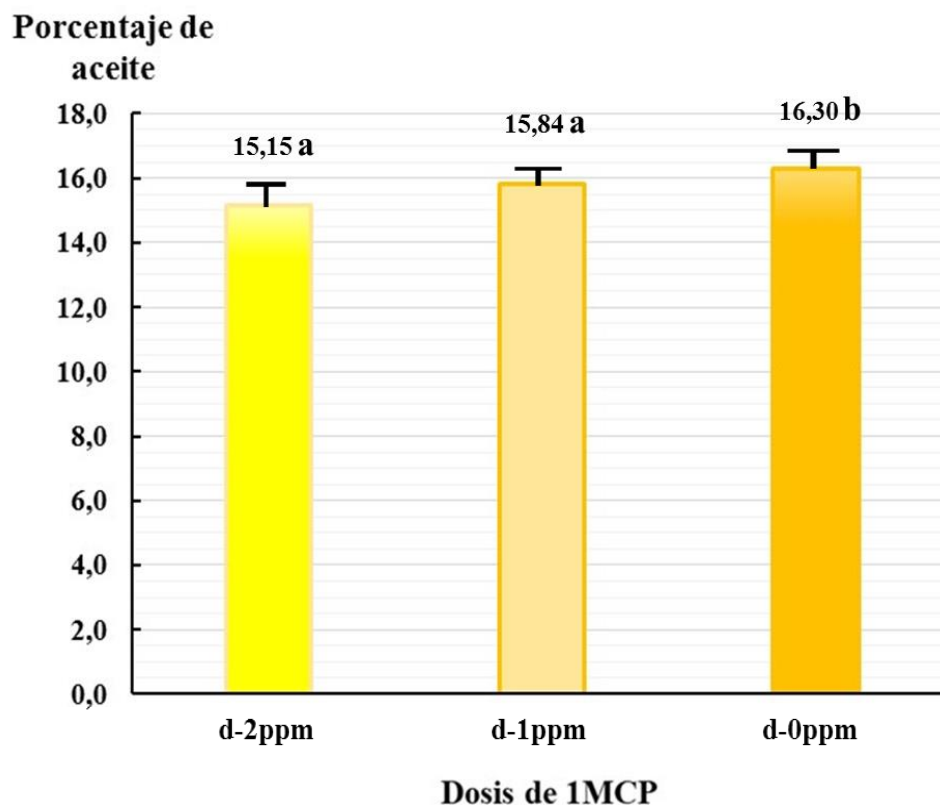


Figura 27. Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP. Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

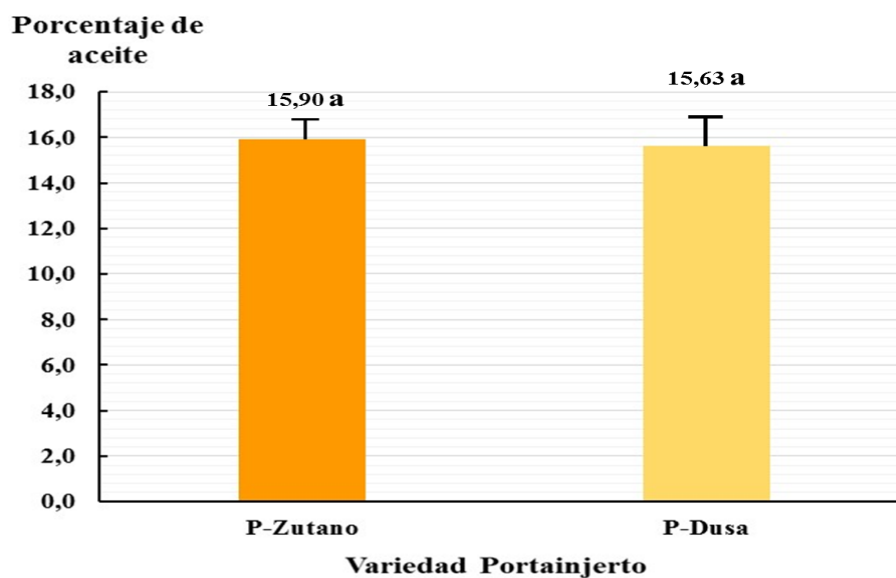


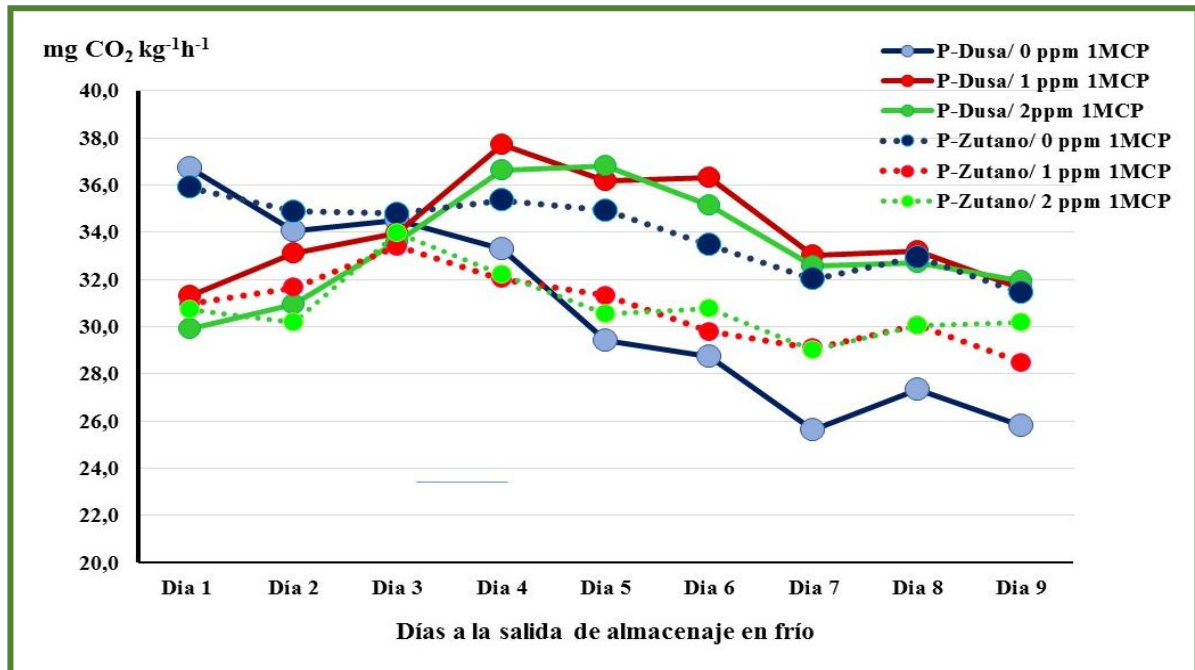
Figura 28. Porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos Dusa y Zutano. (Valores seguidos de la misma letra son estadísticamente similares  $\alpha \leq 0.05$ ).

Las respuestas observadas en la ‘Hass’ respecto del porcentaje total de aceite (PTa) tanto a la salida del almacenaje en frío como a los 9 días post-almacenaje en frío concuerdan con el comportamiento y respuestas que también se observó en la presente investigación respecto del porcentaje de materia seca de los frutos (PMs) corroborando en principio el alto grado de correlación que existe entre el PMs y el PTa (Leguía y Parodi, 2023; Parodi et al., 2007). En este caso el PTa no se vio tampoco influenciado por ninguno de los tratamientos mientras los frutos de ‘Hass’ estuvieron bajo almacenaje en frío lo cual indicaría que fueron las condiciones de almacenaje, principalmente la temperatura y el ambiente de conservación; las que incidieron sobre el nivel de acumulación de aceite en los frutos de Hass’. Sin embargo esta condición cambio cuando los frutos de este cultivar fueron retirados del almacenaje en frío y puestos a maduración en anaquel observándose que solo la dosis de 2.0 ppm de 1 MCP consiguió ralentizar la acumulación de PTa respuesta que coincide con las observaciones realizadas por otros investigadores respecto del efecto dilatador que el 1 MCP ejercer sobre la maduración en los frutos de ‘Hass’ una vez que estos son colocados en condiciones de maduración poscosecha (Blankenship y Dole, 2003; Jeong et al 2002; Jeong et al 2003; Osuna et al., 2005)

#### **4.7 Comportamiento respiratorio de los frutos.**

La evaluación del comportamiento respiratorio de los frutos del cv. Hass después de retirados del almacenaje en frío mostró a lo largo de los 9 días de evaluación (Figura 29), una tendencia al descenso de la actividad respiratorio para cualquiera de los tratamientos en estudio. Así mismo se observó que los frutos que no recibieron el 1 MCP presentaron desde el primer día tasas respiratorias más elevadas que las mostradas por los frutos que si fueron tratados con 1.MCP. No se apreció en general influencia del portainjerto sobre el comportamiento de la tasa respiratoria salvo en el caso de los frutos que no recibieron 1 MCP y que provenían de árboles cuyo portainjerto era Dusa los cuales a la salida del almacenaje en frío evidenciaron una precipitada caída de la tasa respiratoria. Así mismo se observó que los frutos de ‘Hass’ tratados con 1 MCP, indistintamente de la dosis y portainjerto, tras ser retirados del almacenaje en frío; iniciaron con tasas de respiración más bajas que las presentadas por los frutos que no recibieron 1 MCP para luego en los siguientes días mostrar un leve ascenso en la respiración las cuales fueron máximas al cuarto día para los frutos que provinieron de árboles cuyo portainjerto era Zutano y entre el

cuarto al quinto día para frutos que provinieron de árboles con portainjerto Dusa posteriormente los valores de respiración de los frutos descendieron hasta el noveno día. En general las tasas de respiración de los frutos de ‘Hass’ en los nueve días de evaluación post-almacenaje en frío, independientemente del tratamiento fluctuaron desde los 25 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> hasta casi los 38 mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>. El comportamiento de las tasas respiratorias observadas en los frutos de la ‘Hass’ tras haber sido retirados de un prolongado almacenaje en frío es coincidente con lo mencionada por diferentes investigadores (Blankenship y Dole 2003; Hershkovitz et. al 2010; Olivares et al., 2020; Osuna et al., 2005). Quienes indican que la acelerada maduración, así como la rápida caída de las tasas respiratorias en los frutos de ‘Hass’, tras su salida de un prolongado almacenaje en frío, estaría relacionada con el acelerado estímulo de la síntesis de etileno en los frutos de palta ‘Hass’ que son sobreexposados a bajas temperaturas (Hershkovitz et. al., 2010) siendo esta condición también observada por Olivares et al., 2020; en frutos de ‘Hass’ almacenados en frío por más de 30 días. A ello se suma la persistencia del 1 MCP para dilatar la cascada de transducción de síntesis de etileno condición que se mantiene en la medida que esta molécula todavía se encuentre activa en el tejido y células de los frutos de ‘Hass’ aspecto que aparentemente, dependiendo de la dosis de 1 MCP ensayadas como de las condiciones de almacenaje planteadas en el presente ensayo; determinaría que los frutos de este cultivar lleguen a dilatar su completa maduración total en unos 4 o 5 días más tras ser retirados de un almacenaje en frío de 40 días, condición parecida a la observada por Olivares et al; 2020 cuando evaluaron frutos de ‘Hass’ tratados con 1 MCP y almacenados en frío por periodos mayores a 30 días.



**Figura 29.** Comportamiento de las tasas respiratorias en frutos de ‘Hass’ tratados con distintas dosis de 1 MCP evaluadas durante 9 días tras su salida del almacenaje en frío en relación con los portainjertos Dusa y Zutano.

## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir lo siguiente;

5.1 Los frutos de 'Hass' mostraron respecto de la pérdida porcentual de peso, al término del periodo de almacenaje en frío por 40 días; interacción entre las dosis de 1 MCP ensayadas versus el cultivar portainjerto de los árboles de los cuales se tomaron los frutos.

5.2 Al término de los 40 días de almacenaje en frío la mayor pérdida de peso se presentó solamente en los frutos del cv. Hass que no recibieron dosificación del 1 MCP siendo esta pérdida de peso apreciable en los frutos del cv. Hass que procedieron de árboles cuyo portainjerto era Zutano.

5.3 Los frutos de palto cv. Hass a los 9 días después de retirados del almacenaje en frío incrementaron la pérdida porcentual del peso siendo esto más notorio en aquellos frutos que no recibieron dosificación de 1 MCP y que procedían de árboles cuyo portainjerto era Zutano.

5.4 El porcentaje de materia seca, firmeza de la pulpa, así como el contenido total de clorofila de la epidermis y el porcentaje de aceite de la pulpa al concluirse los 40 días de almacenaje en frío de los frutos del cv. Hass no se vieron influenciados por ninguna de las dosis de 1 MCP usadas ni tampoco por efecto de los portainjertos de los árboles de los cuales se tomaron los frutos.

5.5 Los frutos del cv. Hass, evaluados 9 días después de retirados del almacenaje en frío; presentaron una menor firmeza de pulpa y un mayor porcentaje de materia seca y porcentaje aceite únicamente cuando no fueron dosificados con el 1 MCP. Estos parámetros no se vieron influenciados por el portainjerto de los árboles de los cuales se tomaron los frutos.

5.6 El color de la epidermis respecto de la luminosidad  $L^*$ , evaluada en los frutos del cv. Hass al concluir los 40 días de su almacenaje en frío fue mayor en aquellos procedentes de árboles cuyo portainjerto fue Dusa. Ninguna de las dosis de 1 MCP influyó sobre este componente del color de los frutos.

5.7 Los frutos del cv. Hass evaluados al concluir los 40 días de almacenaje en frío en relación con los componentes del color de la epidermis Chroma  $C^*$  y Hue  $h^\circ$  presentaron un menor valor solo en aquellos que no recibieron ninguna dosis de 1 MCP. Estos componentes del color no se vieron influenciados por el portainjerto de los árboles de los cuales se tomaron los frutos.

5.8 En el caso del parámetro de color Hue  $h^\circ$  la dosis de 2 ppm de 1 MCP es la que sostuvo los mejores valores de este componente en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.

5.9 En general se evidenció que la procedencia de los frutos del cv. Hass en relación con los portainjertos Dusa y Zutano usados en los árboles que proporcionan la fruta de este cultivar generó diferencias en el comportamiento de la pérdida de peso y manifestación del color externo tras 40 días de conservación en frío.

5.10 Se pudo establecer que los frutos de palto cv. Hass no tratados con 1 MCP y evaluados 9 días después de retirados del almacenaje; mostraron la mayor pérdida de peso, el mayor porcentaje de materia seca, una reducción de la firmeza de pulpa y un mayor contenido porcentual de aceite. Siendo esta respuesta inversa en relación con el incremento de las dosis de 1 MCP usadas.

5.11 La tasa respiratoria de los frutos de palto del cv. Hass evaluada durante 9 días tras ser retirados del almacenaje en frío, se vio influenciada por las dosis de 1 MCP, y donde los frutos tratados con 1MCP iniciaron con tasas respiratorias más bajas que los frutos no tratados, mostrando ascensos en la respiración hasta el cuarto y quinto día post-almacenaje para luego descender hasta el noveno día. Los portainjertos no influyeron en la tasa respiratoria.



## **VI. RECOMENDACIONES**

6.1 Considerar para futuros estudios el comportamiento en almacenaje en frío de frutos del cv. Hass previamente tratados con dosis más elevadas del 1 MCP.

6.2 Estudiar la acción de distintas dosis de 1 MCP aplicadas tras cosecha en la conservación de frutos procedentes de selecciones del tipo Hass tales como Carmen Hass, Maluma Hass, Lamb Hass, Gem Hass o Luna Hass, además de otras variedades de palto de interés.

6.3 Evaluar la influencia de otras variedades portainjerto obtenidas por propagación clonal sobre la calidad y capacidad de conservación en poscosecha en los frutos del cv. Hass o en selecciones del tipo ‘Hass’ o en otros cultivares de palto de interés comercial.

6.4 Estudiar distintas prácticas de manejo agronómico dentro de ellas las relacionadas con, el manejo del riego, la nutrición y el uso de fitoreguladores en combinación con distintas dosificaciones de 1 MCP y variedades portainjertos; sobre la calidad y capacidad de conservación de los frutos de palto cv. Hass.

6.5 Realizar ensayos orientados a estudiar si la combinación Dusa – ‘Hass’ o Zutano-‘Hass’ generan respuestas diferenciadas en la metabolómica de los frutos del cv. Hass durante su fase de conservación en poscosecha.

6.6 Realizar trabajos de investigación orientados a conocer si otros parámetros fisiológicos en los frutos del cv. Hass como son la tasa de emisión de etileno, la velocidad de síntesis de enzimas degradativas (pectin-metilesterasa o poligacturonasa) o la acumulación de pigmentos antocianinos se ven afectados por la variedad portainjerto en combinación con distintas dosis de 1 MCP.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abu-Bakr, A. and Abu-Goukh, A. (2013). 1-Methylcyclopropene (1-MCP) a Breakthrough to Delay Ripening and Extend Shelf-Life of Horticultural Crops. U. of K. J. Agric. Sci. 21(2), 170-196 <https://doi:10.53332/uofkjas.v21i2.1842>

Adkins, M. F., Hofman, P. J., Stubbings, B. A., Macnish, A. J. (2005). Manipulating avocado fruit ripening with 1-methylcyclopropene. Postharv. Biol. Technol. 35(1), 33–42. <http://doi:10.1016/j.postharvbio.2004.0>

Agencia Agraria de Noticias (2023). Producción mundial de palta alcanzó las 8.4 millones de toneladas, registrando un aumento anual de aproximadamente 7% entre el 2012 y 2022. Agraria.pe-Producción. <https://agraria.pe/noticias/produccion-mundial-de-palta-alcanzo-las-8-4-millones-de-tone-2683#:~:text=Seg%C3%BAn%20informaci%C3%B3n%20publicada%20por%20Rabobank,de%20la%20producci%C3%B3n%20mundial%2C%20destacando>

AgroPerú (2022).“Perú cuenta con 60,091 hectáreas de palta Hass”. Edición N° 27. Nov 2022. 27-30 p. <https://www.agroperu.pe/peru-cuenta-con-60091-hectareas-de-palta-hass/>

Agusti M, Martínez-Fuentes A and Mesejo C. (2002). Citrus fruit quality: physiological basis and techniques of improvement . Agrociencia. No 6: 1-16 p. [https://www.academia.edu/26959030/Citrus\\_Fruit\\_Quality\\_Physiological\\_Basis\\_and\\_Techniques\\_of\\_Improvement](https://www.academia.edu/26959030/Citrus_Fruit_Quality_Physiological_Basis_and_Techniques_of_Improvement)

Álvarez-Herrera, Javier Giovanni; Deaquiz, Yuli Alexandra; Herrera, Anibal O. (2016). Effect of different 1-methylcyclopropene doses on the postharvest period of pitahaya fruits (Selenicereus megalanthus Haw.) Rev. Fac. Nac. Agron.- Medellín. Vol. 69(2):7975-7983. <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179946654010.pdf>

- Amiri, M. E., Fallahi, E. and Safi-Songhorabad, M. (2014). Influence of rootstock on mineral uptake and scion growth of ‘golden delicious’ and royal gala’ apples. *J. Plant Nutr.* 37, 16–29. <https://doi:10.1080/01904167.2013.792838>
- Arias; J., Crane, J., Kohout, M., Huber, D., and Sargent, S., (2005). 1-Methylcyclopropene delays ripening of the perishable ‘Donnie’ avocado. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 118:383-384. <https://journals.flvc.org/fshs/article/download/86049/82965/0>
- Arpaia M.L (1994). Preharvest Factors Influencing Postharvest Quality of Tropical and Subtropical Fruit. *Hortscience*, Vol. 29(9): 982-985 <https://journals.ashs.org/downloadpdf/journals/hortsci/29/9/article-p982.pdf>
- Arpaia, ML; Boreham, D; Hofshi, R. (2001). Development of a new method for measuring minimum maturity of avocados. *California Avocado Society Yearbook* 85:153-178. <https://ucanr.edu/datastoreFiles/234-2677.pdf>
- Arpaia, M., Van Rooyen, Z., Bower, J. P., Hofman, P. J. and Woolf, A. B. (2004). Grower practices will influence postharvest fruit quality. En: 2º Seminario Internacional del Palto. 29 Septiembre 1 Octubre. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda , Quillota, Chile. 1- 9 p [https://www.avocadosource.com/journals/2\\_seminario/2\\_seminario\\_arpaia\\_pre\\_and\\_postharvest\\_quality\\_eng.pdf](https://www.avocadosource.com/journals/2_seminario/2_seminario_arpaia_pre_and_postharvest_quality_eng.pdf)
- Ashebre, K. M. (2015). Pre-Harvest and Post-Harvest Factors Affecting Citrus Fruit and Post-Harvest Treatments. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. Vol.5, No.23: 19-29 <https://core.ac.uk/reader/234661817>
- Asrey, R., Patel, V.B., Barman K., Pal, R.K. (2013). Pruning affects fruit yield and postharvest quality in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. *Fruits*. Vol 68(5) 367-380. <https://doi:10.1051/fruits/2013082>
- Balaguera-López, H.E., Salamanca G., F.A., García, J.C., Herrera A, A., (2014). Etileno y retardantes de la maduración en la poscosecha de productos agrícolas. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* . julio-diciembre. Vol. 8 (2): 302-313. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732014000200012&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732014000200012&script=sci_arttext&tlng=es)

Bekele, D. (2018). Review on Factors Affecting Postharvest Quality of Fruits. *J Plant Sci Res.* Vol.5(2): 180

[https://www.researchgate.net/publication/362715930\\_Review\\_on\\_Factors\\_Affecting\\_Post\\_harvest\\_Quality\\_of\\_Fruits\\_Review\\_Article](https://www.researchgate.net/publication/362715930_Review_on_Factors_Affecting_Post_harvest_Quality_of_Fruits_Review_Article)

Benkeblia, N. and Tennant, P. F. (2011). Preharvest and harvest factors influencing the postharvest quality of tropical and subtropical fruits. Preharvest and harvest factors influencing the postharvest quality of tropical and subtropical fruits, Editor(s): Elhadi M. Yahia, In Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, Woodhead Publishing, (2011): 112-142 p <https://doi.org/10.1533/9780857093622.112>.

Berry D. A., Sargent, A.S., Canto Pereira, M.E. and Huber, D.J. (2015). Postharvest Ripening and Quality of Guatemalan-West Indian Avocado Hybrids under Simulated Commercial Shipping Temperatures Following Treatment with Aqueous 1-Methylcyclopropene. *Hortechology.* 25(1): 85-89.

<https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.1.85>

Bill, M., Sivakumar, D., Thompson, A. K., & Korsten, L. (2014). Avocado Fruit Quality Management during the Postharvest Supply Chain. *Food Reviews International*, 30(3), 169–202. <https://doi.org/10.1080/87559129.2014.907304>

Blankenship, S. & Dole, J. (2003). 1-Methylcyclopropene: a review. *Postharv. Biol. Technol.* 28, 1-25. [https://10.1016/S0925-5214\(02\)00246-6](https://10.1016/S0925-5214(02)00246-6)

Bosquez, M.E., Pelayo, Z.C.; Yáñez, L. MdL. (2015). Estudios fisiológicos y tecnología poscosecha de frutas y hortalizas. 1era Ed-CBS. Edt.Universidad Autónoma Metropolitana-unidad Iztapalapa. 157p <http://publicacionescbs.izt.uam.mx/DOCS/estufis.pdf>

Canto Pereira, M.E., Sargent, S., Huber, D.J. (2015). Delayed and prolonged ethylene treatment alleviates firmness asynchrony enhanced by 1-methylcyclopropene exposure in Guatemalan-West Indian avocado. *Postharv. Biol. Technol.* 108 (2015) 54–60. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.05.009>

Canto Pereira, M.E., Sargent, S., Sims, C., Huber, D.J., Crane, Jonathan H. Brecht, J.K (2014). Ripening and sensory analysis of Guatemalan-West Indian hybrid avocado

following ethylene pretreatment and/or exposure to gaseous or aqueous 1-methylcyclopropene. *Postharv. Biol. Technol.* 92 (2014) 121–127. <https://doi:10.1016/j.postharvbio.2014.01.008>

Campostrini, E., Valdevino, P.C and Yamanishi, OK., (2010). Environmental factors causing physiological disorders in papaya plants. *Acta Hortic.* 851: 453 – 458 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.851.70>

Cao S, Zheng Y, Wang K, Rui H, Tang S. 2009. Effects of 1-methylcyclopropene on oxidative damage, phospholipases and chilling injury in loquat fruit. *89(13):2214–2220.* <https://doi:10.1002/jsfa.3710>

Cabia, N. C. e Vieties R.L., (2013). Alterações físicas do abacate Hass submetido à aplicação de 1-MCP. *Energ. Agric., Botucatu*, vol. 28, n.2, p.129-134 <http://10.17224/EnergAgric.2013v28n2p129-134>

Castro, V.; Iturrieta, E.; Fassio, O. (2009). Rootstock Effect on the Tolerance of Avocado Plants cv. Hass to NaCl stress. *Chil. J. Agric. Res.* 2009, 69, 316–324. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392009000300003>.

Celis, N., Suarez, D., Wu, L., Li, R., Arpaia, ML., and Mauk, P. (2018). Salt Tolerance and Growth of 13 Avocado Rootstocks Related Best to Chloride Uptake. *Hortscience* 53(12):1737–1745. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13198-18>

Cervantes, M. (2022). Perú espera ser primer exportador de palta en seis meses. En: Bloomberg-Linea. <https://www.bloomberglinea.com/2022/02/24/peru-espera-ser-primer-exportador-de-palta-en-seis-meses/>

Chaudhuri, P.; Baruah, K. (2010). Studies on Planting Density in Banana cv. ‘Jahaji’ (AAA). *Indian J. Hill Farming.* 23, 31–38. [http://www.kiran.nic.in/pdf/IJHF/vol23\\_2/7Studies\\_on\\_planting\\_density\\_in\\_Banana\\_cv.pdf](http://www.kiran.nic.in/pdf/IJHF/vol23_2/7Studies_on_planting_density_in_Banana_cv.pdf)

Coates, L. M., Dann, E.K., Shuey, L. S., Smith, L., Dean, J.R., Cooke, A.W., Pegg, K.G., Hofman, P., Marques, J. R., Stubbings, B.A. and Whiley, A.W. (2011). Effects of Rootstock on Avocado Fruit Quality – Assessment of Postharvest Disease, Major Cations

and Biochemical Traits. In: 7th World Avocado Congress 2011, September 2011, Cairns, QLD, Australia. 9p. [https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/5716/1/2919-coates\\_2011\\_biochem\\_avo\\_conference.pdf](https://era.daf.qld.gov.au/id/eprint/5716/1/2919-coates_2011_biochem_avo_conference.pdf)

Contreras C., Juan Pablo Zoffoli, José Antonio Alcalde y Marlene Ayala. (2008). Evolución del daño por insolación de manzanas ‘Granny Smith’ durante el almacenaje refrigerado. *Cien. Inv. Agr.* 35(2): 147-157 <https://www.scielo.cl/pdf/ciagr/v35n2/art04.pdf>

Crisosto, C.H. and Mitchell, J.P. (2011). Factores precosecha que afectan la calidad de frutas y hortalizas. Pp. 57-64. In: Kader, A. A.; Pelayo-Zaldivar, C. (ed). *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. Tercera edición. Universidad de California, USA

Daiuto, E.R.; Cabia, N. C.; Fumes, J.G.F.; Vieites, R. L.; Carvalho, L. R.; Garcia, M. R. (2012) Capacidade anti radical livre e qualidade pós-colheita de abacate ‘Hass’. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.14 , n.1, p.51-62, <https://www.scielo.br/j/rbf/a/gwRsw5QrGcJnwnQpNhsmvgp/>

Dann, E.K; Coates, L.M., Pegg, K.G., Dean, J.R., Cooke, A.W., Smith, L.A., Shuey, L., Whiley A.W., Hofman, P.J., Marques, R., and Stubbings, B. (2016). Rootstock selection, nitrogen and calcium influence postharvest disease in avocado. XXIX IHC – Proc. Int. Symposia on Postharvest Knowledge for the Future and Consumer and Sensory Driven Improvements to Fruits and Nuts (2016) Eds.: J.B. Golding et al. *Acta Hort.* (1120) 391-398. ISHS 2016. <http://doi:10.17660/ActaHortic.2016.1120.60>

Davenport, T. L.; Campbell, C. W. (1977), ‘Stylar-end breakdown in “Tahiti” lime; Agravaion effects of field heat and fruit maturity . *J .Amer. Soc. Hort. Sci.* 102 , 484 – 486 <https://doi.org/10.21273/JASHS.102.4.484>

Defilippi, B., Rivera; S. y Álvarez, E., (2020). Efecto de los factores de precosecha en la calidad postcosecha del cultivar Hass orientada a mercado de exportación. En: *Cultivo, poscosecha y procesado del aguacate*. Eds. Alicia Namesny, Claudia Conesa, Iñaki Hormaza y Gloria Lobo. Ediciones SPE3, s.l., Valencia-España. 319-337. [https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/cultivo\\_poscosecha\\_y\\_procesado\\_del\\_aguacate](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/cultivo_poscosecha_y_procesado_del_aguacate)

Di Rienzo, JA; Balzarina, M; Gonzalez, L; Casanoves, F; Tablada, M; Robledo, CW. (2020). InfoStat versión 2020e. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <https://www.infostat.com.ar/>

Everett, K:R.; Hallett, C.I; Rees-George, J.; Chynoweth, W.R; Pak, A.H. (2008). Avocado lenticel damage: The cause and the effect on fruit quality. *Postharvest Biol. Technol.* 48 (3): 383–390. <https://10.1016/j.postharvbio.2007.09.008>

Ferguson, I., Volz, R., Woolf, A. (1999). Preharvest factors affecting physiological disorders of fruit, *Postharvest Biology and Technology*, Vol 15: (3) 255-262, [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00089-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00089-1)

Gabor, BK., Guillemet, FB., Coffey, MD. (1990). Comparison of field resistance to *Phytophthora cinnamomi* in twelve avocado rootstocks. *HortScience* 25(12):1655–1656. [http://www.avocadosource.com/Journals/HortScience/HortSci\\_1990\\_25\\_12\\_PG\\_1655-1656.pdf](http://www.avocadosource.com/Journals/HortScience/HortSci_1990_25_12_PG_1655-1656.pdf)

GanaMas (2022). Perú es el segundo mayor productor y exportador de palta Hass a nivel mundial. *Economía-Redacción Digital*. <https://revistaganamas.com.pe/peru-es-el-segundo-mayor-productor-y-exportador-de-palta-hass-a-nivel-mundial/#:~:text=Econom%C3%ADa-.Per%C3%BA%20es%20el%20segundo%20mayor%20productor%20y,palta%20Hass%20a%20nivel%20mundial>

Giuggioli N.R, Gabriele Chiaberto, Thais Mendes da Silva, (2021). Quality Evaluation of the Ready-to-Eat Avocado cv. Hass. *International Journal of Food Science*, vol. 2021: 8 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/6621449>

Gonçalves, B., Moutinho-Pereira, J., Santos, A., Silva, A., Bacelar, E., Correia, C. and Rosa, E. (2005). Scion–rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry. *Tree Physiology Tree Physiol.* Jan;26(1):93-104. <https://doi.10.1093/treephys/26.1.93>.

Gregory , P.J., Atkinson, C.J., Bengough, A.G., Else, M.A., Fernandez–Fernandez, F., Harrison,R.J. Schmidt, S.(2013). Contributions of roots and rootstocks to sustainable, intensified crop production. *J. Exp. Bot.* 64, 1209–1222. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers385>

Guillen, A.F. (2009). 1-MCP como estrategia de conservación. *Horticultura Internacional*. 69: 18-24. [http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/18\\_25.pdf](http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extra09/18_25.pdf)

Henriquez, C.; Bertsch, F.; Ramirez, F.; Umana, G., (1999). Factores Químicos de suelo que afectan la calidad de los productos agrícolas. En *Memorias: XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, V Congreso Nacional de Entomología, IV Congreso Nacional de Fitopatología, III Congreso Nacional de Suelos, I Congreso Nacional de Extensión Agrícola y Forestal*. San José, C.R : EUNED, 1er Ed. Conferencia. 71. 83-91 p

Hernández, I.; Fuentealba, C., Olaeta, J.A., Lurie, S., Defilippi, BG., Campos-Vargas, R., and Pedreschi, R. (2016). Factors associated with postharvest ripening heterogeneity of ‘Hass’ avocados (*Persea americana* Mill). *Fruits*. Vol. 71(5): 259–268. <https://10.1051/fruits/2016016>

Hernández, I.; Molina, V., Fuentealba, C., Olaeta, J.A., Alvarado J.E., Defilippi, BG., and Pedreschi, R. (2023). Do Rootstocks Influence Global Fruit Quality, Postharvest Performance and Metabolite Profiles of *Persea americana* cv. Hass?. *Horticulturae*. 9(2), 184. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9020184>

Herrera G. J.A., Salazar, G. J., Gutiérrez, M.P. y González, D. I.J., (2013). El comportamiento poscosecha de frutos de aguacate ‘Hass’ es influenciado por el portainjerto. *Rev Mex.Ciencias Agric.* Vol. 4(1):19-32. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4n1/v4n1a2.pdf>

Herskovitz, V., Friedman, H., Goldschmidt, E.E., Feygenberg, O., Pesis, E. (2009). Induction of ethylene in avocado fruit in response to chilling stress on tree. *J Plant Physiol* 15;166(17):1855-62. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.05.012>.

Herskovitz, V., Friedman, H., Goldschmidt, E.E., Pesis, E. (2010). Ethylene regulation of avocado ripening differs between seeded and seedless fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 56(2) 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.12.012>

Herskovitz, V., Saguy, S.I., Pesis, E. (2005). Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biol. Technol.* 37 (3) 252–264. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.05.003>



Hertog, M.L.A.T.M., Ochoa-Ascencio, S., Nicolai, B.M. (2008). Modelling the effect of 1-MCP on avocado fruit. *Acta Hort.* 802, 409-414. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2008.802.54>

Hewett, E.W. (2006) 'An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products', *Int. J. Postharvest Technology and Innovation*, Vol. 1, No. 1, pp.4–15. <https://doi.org/10.1504/IJPTI.2006.009178>

Hofman, P. J., Mullen, C., Meyers, N., Edwards, D., Stubbings, B., (2005). The role of rootstocks and nutrition in the quality of 'Hass' avocado. Hofman, P.J.(Project-Leader). Final Report of Project Number: AV00013. Avocados Australia Ltd, Horticulture Australia Ltd, the Department of Primary Industries and Fisheries, and the Queensland University of Technology Published and distributed by Horticultural Australia Ltd. Level 1.50 Carrington Street Sydney NSW 2000 Industries and Fisheries. 66 p. <https://www.horticulture.com.au/globalassets/hort-innovation/historic-reports/the-role-of-rootstocks-and-nutrition-in-the-quality-of-hass-avocado-av00013.pdf>

Jacobo M.,Cristina (2021). Producción de plantas de palto (*Persea americana* Mill.) en vivero en Chilca-Lima y San Miguel-Ayacucho. Trabajo de Suficiencia Profesional. Facultad de Agronomía. UNALM. 55pp. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4890/jacobo-morales-cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Javed Tareen, M; Wang, X; Ali, I; Bibi, Y; Naveed Tareen M; Fiaz, S; Shahzad, R; Ahmed, W; Qayyum, A; (2022). Influence of Scion/Rootstock reciprocal effects on post-harvest and metabolomics regulation in stored peaches. *Saudi J Biol. Sci.* 29(1):427-435. <https://doi:10.1016/j.sjbs.2021.09.011>

Jeong, J., Huber, D.J., Sargent, S.A. (2002). Influence of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on ripening and cell-wall matrix polysaccharides of avocado (*Persea americana*) fruit. *Postharv. Biol. Technol.* 25 (3) 241–256. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00184-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00184-3)

Jeong, J., Huber, D.J., Sargent, S.A.(2003). Delay of avocado (*Persea americana*) fruit ripening by 1-methylcyclopropene and wax treatments. *Postharv. Biol. Technol.* 28 (2) 247-257. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(02\)00176-X](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(02)00176-X)

Kader, A.A (2008). Perspective flavor quality of fruits and vegetables. *J Sci Food Agric* 88:1863–1868. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3293>

Kader, A.A (2011). *Biología y Tecnología Postcosecha: Un Panorama*. Cap. 4. En: *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. 3era Ed., Ed Técnico Kader A.Adel. Coordinadora de Traducción Clara Pelayo-Zaldivar. Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha-División de Agricultura y Recursos Naturales. Series de Horticultura Postcosecha No. 24 Traducción de la Publicación 3311 de ANR. 579 pp.

Kader, A.A and Yahia, E.M. (2011). Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. Chapter 3. In: *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*. Volume 1: Fundamental issues. Edited by E. M. Yahia. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Cambridge-UK. 79-107

Kullaj, E. (2018). Rootstocks for Improved Postharvest Quality of Fruits: Recent Advances. *Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality*. Academic Press. Chapter 8: 189–207. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809807-3.00008-1>

Lado, J; Pintos, P; Luque, E; Moltini, A; Gambetta, G; Salvo, M; Arruabarrena, A. (2019). Aplicación de bajas temperaturas en la postcosecha de los frutos cítricos: factores involucrados en la tolerancia al daño por frío. En: *Resultados de Investigación en Postcosecha de Frutos Cítricos*. Jornada de Divulgación. Programa Nacional de Investigación En Producción Citrícola-INIA Salto Grande 29 de Noviembre de 2019. Serie de Actividades de Difusión N° 794, 2-11 <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/13917/1/SAD-794-Lado-J.-et-al..pdf>

Lazare, S.; Cohen, Y.; Goldshtein, E.; Yermiyahu, U.; Ben-Gal, A.; Dag, A.(2021). Rootstock-Dependent Response of Hass Avocado to Salt Stress. *Plants*: 10 (8) 1672. 1-17. <https://doi.org/10.3390/plants10081672>

Léchaudel M.; Joas J. (2007). An overview of preharvest factors influencing mango fruit growth, quality and postharvest behaviour. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4):287-298. <https://www.scielo.br/j/bjpp/a/qNVMBxq5XM5h6CgQyWWjtXN/?lang=en>

Leguía Vargas, S., & Parodi Macedo, G. J., (2023). Color variation in the apex of the avocado fruit (*Persea americana* Mill.) cv. 'Hass' as harvest index. *Peruvian Journal of Agronomy*, 7(2), 83-96. <https://doi.org/10.21704/pja.v7i2.2020>

Li , L., Shuai, L., Sun,J. Li C, Yi P, Zhou Z, He X, Ling D, Sheng J, Kong KW, Zheng F, Li J, Liu G, Xin M, Li Z, Tang Y. (2020). The Role of 1-Methylcyclopropene in the regulation of ethylene biosynthesis and ethylene receptor gene expression in *Mangifera indica* L. (Mango Fruit). *Food Sci Nutr*. 2020 Jan 20;8(2):1284-1294. <https://doi:10.1002/fsn3.1417>.

Litz, R., D.Efendi, D., S.H.T. Raharjo, S.H.T., Padilla, G. and P.A.Moon. (2007). Genetic Transformation of Avocado with S-adenosylmethionine Hydrolase (Samase) and Evaluation of Transformants After Three Years. En: *Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate)* 2007. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov. 10 pp <http://209.143.153.251/WAC6/en/Extenso/1c-24.pdf>

Liu Z, Zhu C, Sun J, Zhang Z, Zhao S, Shi W, Wang W, Zhao B. (2023). Influence of rootstock on endogenous hormones and color change in Cabernet Sauvignon grapes *Sci Rep*. 2023 Apr 24;13(1):6608. <https://doi:10.1038/s41598-023-33089-z>

Machado Francisca Ligia de Castro, Janaína de Paula da Costa, Adunias dos Santos Teixeira and José Maria Correia da Costa. (2015). The influence of rootstock and time of harvest on the fruit quality during storage of in two grapefruit cultivars. *Acta Scientiarum. Agronomy* July-Sept. Vol. 37, N° 3: 341-346. <https://www.redalyc.org/pdf/3030/303041016009.pdf>

Mago M. (2015). Efecto de la aplicación precosecha de calcio sobre la calidad de frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) 'Carmen F1'. Tesis. Univ. Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Comisión de Estudios de Postgrado. Postgrado en Agronomía. 66p. [http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/13236/1/T026800014358-0-final\\_defensa\\_MailynMago-000.pdf](http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/13236/1/T026800014358-0-final_defensa_MailynMago-000.pdf)

Malick Bill, Dharini Sivakumar, A. Keith Thompson & Lise Korsten (2014) Avocado Fruit Quality Management during the Postharvest Supply Chain, *Food Reviews International*, 30:3, 169-202. <http://doi.org/10.1080/87559129.2014.907304>

Maraví, D. (2021). Palta Hass consolida al Perú como el segundo productor y exportador a nivel mundial. PROMPERU-Boletines-Exportemos.pe. Dpto de inteligencia de Mercados. 02-May-2021. <https://boletines.exportemos.pe/1718/palta-hass-consolida-al-peru-como-el-segundo-productor-y-exportador-a-nivel-mundial>

Marques, J.R., Hofman, P.J., and Wearing, A.H. (2003). Rootstocks influence ‘Hass’ avocado fruit quality and fruit minerals. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 78 (5), 673–679 <http://dx.doi.org/10.1080/14620316.2003.11511683>.

Martínez, C. M., Primo C, A., Forner G, M.A. (2016). Influence of Rootstock on Citrus Tree Growth: Effects on Photosynthesis and Carbohydrate Distribution, Plant Size, Yield, Fruit Quality, and Dwarfing Genotypes . Rigobelo EC (ed.) *Plant Growth*. InTech. Chapter 8: 107-129 p. <http://dx.doi.org/10.5772/64825>

Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, 42(2), 57–66. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>

Mc Garvey, D.J.; Sirevåg, R.; Christoffersen, R.E. (1992). Ripening-Related Gene from Avocado Fruit: Ethylene-Inducible Expression of the MRNA and Polypeptide. *Plant Physiol.* 98(2):554–559. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1080225/pdf/plntphys00701-0154.pdf>

Menge, J.A., G.W. Douhan, B. McKee, E. Pond, G.S. Bender, and B. Faber. 2012. Three new avocado rootstock cultivars tolerant to Phytophthora root rot: ‘Zentmyer’, ‘Uzi’, and ‘Steddom’. *HortScience* 47:1191–1194. [https://www.avocadosource.com/Journals/HortScience/HortSci\\_2012\\_47\\_1191-1194.pdf](https://www.avocadosource.com/Journals/HortScience/HortSci_2012_47_1191-1194.pdf)

Mickelbart, M.V., Bender, G.S., Witney, G.W., Adams, C. and Arpaia, M.L. (2007). Effects of clonal rootstocks on ‘Hass’ avocado yield components, alternate bearing, and nutrition. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* (2007) 82 (3) 460–466 [https://www.avocadosource.com/journals/jhortscibiotech/JHortSciBioTech\\_2007\\_82\\_460-466.pdf](https://www.avocadosource.com/journals/jhortscibiotech/JHortSciBioTech_2007_82_460-466.pdf)

Monselise, S.P. and Goren, R. (1987). Preharvest growing conditions and postharvest behavior of subtropical and temperate-zone fruits. *HortScience*, Vol. 22(6):1185-1189 <https://journals.ashs.org/downloadpdf/journals/hortsci/22/6/article-p1185.pdf>

Nelson R. (2018). Avocado. Common Avocado Quality Defects. FruitTrop Magazine. N°259 (September /October 2018) 96-101. <https://www.fruitrop.com/en/Articles-by-subject/Quality-defects/2018/Common-Avocado-Quality-Defects>

Ochoa, S., Cifuentes, R., y Martínez, M. (2007). Efecto de la madurez de cosecha del aguacate (*Persea americana* Mill). cv. Hass) en la eficiencia del 1-metilciclopropeno. En resúmenes: VI Congreso Mundial de la Palta- 12-16 Noviembre -2007. Viña del Mar – Chile. Sesión 4a-162. 1p <http://www.avocadosource.com/WAC6/es/Resumen/4a-162.pdf>

Olivares, D., Alvarez, E., Veliz, D., García-Rojas, M., Díaz, C., Defilippi, B.G (2020). Effects of 1-Methylcyclopropene and Controlled Atmosphere on Ethylene Synthesis and Quality Attributes of Avocado cvs. Edranol and Fuerte. (Hindawi) Journal of Food Quality. Volume 2020, 14 p. <https://doi.org/10.1155/2020/5075218>

Olivares, D., García-Rojas, M., Ulloa, PA., Riveros, A., Pedreschi, R., Campos-Vargas R., Meneses, C., Defilippi, BG. (2022). Response Mechanisms of "Hass" Avocado to Sequential 1-methylcyclopropene Applications at Different Maturity Stages during Cold Storage. Plants (Basel).5;11(13):1781. <https://doi:10.3390/plants11131781>

Oosthuysen, S.A., (1998). Effect of environmental conditions at harvest on the incidence of lenticel damage in mango. Yearbook, South African Mango Growers' Association 18, 15–17

Ortolá Ortolá, MD. (2020). Determinación de la tasa respiratoria de frutas. Universidad Politécnica de Valencia-UPV. España. 8pp. <https://riunet.upv.es/handle/10251/145648>

Oster, J.D. and Arpaia, M.L. (1992). 'Hass' avocado response to salinity as influenced by colonial rootstocks. Proc. 2nd World Avocado Congr. 1:209–214. [http://www.avocadosource.com/WAC2/WAC2\\_p209.pdf](http://www.avocadosource.com/WAC2/WAC2_p209.pdf)

Osuna García, Jorge Alberto, Beltrán, J. A. y Vázquez Valdivia Víctor. (2005). Efecto del 1-metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento postcosecha del aguacate 'Hass'. Revista Fitotecnia Mexicana.28(1):1-8. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028101>

Owino, W. O., Nakano, R., Kubo, Y., & Inaba, A. (2002). Differential Regulation of Genes Encoding Ethylene Biosynthesis Enzymes and Ethylene Response Sensor Ortholog

during Ripening and in Response to Wounding in Avocados. J.Amer. Soc. Hort.I Sci. 127(4), 520-527. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.4.520>

Parodi, G., Chavarri, C. (2003): Efecto de diferentes niveles de riego sobre la calidad poscosecha y capacidad de conservación en frío de manzana cv. Delicious de Viscas. Proc. Interameric. Soc. Trop. Hort. 47:181-183. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20053207897>

Parodi, G. J., Sanchez, M., & Daga, W. (2007). Correlación del contenido de aceite, materia seca y humedad de pulpa como indicadores de cosecha en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass cultivada bajo condiciones de dos localidades en Chincha-Perú. In M. B. Castro, Mc. Arancibia, A. I. Bauzá, & J. A. Olaetea (Eds.) Proceedings VI World Avocado Congress. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <https://www.avocadosource.com/WAC6/es/Extenso/4a-174.pdf>

Pathirana, P., Sekozawa, Y., Sugaya, S., and Hiroshi Gemma (2011). Effect of combined application of 1-MCP and low oxygen treatments on alleviation of chilling injury and lipid oxidation stability of avocado (*Persea americana* Mill.) under low temperature storage. Fruits, 66: 3 (2011) 161-170. <https://doi.org/10.1051/fruits/2011023>

Penter, M.G. and Stassen, P. J. C. (2000). The effect of pre-and post-harvest calcium application on the post-harvest quality of Pinkerton avocados, South Africa Avocado Grower's Assoc. Yearbook., Vol. 23:1-7 [http://avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA\\_2000/SAAGA\\_2000\\_PG\\_001-007.pdf](http://avocadosource.com/Journals/SAAGA/SAAGA_2000/SAAGA_2000_PG_001-007.pdf)

Pesis, E., Ackerman, M., Ben-Arie, R., Feygenberg, O., Feng, X., Apelbaum, A., Gore R., Prusky, D. (2002). Ethylene involvement in chilling injury symptoms of avocado during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 24(2), 171–181. [http://doi:10.1016/s0925-5214\(01\)00134-x](http://doi:10.1016/s0925-5214(01)00134-x)

Quispe Quezada, U. R. (2021). Agronegocios y sus potencialidades productivas rumbo al bicentenario. Puriq, 3(3), 377–388. <https://doi.org/10.37073/puriq.3.3.201>

Rasool, A., Mansoor, S., Bhat, KM., Hassan, GI., Baba, TR., Alyemeni ,MN., Alsahli, AA., El-Serehy,HA., Paray, BA. and Ahmad,P. (2020). Mechanisms Underlying Graft

Union Formation and Rootstock Scion Interaction in Horticultural Plants. *Front. Plant Sci.* 11: 590847. 1-19 <https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.590847>

Ramjan, Md. and Ansari, M.T. (2018). Factors affecting of fruits, vegetables and its quality. *Journal of Medicinal Plants Studies* 2018; 6(6): 16-18 <https://www.plantsjournal.com/archives/2018/vol6issue6/PartA/6-5-15-686.pdf>

Red Agrícola (2020). “Vivero Los Viñedos apuesta por los portainjertos clonales de palto”. 12 Mayo de 2020. <https://redagricola.com/vivero-los-vinedos-apuesta-por-los-portainjertos-clonales-de-palto/>

Reid, M. (2011). El Etileno en la Tecnología Poscosecha. Cap. 16. En: *Tecnología Postcosecha de Cultivos Hortofrutícolas*. 3era Ed., Ed Técnico Kader A.Adel. Coordinadora de Traducción Clara Pelayo-Zaldivar. Universidad de California. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha-División de Agricultura y Recursos Naturales. Series de Horticultura Postcosecha No. 24 Traducción de la Publicación 3311 de ANR. 579 pp. <https://www.studocu.com/es/document/universidad-de-almeria/fitotecnia-general/capitulo-16-apuntes-16/16107888>

Rivera, S. A., Ferreyra, R., Robledo, P., Selles, G., Arpaia, M. L., Saavedra, J., & Defilippi, B. G. (2017). Identification of preharvest factors determining postharvest ripening behaviors in ‘Hass’ avocado under long term storage. *Scientia Horticulturae*, 216: (2017): 29-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2016.12.024>

Rokaya, P.R., Baral, D.R., Gautam, D.M., Shrestha, A.K. and Paudyal, K.P. (2016) Effect of Pre-Harvest Application of Gibberellic Acid on Fruit Quality and Shelf Life of Mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). *Amer. J. Plant Sci*, 7, 1033-1039. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2016.77098>

Rymbai, H; Srivastava, Manish; R.R. Sharma, S.K. Singh. (2012). Lenticels on mango fruit: Origin, development, discoloration and prevention of their discoloration. *Scientia Horticulturae*. 135 (2012) 164–170. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.11.018>

Salazar, G.S., Medina-Torres, R., Ibarra-Estrada, M.E., & González-Valdivia, J. (2016). Influence of clonal rootstocks on leaf nutrient concentrations in ‘Hass’ a vocado grown



without irrigation. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(3), 161-175. <http://10.5154/r.rchsh.2015.06.013>

Serek, M., Sisler, E.C., Reid, M.S. (1995). 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. *Acta Hort.* 394, 337–345. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1995.394.37>

Serek, M., E.J. Woltering, E.C. Sisler, S. Frello., S. Sriskandarajah. (2006). Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. *Biotech. Adv.* 24(4)368-381. <https://10.1016/j.biotechadv.2006.01.007>

SIICEX, (Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior ) (2023). Partida – Aguacate (Paltas), Frescas o Secas. Promperu. Herramientas y Servicios para el Exportador. [https://exportemos.pe/promperustat/frmPaíses\\_x\\_Partida.aspx](https://exportemos.pe/promperustat/frmPaíses_x_Partida.aspx)

Singh, Sukhvinder Pal. (2015). Postharvest Oxidative Stress in Fresh Fruits. In: *Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology*. Edit. Ron B.H. Wills, John Golding. CRC Press –Taylor & Francis Group. London. 1Ed. Chapt: 11:237-255p. <https://doi.org/10.1201/b18489>

Sisler, E.C and Serek, M. (1997). Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiol. Plant.* 100.(3):577-582. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1997.tb03063.x>

Sisler, E.C and Serek, M. (2003). Compounds Interacting with the Ethylene Receptor in Plants. *Plant biol.* 5,(5): 473- 480. <https://doi.org/10.1055/s-2003-44782>

Solano R. M. (2023). Ranking de mercados y nichos de exportación de la palta peruana. *Exportación. Myperuglobal*. Febrero 10 del 2023. <https://myperuglobal.com/ranking-de-mercados-y-nichos-de-exportacion-de-la-palta-peruana/>

Suárez-Hernández, A. M., Grimaldo-Juárez, O., García-López, A. M., González-Mendoza, D., & Huitrón-Ramírez, M. V. (2017). Influence of rootstock on postharvest watermelon quality. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 23(1), 49-58. <http://doi:10.5154/r.rchsh.2016.06.019>



Tokala, V. Y.& Mahajan, B.V.C. (2018). Calcium: An indispensable element affecting postharvest life of fruits and vegetables. Chapter 3 : 59-83 p in: Barman, K., Sharma, S., & Siddiqui, M.W. (Eds.). (2018). Emerging Postharvest Treatment of Fruits and Vegetables (1st ed.). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781351046312>

UTIM (2018). Cuantificación de Clorofila de Hojas de Jitomate. Prac. N°6. Universidad Tecnológica de Izucar de Matamoros. 3pp

Varanasi, V., Shin, S., Johnson, F., Mattheis, J., Zhu, Y. (2013). Differential suppression of ethylene biosynthesis and receptor genes in ‘Golden Delicious’ apple by preharvest and postharvest 1-MCP treatments. J. Plant. Growth Regul. Vol. 32(3):585-595. <https://doi:10.1007/s00344-013-9326-8>

Waissbluth, R. & Valenzuela, J. 2007. Determinación del porcentaje mínimo de materia seca para autorizar la cosecha de paltas cv. Hass para ser exportadas. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov. 2007. ISBN No 978-956-17-0413-8. <http://www.avocadosource.com/wac6/es/Extenso/5b-213.pdf>

Watkins, C. (2006). The use of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on fruits and vegetables. Biotechnol. Adv. 24(4): 389-409. <https://doi:10.1016/j.biotechadv.2006.01.00>

Watkins, C. (2015). Advances in the Use of 1-MCP. In: Advances in Postharvest Fruit and Vegetable Technology. Edit. Ron B.H. Wills, John Golding. CRC Press –Taylor & Francis Group. London. 1Ed. Chapt: 06 :117-146 p. <https://doi.org/10.1201/b18489>

Willingham, S.L.; Pegg, K.G.; Anderson, J.M.; Cooke, A.W.; Dean, J.R.; Giblin, F.R.; Coates, L.M.(2006). Effects of rootstock and nitrogen fertiliser on postharvest anthracnose development in Hass avocado. Australas. Plant Pathol, 35(6) 619-629. <https://doi:10.1071/ap06062>.

Wolf, A.B., Ferguson, I.B., Requejo-Tapia, L.C., Boyd, L., Laing, W., White, A. (1999). Impact of sun exposure on harvest quality of ‘Hass’ avocado fruit. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 353-358. [https://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4\\_p353.pdf](https://www.avocadosource.com/WAC4/WAC4_p353.pdf)

Yahia, E.M. (2011). Avocado (*Persea americana* Mill.). Chapter 8. In: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume 2: Açai to citrus. Edited by E. M. Yahia. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Cambridge-UK. 125-186 p. <https://doi.org/10.1533/9780857092762.125>

Yang, S.F and Hoffman, N.E (1984). Ethylene Biosynthesis and its Regulation in Higher Plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Vol. 35,(1):155-189. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.35.060184.001103>

Yang X., J. Song, L. Campbell-Palmer, S. Fillmore and Z. Zhang. (2013). Effect of ethylene and 1-MCP on expression of genes involved in ethylene biosynthesis and perception during ripening of apple fruit. Postharvest Biology and Technology 78(2013):55-66. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.11.012>

Youryon, P. and Supapvanich, S. (2021). Effects of Preharvest Boron, Calcium Sulfate Treatment and Postharvest Calcium Chloride Peduncle Infiltration on Chilling Injury Alleviation of Queen Pineapple cv. Sawi Fruit. Current J App Sci Tech. Vol. 21(3): 456-466.

Zegarra, E.M (2019) Auge agroexportador en el Perú: un análisis de sobrevivencia de productos y empresas. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE)-CIES. Informe Final. 60 pp [https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2019/08/ifinal\\_agroexport.pdf](https://cies.org.pe/wp-content/uploads/2019/08/ifinal_agroexport.pdf)

Zhang Jing, Yuanchun Ma, Chao Dong, Leon A. Terry, Christopher B. Watkins, Zhifang Yu and Zong-Ming (Max) Cheng, (2020). Meta-analysis of the effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment on climacteric fruit ripening. Horticulture Research: Vol 7(208):1-16. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00405-x>

Zoffoli G., Juan Pablo, Callejas, María José y Beltrán, Tony (2003) 1- Metilciclopropeno: [Smartfresh] una herramienta efectiva para controlar la maduración de palta y relacionarla con la madurez de cosecha. Revista Aconex. (no.81) p. 24-30. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/29104>

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Descripción y características principales de los portainjertos Dusa y Zutano.

##### Portainjerto Dusa® (Merensky 2).



Foto: Barrientos-Priego (2022).

Selección de origen sudafricano posiblemente de raza Guatemalteco-Mexicana descubierta por Merensky Technological Service en Westfalia Estate patentada por la empresa Westfalia Fruit Group. Fue obtenida por identificación de un árbol que por escape se desarrolló naturalmente en condiciones de exceso de humedad. Una de sus principales características es su notoria tolerancia a *Phytophthora cinnamomi* además de proveer a las variedades injertadas sobre este portainjerto un desarrollo vigoroso de copa y altos rendimientos los cuales en el caso de la 'Hass' puede llegar a incrementarse hasta en un 20% más. Así mismo se ha determinado que esta selección presenta tolerancia al

estrés por déficit hídrico, pero es de moderada a baja tolerancia a condiciones salinas de agua y suelo no siendo recomendada para ser usada como portainjerto en variedades de palto de fructificación precoz. Actualmente es uno de los portainjertos más utilizados en California (EE.UU) y Sudáfrica. En el Perú es difundida y propagada clonalmente por Westfalia Fruit Perú.

##### Portainjerto Zutano.



Foto: Viveros Brokaw España

Selección obtenida en California en 1926 de raza Guatemalteco-Mexicana. Desarrolla árboles vigorosos y erguidos. Como portainjerto Zutano ha demostrado ser medianamente tolerante a la salinidad. Presenta una respuesta variable en relación con el estímulo a la producción a veces con menor respuesta que la presentada por Dusa. De mediana a baja tolerancia a *Phytophthora cinnamomi*. No tolera la presencia de exceso de humedad en el suelo (encharcamiento de suelo). Eventualmente se ha utilizado esta selección como semilla "nodriza" para procesos de propagación clonal. Por su tolerancia al frío ha sido uno de los portainjertos más populares en California y Nueva Zelanda. En el caso del Perú esta selección se ha difundido notoriamente en diversos campos de cultivo como portainjerto en palto convirtiéndose actualmente en el principal portainjerto de las plantaciones con el cv. Hass. Así mismo Zutano se ha difundido como un importante polinizador de este cultivo

**Fuentes:** <https://avocado.ucr.edu/avocado-variety-database/> Barrientos-Priego, A. (2022) Nuevas Variedades y Portainjertos de Paltos. Presentación-Congreso Palto –Perú / Castro et al., (2009). Rootstock effect on the tolerance of avocado plants cv. Hass to NaCl Stress / Celis et al., (2018). Salt Tolerance and Growth of 13 Avocado Rootstocks Related Best to Chloride Uptake./ Gambini, D.T.(2019). Tolerancia a la Salinidad del Sustrato de Cuatro Portainjertos de Palto (*Persea americana* Mill.), Injertados con Dos Cultivares en Vivero/ Lazare et al.,(2021). Rootstock-Dependent Response of Hass Avocado to Salt Stress./ Moreno-Ortega et al., (2021). Physiological and Molecular Responses of 'Dusa' Avocado Rootstock to Water Stress: Insights for Drought Adaptation / Moraes et al., (2022). Horticultural performance of 'Hass' avocado grafted onto seedling and clonal rootstocks under tropical wet-dry climate conditions/ Villavicencio, G.Y.(2018). Comportamiento de Cinco Patrones de Palto (*Persea americana* Mill.) a *Phytophthora cinnamomi* Rands en Chavimochic en Invernadero.

## Anexo 2

### Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass a la salida de almacenaje en frío (40 días)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Perdida peso salida data	24	0,867	0,830	4,658

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratam.	0,723	5	0,145	23,467	<0,0001
dosis	0,387	2	0,194	31,414	<0,0001 **
portainjer	0,121	1	0,121	19,624	0,0003 **
dosis*portainjer	0,215	2	0,108	17,443	0,0001 **
Error	0,111	18	0,006		
Total	0,834	23			

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10020

Error: 0,0062 gl: 18

dosis	Medias	n	E.E.
d2 ppm	1,553	8	0,028 A
d1 ppm	1,647	8	0,028 A
d0 ppm	1,857	8	0,028 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

#### Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06735

Error: 0,0062 gl: 18

portainjer	Medias	n	E.E.
p-Zuta	1,757	12	0,023 A
p-Dusa	1,615	12	0,023 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 3

**Análisis de la varianza de los efectos simples para el porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass a la salida de almacenaje en frío (40 días)**

**Cuadro de Análisis de Varianza de los Efectos Simples (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
p-Dusa x(d)	0,03	2	0,01	1,51	0,2710
p-Zuta x(d)	0,58	2	0,29	79,10	<0,0001 **
d0ppm x(p)	0,336	1	0,336	88,75	0,0001 **
d1ppm x(p)	0,00011	1	0,00011	0,01	0,9189
d2ppm x(p)	0,00017	1	0,00017	0,032	0,8648
Error	0,111	18	0,006		
Total	0,834	23			

### Anexo 4

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con el portainjerto Dusa y el portainjerto Zutano para cualquiera de las dosis de 1-MCP al concluir el almacenaje en frío (40 días).**

#### **Portainjerto- Dusa**

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18413

Error: 0,0087 gl: 9

<u>dosis</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
d-0ppm	1,65	4	0,05 A
d-1ppm	1,64	4	0,05 A
d-2ppm	1,55	4	0,05 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

#### **Portainjerto - Zutano**

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11910

Error: 0,0036 gl: 9

<u>dosis</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
d-0ppm.	2,06	4	0,03 A
d-1ppm	1,65	4	0,03 B
d-2ppm	1,56	4	0,03 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

## Anexo 5

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass en relación con las dosis de 1-MCP tomados de árboles con cualquiera de los portainjertos al concluir el almacenaje en frío (40 días).**

### Dosis de 0 ppm de 1-MCP

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10643

Error: 0,0038 gl: 6

Portainjert	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

p-Zuta	2,06	4	0,031 A
--------	------	---	---------

p-Dusa	1,65	4	0,031 B
--------	------	---	---------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Dosis de 1 ppm de 1-MCP

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16715**

Error: 0,0093 gl: 6

Portainjert	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

p-Zuta	1,65	4	0,05 A
--------	------	---	--------

p-Dusa	1,64	4	0,05 A
--------	------	---	--------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Dosis de 2 ppm de 1-MCP

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,12735**

Error: 0,0054 gl: 6

Portainjert	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

p-Zuta	.1,56	4	0,037 A
--------	-------	---	---------

p-Dusa	1,55	4	0,037 A
--------	------	---	---------

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

## Anexo 6

**Análisis de la varianza del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
perdi pes 9d	24	0,64	0,54	5,20

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratam	4,75	5	0,95	6,38	0,0014
dosis	3,17	2	1,58	10,64	0,0009 **
portainjerto	0,74	1	0,74	4,95	0,0391 *
dosis*portainjerto	0,84	2	0,42	2,84	0,0848
Error	2,68	18	0,15		
Total	7,43	23			

### Anexo 7

**Análisis comparativo de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP**

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.49222**

Error: 0.1488 gl: 18

dosis	Medias	n	E.E.
d0ppm	7,90	8	0,14 A
d1ppm	7,35	8	0,14 B
d2ppm	7,02	8	0,14 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 8

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de pérdida de peso de los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjerto considerados en el estudio**

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.33084**

Error: 0.1488 gl: 18

portainjerto	Medias	n	E.E.
p-Zuta	7,60	12	0,11 A
p-Dusa	7,25	12	0,11 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 9

**Análisis de la varianza del porcentaje de materia seca de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MateSec	24	0,237	0,025	2,806

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Tratam.	2,364	5	0,473	1,118	0,3859
dosis	2,038	2	1,019	2,409	0,1183
portainjer	0,124	1	0,124	0,293	0,5952
dosis*portainjer	0,202	2	0,101	0,239	0,7897
Error	7,613	18	0,423		
Total	9,977	23			

---

### Anexo 10

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1 MCP.**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,82990**

Error: 0,4230 gl: 18

<u>Dosis</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
d-1ppm	22,768	8	0,230 A
d-0ppm	23,338	8	0,230 A
d-2ppm	23,426	8	0,230 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 11

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos considerados en el estudio**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55781**

Error: 0,4230 gl: 18

<u>Portainjer</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
Dusa	23,105	12	0,188 A
Zuta	23,249	12	0,188 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 12

**Análisis de la varianza del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup>Aj</u>	<u>CV</u>
Mate seca(+9d)	24	0,46	0,31	2,92



### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-
valor					
Modelo	10,03	5	2,01	3,04	
0,0367					
Dosis	7,37	2	3,68	5,59	0,0130 *
Portainjert	2,65	1	2,65	4,02	0,0601
dosis*portainjert	0,01	2	0,0031	0,0046	0,9954
Error	11,87	18	0,66		
Total	21,89	23			

### Anexo 13

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.11787**

Error: 0.7674 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-0ppm	28,52	8	0.29 A
d-1ppm	27,68	8	0.29 AB
d-2ppm	27,18	8	0.29 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 14

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de materia seca de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.75136**

Error: 0.7674 gl: 18

Portainjert	Medias	n	E.E.
p-Zuta	28.12	12	0.23 A
p-Dusa	27.46	12	0.23 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 15

**Análisis de varianza de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Firmez pulpa	24	0.66	0.57	5.82

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Tratam	870,69	5	174,14	7,07	0,0008
dosis	781,33	2	390,67	15,86	0,0001 **
portainjert	13,19	1	13,19	0,54	0,4737
dosis*portainjert	76,17	2	38,08	1,55	0,2400
Error	443,29	18	24,63		
Total	1313,98	23			

### Anexo 16

**Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=6.33264**

Error: 24.6271 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-2ppm	89,73	8	1,75 A
d-1ppm	88,97	8	1,75 A
d-0ppm	77,27	8	1,75 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 17

**Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.25638**

Error: 24.6271 gl: 18

Portainjert	Medias	n	E.E.
p-Dusa	86,06	12	1,43 A
p-Zuta	84,58	12	1,43 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 18

**Análisis de la varianza del porcentaje de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Firmeza+9d)	24	0,94	0,93	5,51

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	F
Tratam	308,44	5	61,69	61,40	<0,0001	
dosis	307,09	2	153,55	152,83	<0,0001	**
portainjert	0,08	1	0,08	0,08	0,7834	
dosis*portainjert	1,27	2	0,64	0,63	0,5422	
Error	18,08	18	1,00			
Total	326,53	23				

### Anexo 19

**Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP.**

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,27906**

Error: 1,0047 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-2ppm	22,30	8	0,35 A
d-1ppm	18,72	8	0,35 B
d-0ppm	13,59	8	0,35 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 20

**Análisis comparativo de medias de Tukey de la firmeza de pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,85970**

Error: 1,0047 gl: 18

Portainjert	Medias	n	E.E.
p-Dusa	18,26	12	0,29 A
p-Zuta	18,15	12	0,29 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 21

**Análisis de varianza del valor de Luminosidad (L\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color L*	24	0,47	0,32	2,92

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,95	5	3,39	3,21	0,0302
dosis	5,97	2	2,99	2,83	0,0854
portainjerto	5,62	1	5,62	5,32	0,0332 *
dosis*portainjerto	5,37	2	2,68	2,54	0,1065
Error	18,99	18	1,06		
Total	35,95	23			

### Anexo 22

**Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Luminosidad L\* en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.31087**

Error: 1.0553 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-1ppm	35,67	8	0,36 A
d-2ppm	35,30	8	0,36 A
d-0ppm	34,48	8	0,36 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 23

**Análisis comparativo de medias de Tukey ( $p < 0.05$ ) del valor de Luminosidad (L\*) en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.88108**

Error: 1.0553 gl: 18

Portainjerto	Medias	n	E.E.
p-Dusa	35,63	12	0,30 A
p-Zuta	34,66	12	0,30 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 24

**Análisis de varianza del valor de Chroma C\* en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Color C*	24	0.56	0.43	6.53

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	42,96	5	8,59	4,53	0,0076
dosis	40,94	2	20,47	10,78	0,0008 **
portainjerto	1,39	1	1,39	0,73	0,4031
dosis*portainjerto	0,63	2	0,32	0,17	0,8474

Error	34,17	18	1,90
Total	77,13	23	

### Anexo 25

**Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Chroma C\* en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.75820**

Error: 1.8984 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-1ppm	22.09	8	0.49 A
d-2ppm	21.98	8	0.49 A
d-0ppm	19.27	8	0.49 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 26

**Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Chroma C\* en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.18175**

Error: 1.8984 gl: 18

Portainjerto	Medias	n	E.E.
p-Zuta	21,35	12	0,40 A
p Dusa	20,87	12	0,40 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 27

**Análisis de varianza del valor de Hue h° en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj
CV			
Valor h°	24	0,56	0,44 0,93

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo			28,12	5	5,62 4,58
					0,0072
Dosis	16,69	2	8,35	6,79	0,0064 **
Portainjerto	4,51	1	4,51	3,67	0,0716
Dosis*Portainjerto	6,92	2	3,46	2,82	0,0863
Error	22,13	18	1,23		
Total	50,25	23			

## Anexo 28

**Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Hue h° en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1-MCP.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.41479**

**Error: 1.2292 gl: 18**

Dosis	Medias	n	E.E.
p-2ppm	120,46	8	0,39 A
p-1ppm	119,53	8	0,39 AB
p-0ppm	118,42	8	0,39 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

## Anexo 29

**Análisis comparativo de medias de Tukey del valor de Hue h° en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.95093**

**Error: 1.2292 gl: 18**

Portainjerto	Medias	n	E.E.
p-Zuta	119,90	12	0,32 A
p-Dusa	119,04	12	0,32 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

## Anexo 30

**Análisis de varianza del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
clorof total	24	0,26	0,05	10,42

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,11	5	0,02	1,26	0,3236
Dosis	0,00081	2	0,00041	0,02	0,9777
Portainjert	0,005	1	0,005	0,28	0,6052
Dosis*Portainjert	0,11	2	0,05	2,99	0,0758
Error	0,32	18	0,02		
Total	0,44	23			

### Anexo 31

**Análisis comparativo de medias de Tukey del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP.**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17127**

Error: 0,0180 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-0ppm	1,283	8	0,05 A
d-1ppm	1,285	8	0,05 A
d-2ppm	1,296	8	0,05 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 32

**Análisis comparativo de medias de Tukey del contenido total de clorofila (ug/gr) en la epidermis de los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,11511**

Error: 0,0180 gl: 18

portainj	Medias	n	E.E.
p-Zuta	1,274	12	0,04 A
p-Dusa	1,303	12	0,04 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 33

**Análisis de la varianza del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío.**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
percent aceit	24	0,266	0,062	2,842

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,784	5	0,157	1,303	0,3063
dosis	0,684	2	0,342	2,841	0,0847
portainjer	0,008	1	0,008	0,064	0,8031
dosis*portainjer	0,093	2	0,046	0,386	0,6855
Error	2,166	18	0,120		
Total	2,950	23			

### Anexo 34

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de las dosis de 1 MCP.**

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,44267**

Error: 0,1203 gl: 18

Dosis	Medias	n	E.E.
d-1ppm	11,969	8	0,123 A
d-0ppm	12,315	8	0,123 A
d-2ppm	12,338	8	0,123 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 35

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass al término del almacenaje en frío por efecto de los portainjertos considerados en el estudio**

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,29754**

Error: 0,1203 gl: 18

Portainjer	Medias	n	E.E.
p-Dusa	12,189	12	0,100 A
p-Zuta	12,225	12	0,100 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )

### Anexo 36

**Análisis de la varianza del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío**

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Porcert aceite(+ 9d)	24	0.59	0.48	3.06

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,02	5	1,20	5.17	0.0041
dosis	5,34	2	2,67	11.46	0.0006 **
portainjerto	0,45	1	0,45	1,91	0,1837
dosis*portainjerto	0,24	2	0,12	0,51	0,6104
Error	4,20	18	0,23		
Total	10.22	23			



### Anexo 37

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de las dosis de 1 MCP**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.61610**

Error: 0.2331 gl: 18

<u>Dosis</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
d-0ppm	16,30	8	0,17 A
d-1ppm	15,84	8	0,17 A
d-2ppm	15,15	8	0,17 B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*

### Anexo 38

**Análisis comparativo de medias de Tukey del porcentaje de aceite total de la pulpa en los frutos del cv. Hass, 9 días después de la salida de almacenaje en frío, por efecto de los portainjertos considerados en el estudio.**

**Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.41410**

Error: 0.2331 gl: 18

<u>Portainjerto</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
p-Zuta	15.90	12	0.14 A
p-Dusa	15.63	12	0.14 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $\alpha \leq 0.05$ )*