

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“APLICACIÓN DE 1-METILCICLOPROPENO EN FRUTOS DE  
PALTA (*Persea americana* Mill) cv. HASS EN POSCOSECHA”**

**Presentado por:**

**RENZO CARO-SÁNCHEZ TRUJILLO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**Lima – Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**“APLICACIÓN DE 1-METILCICLOPROPENO EN FRUTOS DE  
PALTA (*Persea americana* Mill) cv. HASS EN POSCOSECHA”**

**Presentado por:**

**RENZO CARO-SÁNCHEZ TRUJILLO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentada y Aprobada por el siguiente jurado:

.....  
Ing. Mg. Sc. Jorge Castillo Valiente  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz  
**ASESOR**

.....  
Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Guillermo Parodi Macedo  
**MIEMBRO**

**Lima – Perú**

**2018**

A mis padres y hermana por el apoyo  
y a Patricia por estar siempre a mi lado.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por la vida y por las personas que ha puesto en mi camino.

A la Universidad Nacional Agraria La Molina, por los mejores años de mi vida y por darme a los mejores profesores que pude haber tenido para mi formación ética y profesional.

A mi profesor asesor el Ing. M.S. Andrés Virgilio Casas Díaz, por confiar en mí, por apoyarme en las cosas que deseaba hacer, desde la formación del Círculo de Investigación en Fisiología y Poscosecha hasta darme la oportunidad de ser su tesista, es parte importante en mi vida.

A mis padres, Rosaura y Job, por el apoyo incondicional en todos estos años, por el esfuerzo que hacen por sus hijos para que puedan ser profesionales, por su gran cariño y por la insistencia en la elaboración y redacción de la tesis, los amo.

A ñoñi, que aunque no lo creas, has sido parte de mis logros, tal vez indirectamente, pero quiero que sepas que a pesar de todo lo que pasemos, siempre voy a apoyarte en todo, tanto en lo personal como en tu formación profesional, porque quiero que seas mejor que yo, te quiero mucho.

A Paty, por ser la parte más importante en la recta final de mi carrera profesional, por inyectarme esas ganas de superarme, de hacer investigación, por ser mi complemento ideal, por tu amor y comprensión en todos estos años que llevamos juntos y los que nos faltan por vivir, te amo mucho.

Al Ing. Gustavo Fribourg Albrizzio por el apoyo y los consejos, sobretodo por su amistad y por estar siempre cuando sus amigos lo necesitan, ahora nos toca apoyar a los que le falta hacer esto.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	2
2.1 Características generales del fruto.	2
2.2 Tecnología Poscosecha.	2
2.2.1 Factores biológicos que influyen en el deterioro de los frutos en poscosecha.	3
a. Respiración.	3
b. Producción de Etileno.	3
c. Cambios composicionales.	4
d. Transpiración y Pérdida de Agua.	5
e. Daños Físicos.	5
f. Desordenes Patológicos.	6
2.2.2 Factores ambientales que influyen en el deterioro.	6
a. Temperatura.	6
b. Humedad Relativa.	6
c. Composición atmosférica.	6
d. Otros factores.	7
2.3 Índices de madurez y Calidad.	7
2.3.1 Índices Físicos.	8
a. Firmeza.	8
b. Color.	8
c. Peso.	9
2.3.2 Índices Químicos.	9
a. Porcentaje de Materia Seca.	9
2.3.3 Índices Paramétricos.	10
a. Apariencia Interna.	10
2.4 Etileno.	10
2.4.1 Biosíntesis de Etileno.	10
2.4.2 Efectos del Etileno.	12
2.5 1-Metilciclopropeno.	12
2.5.1 Efecto del 1-Metilciclopropeno.	13
2.5.2 Factores que influyen en la efectividad de los tratamientos.	16

III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	17
3.1	Lugar.	17
3.2	Clima.	17
3.3	Materiales y Equipos.	18
3.3.1	Material Genético.	18
3.3.2	Materiales de Laboratorio.	18
3.4	Metodología.	19
3.5	Tratamientos a evaluar.	19
3.6	Análisis estadístico.	20
3.7	Variables evaluadas.	20
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.	21
4.1	Porcentaje de pérdida de peso diario.	21
4.2	Porcentaje de color de cáscara.	23
4.3	Firmeza.	26
4.4	Porcentaje de materia seca.	29
4.5	Apariencia interna.	31
V.	CONCLUSIONES.	34
VI.	RECOMENDACIONES.	35
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS.	36
VIII.	ANEXOS.	41

## INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1: Concentraciones usadas de 1-MCP para los diferentes tratamientos.	19
Cuadro N° 2: Análisis de Variancias (ANOVA) de la pérdida de peso a los 10 días de iniciado el ensayo.	21
Cuadro N° 3: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la tercera evaluación de la variable porcentaje de color de cáscara.	24
Cuadro N° 4: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la primera evaluación de la variable firmeza.	27
Cuadro N° 5: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la cuarta evaluación para la variable firmeza.	28
Cuadro N° 6: Análisis de Variancias (ANOVA) del porcentaje de materia seca a los 10 días de evaluación.	30
Cuadro N° 7: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la primera evaluación de la variable apariencia interna.	31
Cuadro N° 8: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la cuarta evaluación de la variable apariencia interna.	32

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Esquema de la ruta de biosíntesis del etileno.	11
Figura N° 2: Esquema de la acción del etileno.	11
Figura N° 3: Esquema de la acción del 1-MCP.	13
Figura N° 4: Temperaturas promedio, máxima y mínima en grados Celsius durante los días de evaluación.	17
Figura N° 5: Valores en porcentaje de Humedad Relativa promedio durante los días de evaluación.	18
Figura N° 6: Porcentaje promedio de pérdida de peso diario de los frutos de palta cv. Hass bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.	22
Gráfica N° 7: Tasa de pérdida de peso diario en frutos de palta cv. Hass bajo diferentes tratamientos de 1-MCP.	22
Figura N° 8: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los cinco días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.	24
Figura N° 9: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los diez días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.	25
Figura N° 10: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los quince días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.	25
Figura N° 11: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los veinte días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.	26
Figura N° 12: Firmeza promedio de los frutos de palta cv. Hass a los cinco días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.	28
Figura N° 13: Firmeza promedio de los frutos de palta cv. Hass a los veinte días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.	29
Figura N° 14: Porcentaje promedio de materia seca de frutos de palta cv. Hass en los diferentes tratamientos de 1-MCP.	30
Figura N° 15: Apariencia interna promedio de los frutos de palta cv. Hass a los cinco días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.	32
Figura N° 16: Apariencia interna promedio de los frutos de palta cv. Hass a los veinte días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.	33

## **INDICE DE ANEXOS**

ANEXO 1: Análisis estadístico del porcentaje de pérdida de peso diario	41
ANEXO 2: Análisis estadístico del porcentaje de color de cáscara	79
ANEXO 3: Análisis estadístico de la firmeza	81
ANEXO 4: Análisis estadístico del porcentaje de materia seca	85
ANEXO 5: Análisis estadístico de la apariencia interna	93

## RESUMEN

Las pérdidas poscosecha en palta 'Hass' se encuentran entre 5% y 10%. El uso del 1-MCP puede ser una alternativa para reducir las pérdidas, ya que al ser un inhibidor de la acción del etileno, su efecto en los frutos climatéricos será reducido, y la velocidad de la senescencia de los tejidos puede ser reducida. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del 1-Metilciclopropeno en la vida poscosecha de frutos de palta 'Hass' bajo condiciones de medio ambiente. Para los tratamientos se usaron tres dosis de 1-MCP (250 ppb, 500 ppb y 750 ppb) y un tratamiento control (0 ppb). Los frutos se colocaron en cajas tecnopor herméticas junto con la mezcla de 1-MCP y agua, los tratamientos tuvieron una duración de 16 horas. Bajo las condiciones de medio ambiente. El 1-Metilciclopropeno tiene efecto en la vida poscosecha de frutos de palta 'Hass' en las variables firmeza y en la apariencia interna, teniendo una mejor respuesta con las aplicaciones de 250 ppb, seguido de las aplicaciones de 750 ppb y por último la dosis de 500 ppb. La pérdida de peso diario fue directamente proporcional a las concentraciones de 1-MCP aplicados en los frutos, es decir, que los frutos de palta 'Hass' aplicadas con la mayor dosis (750 ppb) fueron las que perdieron más peso, y los frutos del tratamiento control fueron los que perdieron menos peso al pasar de los días, sin embargo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. El 1-MCP no afectó los parámetros de porcentaje de materia seca y color en los frutos de palta 'Hass'.

**Palabras clave:** Poscosecha, 1-Metilciclopropeno, Etileno, ppb.

## ABSTRACT

Postharvest losses in 'Hass' avocados are between 5% and 10%. The use of 1-MCP can be an alternative to reduce losses, since being an inhibitor of the action of ethylene, its effect on the climacteric fruits will be reduced, and the speed of senescence of the tissues can be reduced. The objective of the present study was to evaluate the effect of 1-Methylcyclopropene in the post-harvest life of 'Hass' avocado fruits under environmental conditions. For the treatments, three doses of 1-MCP (250 ppb, 500 ppb and 750 ppb) and a control treatment (0 ppb) were used. The fruits were placed in hermetically sealed boxes together with the mixture of 1-MCP and water, the treatments lasted 16 hours. Under the conditions of the environment. 1-Methylcyclopropene has an effect on the postharvest life of 'Hass' avocado fruits in fruit firmness and internal appearance, having a better response with applications of 250 ppb, followed by applications of 750 ppb and finally the dose of 500 ppb. The daily weight loss was directly proportional to the concentrations of 1-MCP applied in the fruits. 'Hass' avocado fruits applied with the highest dose (750 ppb) showed the highest lost weight control fruits had the lowest were lost weight. There was no significant difference between treatments. 1-MCP did not affect dry matter percentage and color in the fruits of avocado 'Hass'.

**Key words:** Postharvest, 1-Methylcyclopropene, Ethylene, ppb.

## I. INTRODUCCIÓN

Perú se ha posicionado como el segundo gran exportador de palta ‘Hass’ en el mundo. Además, se abrió las puertas de ingreso a nuevos países como China, Japón, Argentina, entre otros, pero este avance también representa un reto permanente para el sector, se tiene que trabajar por una cultura de calidad total, para que nuestra palta sea reconocida como un producto diferencial a nivel mundial (Bustamante, 2017).

Las pérdidas poscosecha en productos hortofrutícolas alcanzan porcentajes elevados por tratarse de alimentos altamente perecederos. Coursey y Proctor (1975) estiman que se pierden el 25 por ciento de estos productos a nivel mundial. Bourne (1977) indica que las pérdidas ascienden de un 15 por ciento a 60 por ciento en países en vía de desarrollo. Amézquita y la Gra (1979) mencionan que las pérdidas mundiales anuales en precosecha son inferiores (24-28 por ciento) a las de poscosecha (28-42 por ciento). Chakraverty y Singh (2014) mencionan que el rango de las pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas varía entre 5 por ciento y 50 por ciento a más, siendo mayores en los países en desarrollo, debido a la falta de una adecuada infraestructura y a las malas prácticas de manejo de postrecolección. Las pérdidas poscosecha en palta ‘Hass’ se encuentran entre 5 por ciento y 6 por ciento, pudiendo llegar hasta 10 por ciento en casos severos donde el manejo es ineficiente<sup>1</sup>.

El uso del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) puede ser una alternativa para reducir las pérdidas poscosecha en palta, ya que retrasa la maduración, mantiene la calidad de frutos climatéricos y tiene mayor efecto en cultivares que producen altas y medianas concentraciones de etileno (Dong et al., 2002). El 1-MCP actúa bloqueando al etileno al unirse a su receptor en la célula e impide que este desencadene la serie de reacciones que conlleva al proceso de maduración, tales como descenso de la firmeza en los tejidos, desintegración de la pared celular, degradación de pigmentos, desdoblamiento de almidones a azúcares solubles, entre otros (Sisler y Serek, 1997 y 1999; Blankenship, 2001).

El siguiente estudio se realizó con el fin evaluar el efecto del 1-Metilciclopropeno en la vida poscosecha de frutos de palta ‘Hass’ bajo condiciones de medio ambiente.

---

<sup>1</sup>PARODI, G. 2017. Poscosecha en Palta ‘Hass’ (entrevista). La Molina, PE, Universidad Nacional Agraria La Molina.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Características generales del fruto**

La palta es una baya con una sola semilla, cuya forma puede ser redondeada, oval o aplanada. Esta fruta se caracteriza por su alto contenido de grasas y proteínas en comparación a la mayoría de otras frutas, siendo además una buena fuente de niacina y tiamina. Es un fruto climatérico con un ritmo relativamente alto de respiración y producción de etileno. La palta no madura mientras permanece en el árbol (Toledo, s.f.).

### **2.2 Tecnología Poscosecha**

Las pérdidas en calidad y cantidad entre la cosecha y el consumo afectan las cosechas hortofrutícolas y de ornamentales. Se estima que la magnitud de las pérdidas poscosecha en frutas y hortalizas frescas es de 5 a 25% en países desarrollados y de 20 a 50% en países en desarrollo, dependiendo del producto, la variedad y las condiciones de manejo. Para reducir estas pérdidas, los productores y distribuidores deben primero entender los factores biológicos y ambientales involucrados en el deterioro y segundo, usar las técnicas poscosecha que retrasen la senescencia y mantengan lo mejor posible la calidad. Las frutas, hortalizas y ornamentales frescos, son tejidos vivos que están sujetos a cambios continuos después de la cosecha. Desde el punto de vista del consumidor, algunos cambios son deseables mientras que la mayoría no lo son. Los cambios en poscosecha en productos frescos no pueden ser detenidos, pero pueden ser disminuidos dentro de ciertos límites. La senescencia es la etapa final en el desarrollo de órganos vegetales, durante la cual una serie de eventos irreversibles llevan al desorden y muerte de las células de las plantas (Kader, 2007).

## **2.2.1 Factores Biológicos que influyen en el deterioro de los frutos en poscosecha**

### **a. Respiración**

La respiración es el proceso por el cual los materiales orgánicos almacenados (carbohidratos, proteínas, grasas) son desdoblados en productos terminales simples con liberación de energía. En este proceso, se utiliza oxígeno ( $O_2$ ) y se produce dióxido de carbono ( $CO_2$ ). La pérdida durante la respiración de reservas alimenticias almacenadas en el producto significa el aceleramiento de la senescencia conforme las reservas que proporcionan energía para mantener el estatus viviente del producto se agotan; el valor alimenticio (valor energético) para el consumidor se reduce; la calidad de sabor se pierde, particularmente el dulzor, y hay pérdida de peso seco. La energía liberada como calor, conocida como calor vital, afecta las consideraciones tecnológicas poscosecha, como las estimaciones de los requerimientos de refrigeración y ventilación. La velocidad de deterioro (perecibilidad) de las frutas, hortalizas y flores cortadas generalmente es proporcional a su velocidad de respiración (Kader, 2007).

### **b. Producción de Etileno**

El etileno ( $C_2H_4$ ), el más simple de los compuestos orgánicos que afecta los procesos fisiológicos de las plantas, es un producto natural del metabolismo de la planta y es producido por todos los tejidos de las plantas superiores y por algunos microorganismos. Como fitohormona el  $C_2H_4$  regula muchos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia y es fisiológicamente activo en cantidades traza (menos de 0.1 ppm). También juega un papel importante en la abscisión de órganos vegetales.

El aminoácido metionina se convierte a S-adenosil metionina (SAM), el cual es el precursor del ácido 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC), el precursor inmediato del  $C_2H_4$ . La ACC sintasa, la cual convierte SAM a ACC, es el principal sitio de control de la biosíntesis de etileno. La conversión de ACC a etileno es mediada por la ACC oxidasa. La síntesis y actividades de la ACC sintasa y la ACC oxidasa están influidas por factores genéticos y condiciones ambientales, incluyendo temperatura y concentración de oxígeno y bióxido de carbono. Generalmente, la velocidad de producción de  $C_2H_4$  incrementa con el estado de madurez en la cosecha, con los daños físicos, la incidencia

de enfermedades y el incremento en la temperatura hasta 30°C (86°F). Por otro lado, la velocidad de producción de C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> de las frutas, hortalizas y productos ornamentales se reduce por el almacenamiento a baja temperatura y los niveles reducidos de O<sub>2</sub> (menos de 8%) y elevados de CO<sub>2</sub> (más de 2%) alrededor del producto (Kader, 2007).

### **c. Cambios composicionales**

Muchos cambios en la pigmentación toman lugar durante el desarrollo y maduración del producto sobre la planta, algunos pueden continuar después de la cosecha y pueden ser deseables o indeseables:

- La pérdida de clorofila (color verde) es deseable en frutas pero no en hortalizas de hoja.
- El desarrollo de carotenoides (colores amarillo y anaranjado) es deseable en frutas tales como duraznos y cítricos. El desarrollo de color rojo en tomates y uvas rosas se debe a un carotenoide específico (licopeno); el beta caroteno es la provitamina A y por ello es importante en la calidad nutricional.
- El desarrollo de antocianinas (colores rojo y azul) es deseable en frutas como la manzana (variedades rojas), cerezas, fresas, moras y naranjas de pulpa roja. Estos pigmentos solubles en agua son mucho menos estables que los carotenoides.
- Los cambios en antocianinas y otros compuestos fenólicos pueden resultar en el oscurecimiento del tejido, lo cual es indeseable para la calidad de apariencia.

Los cambios en carbohidratos incluyen la conversión de almidón a azúcar (indeseable en papa, deseable en manzana, plátano y otras frutas); conversión de azúcar a almidón (indeseable en guisante y deseable en papa); y conversión de almidón y azúcar a CO<sub>2</sub> y agua a través de la respiración. La degradación de las pectinas y otros polisacáridos da por resultado el ablandamiento de las frutas y el consecuente incremento en la susceptibilidad al daño mecánico. El incremento en el contenido de lignina es el responsable del carácter fibroso de los espárragos y hortalizas de raíz. Los cambios en los

ácidos orgánicos, proteínas, aminoácidos y lípidos pueden influir en la calidad del sabor del producto. Las pérdidas en el contenido de vitaminas, especialmente de ácido ascórbico (Vitamina C) van en detrimento de su calidad nutricional. La producción de volátiles responsables del aroma durante la maduración de consumo es muy importante para la calidad comestible (Kader, 2007).

#### **d. Transpiración y Pérdida de Agua**

La pérdida de agua es una causa principal de deterioro porque no solo provoca pérdidas cuantitativas directas (pérdida de peso vendible), sino también pérdidas en la apariencia (marchitez y arrugamiento), en la calidad de textura (ablandamiento, flacidez, falta de rigidez, pérdida de crujencia y jugosidad) y calidad nutricional. El sistema dérmico del producto (cubiertas protectoras externas) regula la pérdida de agua. Esto incluye la cutícula, células epidérmicas, estomas, lenticelas y tricomas. El espesor, estructura y composición química de la cutícula varía ampliamente entre los productos y con las etapas de desarrollo de un producto dado. La velocidad de transpiración (evaporación del agua del tejido de la planta) está influenciada por factores internos o del producto (características anatómicas o morfológicas, relación superficie-volumen, daños superficiales y estado de madurez) y por factores externos o ambientales (temperatura, humedad relativa, movimiento del aire y presión atmosférica). La transpiración es un proceso físico que puede ser controlado aplicando tratamientos al producto (por ejemplo ceras y otros recubrimientos superficiales o envolturas con películas plásticas) o manipulando el ambiente (por ejemplo manteniendo alta la HR y controlando la circulación del aire (Kader, 2007).

#### **e. Daños Físicos**

Varios tipos de daño físico (daño de la superficie, magullamiento por impacto, por vibración y otros) son los principales causantes del deterioro. El oscurecimiento de los tejidos dañados es el resultado de la ruptura de las membranas, que exponen los compuestos fenólicos a la acción de la polifenol oxidasa. Los daños mecánicos no solamente son desagradables sino también aceleran la pérdida de peso, son sitios de entrada de infecciones fúngicas y estimulan la producción de CO<sub>2</sub> y C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> del producto (Kader, 2007).

## **f. Desordenes Patológicos**

Uno de los síntomas más comunes y obvios de deterioro es el provocado por la actividad de los hongos y bacterias. El ataque de la mayoría de los organismos sigue al daño físico o al deterioro fisiológico. En raras ocasiones, los patógenos pueden infectar tejidos aparentemente sanos y ser la causa primaria del deterioro. El inicio de la maduración de consumo en frutas y de la senescencia en todos los productos los hace susceptibles a la infección por patógenos. Las situaciones como el daño mecánico, por el frío y escaldado por sol disminuyen la resistencia a los patógenos (Kader, 2007).

### **2.2.2 Factores ambientales que influyen en el deterioro**

#### **a. Temperatura**

La temperatura es el factor ambiental que más influye en la velocidad de deterioro de los productos cosechados. Por cada incremento de 10°C (18°F) por arriba del óptimo, la velocidad de deterioro se incrementa de dos a tres veces. La exposición a temperaturas indeseables provoca diversas fisiopatías. La temperatura también influye en los efectos del C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, O<sub>2</sub> reducido y CO<sub>2</sub> elevado. (Kader, 2007).

#### **b. Humedad Relativa**

La velocidad de pérdida de agua de frutas y hortalizas depende del déficit de presión de vapor entre el producto y el aire circundante, y está influenciado por la temperatura y la HR. A una temperatura y velocidad de movimiento de aire dado la velocidad de pérdida de agua del producto depende de la HR. A una HR específica, la pérdida de agua se incrementa conforme se incrementa la temperatura (Kader, 2007).

#### **c. Composición atmosférica**

La reducción del O<sub>2</sub> y la elevación de CO<sub>2</sub>, tanto intencional (almacenamiento en atmósfera controlada o modificada) como no intencional (ventilación restringida dentro de un contenedor de embarque o vehículo de transporte), puede retrasar o acelerar el deterioro de productos hortícolas frescos. La magnitud de estos efectos depende del

producto, variedad, edad fisiológica, concentraciones de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, temperatura y tiempo de aplicación (Kader, 2007).

#### **d. Otros factores**

Diversos productos químicos (por ejemplo fungicidas, reguladores de crecimiento) pueden aplicarse a los productos para afectar uno o más de los factores de deterioro biológico (Kader, 2007).

### **2.3 Índices de madurez y Calidad**

La calidad de un producto es el conjunto de atributos, características y propiedades de éste que lo define como tal, en relación a un estándar de referencia. La calidad determina el grado de excelencia o superioridad del producto. En frutas y hortalizas, la calidad constituye un indicador de su valor comercial como alimentos y del potencial de satisfacción que puede proporcionar su consumo (Toledo, 1996).

A los productores y comerciantes les interesa que sus productos tengan buena apariencia y pocos defectos visuales. Para los mayoristas y los distribuidores lo más importante en los productos hortícolas es la calidad en términos de la apariencia, así como la firmeza y una larga vida de almacenamiento. Por otra parte, los consumidores perciben que las frutas son de buena calidad cuando se ven bien, tienen buena firmeza y parecen tener un buen sabor y valor nutritivo (Kader s.f.).

Para lograr una buena calidad del fruto después de la cosecha, se requiere que éste sea cosechado en el estado de madurez fisiológica. Si se cosecha antes se obtendrá una maduración no uniforme y de pobre calidad. Por otro lado, si los frutos son cosechados muy tarde, son muy proclives a sufrir daños mecánicos y patológicos. Es necesario conocer índices de madurez fisiológicos objetivos, que permitan determinar con mayor precisión el momento oportuno de la cosecha (Guadarrama, 2001).

### **2.3.1 Índices Físicos**

#### **a. Firmeza**

Se considera la firmeza como la respuesta al tacto, los estímulos físicos que resultan del contacto con el producto frutícola. Es un atributo importante para un adecuado manejo poscosecha y aunque se considera como una propiedad física de los frutos, tiene un fundamento complejo relacionado con las sustancias pécticas, componentes de la pared celular de los tejidos de los frutos, por eso que se dan las variaciones de la firmeza durante la maduración de los frutos (Guadarrama, 2001).

Las mediciones se realizan mediante equipos especializados tales como los penetrómetros, los cuales pueden medir el grado de penetración del fruto por una punta cónica, dependiendo del estado de madurez del fruto. Los resultados se expresan en kg-f. Se tiene limitaciones, ya que la firmeza también puede ser afectada, siendo los frutos menos firmes si la fertilización con nitrógeno es alta, o si son cosechados después de un periodo con mucha nubosidad o si los frutos están colocados en el interior de un árbol, en relación a los colocados en una posición más externa, es decir, más iluminados (Guadarrama, 2001).

#### **b. Color**

Los cambios de color durante la maduración de los frutos son producidos principalmente por la transformación de cloroplastos en cromoplastos. Estos cambios en la pigmentación están asociados con la actividad de enzimas relacionadas con la degradación de la clorofila o con la síntesis de carotenoides o antocianinas (Guadarrama, 2001).

Los cultivares de color morado como el 'Hass' se cosecha desde que la cáscara del fruto desarrolla ese color en un 50 por ciento de su superficie. Sin embargo, la mayoría de cultivares muestra muy poca variación en la coloración de los frutos durante su desarrollo, observándose, solamente una pérdida gradual del brillo de la cáscara la cual se torna opaca conforme madura el fruto (Toledo, s.f.).

### **c. Peso**

Las frutas frescas al igual que las hortalizas pueden considerarse, de hecho, como agua envasada en recipientes de fantasía, extremadamente caros, en los que resulta muy costoso introducirla. Las pérdidas de agua representan un descenso del peso comercial y por tanto una disminución de su valor en el mercado. De ahí la utilidad de las medidas tendentes a minimizar las pérdidas de agua que pueden tener lugar después de la recolección. Pérdidas de solo 5 por ciento marchitan y arrugan numerosos productos, lo que en ambientes secos y cálidos puede ocurrir en unas pocas horas (Wills et al., s.f.).

Después de la cosecha, los frutos continúan transpirando, lo cual trae como consecuencia pérdidas de peso fresco, las cuales pueden ser significativa si los frutos cosechados no son colocados en condiciones de almacenamiento adecuado (Guadarrama, 2001).

En general, el peso ideal de cosecha de palta 'Hass' puede variar entre 250 y 350 gr. por fruta. Es el peso que tiene mayor aceptación entre los consumidores (Franciosi, s.f.).

## **2.3.2 Índices Químicos**

### **a. Porcentaje de Materia Seca**

Se ha visto que un parámetro de fácil utilización para comenzar la cosecha es el porcentaje de materia seca de la pulpa; existe una clara relación entre la disminución de la humedad, el aumento de materia seca y el porcentaje de aceite. Tanto en California como en España e Israel, el porcentaje mínimo de materia seca es 22 por ciento para el cultivar Hass, lo que corresponde a un 10 por ciento de aceite en el fruto al momento de iniciar la cosecha (Franciosi, s.f.)

### **2.3.3 Índices Paramétricos**

#### **a. Apariencia Interna**

La apariencia del producto es muy importante respecto a la decisión de compra del mismo por el consumidor, y ésta puede ser afectada por una serie de manifestaciones (Toledo, 1996).

### **2.4 Etileno**

El etileno es un hidrocarburo insaturado ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ) y de naturaleza gaseosa, que le da la capacidad de moverse por difusión por los espacios intracelulares, lo cual le permite actuar ante un determinado estímulo ambiental o un determinado proceso de desarrollo (Guadarrama, 2001).

Es un regulador del crecimiento que afecta distintos aspectos del crecimiento, desarrollo y senescencia en tejidos vegetales; siendo fisiológicamente activo a concentraciones muy bajas (menos que 0.1 ppm). La exposición de los productos a este gas acelera su senescencia y deterioro en la mayoría de los casos (Toledo, 1996).

El etileno participa en la vida poscosecha de muchos cultivos hortofrutícolas siendo a menudo perjudicial, al acelerar su senescencia y reducir su vida de anaquel, y algunas veces benéfico, aumentando la calidad del producto al promover una maduración más rápida y uniforme antes de la distribución para su venta al menudeo (Reid, 2007).

#### **2.4.1 Biosíntesis del Etileno**

El etileno se sintetiza a partir del aminoácido metionina en tres reacciones: conversión de metionina a S-adenosil-metionina catalizada por la enzima AdoMet sintasa, una segunda conversión de S-adenosil-metionina a 1-aminociclopropano 1-carboxílico (ACC), reacción catalizada por ACC sintasa (ACS), y por último, el ACC es convertido a etileno en una reacción catalizada por ACC oxidasa (ACO) (Yang y Hoffman, 1984). Figura 1.

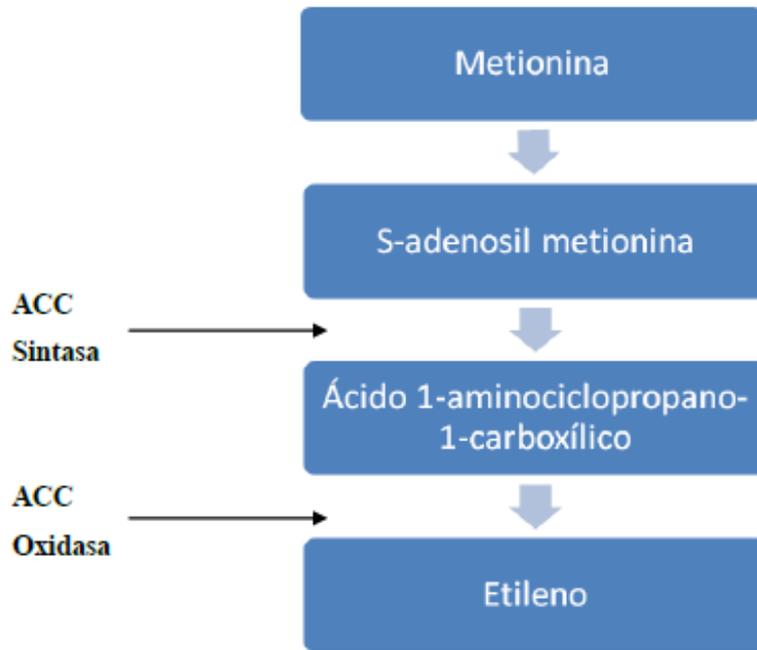


Figura N° 1: Esquema de la ruta de biosíntesis del etileno (Yang y Hoffman, 1984).

Las responsables de percibir el etileno y disparar la respuesta de esta hormona en las células vegetales son unas proteínas, que se localizan en la membrana del retículo endoplasmático y que son capaces de unirse a la molécula de etileno y disparar la cascada de señalización de la respuesta al etileno (Manzano, 2009). La unión de la molécula de etileno con el receptor, “desbloquea” al receptor y conduce a una reacción química en el tejido vegetal que libera el efecto del etileno (Blankenship, 2001). Figura 2.

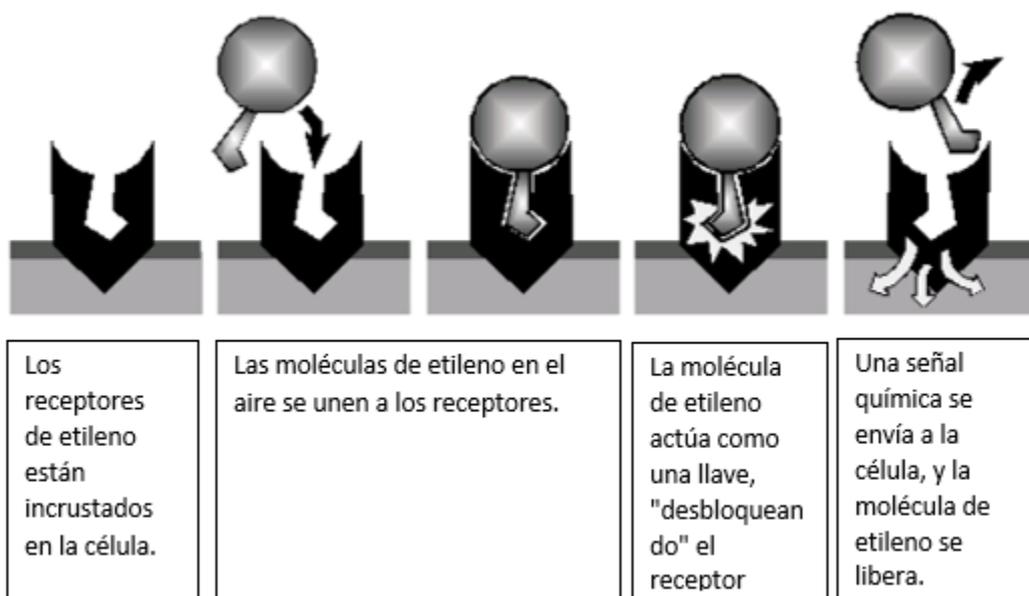


Figura N° 2: Esquema de la acción del etileno (Blankenship, 2001).

## **2.4.2 Efectos del Etileno**

Los frutos climatéricos pueden distinguirse de los no climatéricos en virtud de su respuesta al etileno exógeno y de la pauta de su síntesis durante la maduración organoléptica. Todas las frutas producen pequeñas cantidades de etileno a lo largo de su desarrollo. Sin embargo, durante la maduración organoléptica los frutos climatéricos lo producen en cantidades mucho más elevadas que los no climatéricos (Wills et al., s.f.).

Los efectos del etileno en poscosecha pueden ser deseables o indeseables. Este gas puede usarse externamente para estimular la maduración de frutos climatéricos cosechados al estado verde-maduro. Por el contrario, el etileno tiene efectos negativos en frutos no climatéricos, así como en hortalizas de raíz, tallo, inflorescencias y hojas (Toledo, 1996).

El etileno tiene actividad biológica a concentraciones tan bajas como 0.01 ul/L, de tal forma que las concentraciones exógenas que se aplican para estimular la maduración de los frutos, son muy altas, pero se aplican así para asegurar que por lo menos llegue a nivel de la célula la concentración mínima requerida para desencadenar las respuestas fisiológicas de la maduración (Guadarrama, 2001).

El etileno causa una amplia gama de efectos en las plantas, dependiendo de la edad de la planta y de la sensibilidad de la planta al etileno, Estos efectos pueden ser: la maduración de la fruta, la inducción de la floración, la pérdida de clorofila, el acortamiento de los tallos y la epinastia. Se puede producir cuando las plantas resultan heridas, ya sea mecánicamente o por enfermedad (Blankenship, 2001).

## **2.5 1-Metilciclopropeno**

El 1-MCP está clasificado por la Agencia de Protección del Ambiente de USA como un regulador de crecimiento, con un modo de acción inocuo para el ser humano. Los primeros trabajos y el desarrollo comercial del producto se realizaron en flores, demostrando su efecto al retrasar la senescencia natural. El tratamiento se basa en una aplicación gaseosa del producto en una cámara cerrada (Guillén, 2009).

Debido a que los gases son a menudo difíciles de manejar, el 1-MCP se puso en una formulación sólida. El polvo, cuando se mezcla con agua, liberará el gas 1-MCP en el área cerrada (Blankenship, 2001).

### 2.5.1 Efecto del 1-Metilciclopropeno

El efecto general del 1-MCP en los productos hortofrutícolas, es el de determinar o retrasar la maduración de estos. Sin embargo la acción de este compuesto sobre hortalizas como el brócoli o la lechuga, así como en algunas frutas no climatéricas, cuya maduración o senescencia no está influenciada por el etileno, conllevaría a la aparición de alteraciones en el producto como amarillamientos, etc., que inciden en una pérdida de valor del producto. Para las frutas climatéricas cuya maduración es dependiente del etileno, el éxito de este compuesto se basaría en retrasar la maduración más que detenerla (Guillén, 2009).

Cuando el 1-metilciclopropeno (1-MCP) se une al receptor, no “desbloquea” al receptor y permanece bloqueado en el receptor, evitando la unión del etileno y la reacción química no ocurre (Blankenship, 2001). Figura 3.

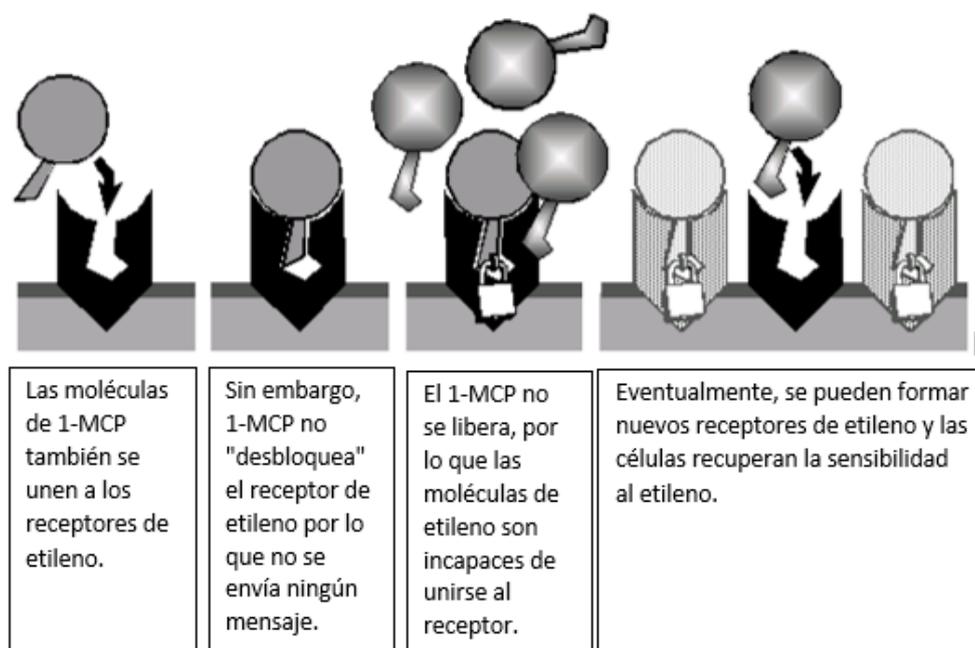


Figura N° 3: Esquema de la acción del 1-MCP (Blankenship, 2001).

El 1-MCP a 100 ppb por 4 horas mantuvo calidad y alargó la vida de anaquel de frutos de aguacate 'Hass', no influyó en la pérdida de peso, pero mantuvo la firmeza y retrasó el cambio de color de cáscara hasta por 4 días adicionales (Osuna et al., 2009).

Se encontró que el 1-MCP en dosis de 200 nL L<sup>-1</sup> retrasó el proceso de maduración indicado por el cambio natural de color de cáscara de verde a negro en condiciones de refrigeración y medio ambiente. También redujo la pérdida de peso en frutos sin refrigeración pero no en frutos refrigerados. En ambas condiciones hizo más lento el ablandamiento de la pulpa, sin afectar la apariencia externa, además disminuyó la incidencia de enfermedades fungosas (Osuna et al., 2005).

El 1-MCP a dosis de 200 nL L<sup>-1</sup> por 12 horas mantuvo calidad y alargó la vida de anaquel bajo condiciones de almacenamiento al ambiente o en refrigeración. No detuvo el proceso de maduración en frutos tirando a negro, el 1-MCP fue más efectivo cuando se aplicó a frutos recién cosechados independientemente de su grado de madurez (contenido de materia seca) (Osuna et al., 2013).

El 1-Metilciclopropeno (1-MCP) inhibió la maduración del aguacate, en las variedades Ettinger, Fuerte, Pinkerton, Hass y Arad. Esto ocurrió al retrasar el punto máximo climatérico del CO<sub>2</sub> y la producción de etileno. En cultivares que producen alrededor de 60-120 ml/kg.h de etileno en el punto máximo climatérico como Hass y Pinkerton, la concentración de 1-MCP para evitar la maduración, fue de 50-150 ppb. Sin embargo en los cultivares que producen de 20-35 ml/kg.h de etileno durante el punto máximo climatérico, como Ettinger y Fuerte, fueron necesarios 300 ppb de 1-MCP para obtener el mismo efecto. El retraso en la maduración estaba correlacionada con la disminución del ablandamiento de la fruta y la reducción de la conductividad eléctrica, que es un buen índice de permeabilidad de la membrana (Pesis et al., 2003).

El producto 1-MCP redujo la velocidad de maduración de la palta 'Hass', efecto que se comprobó por un atraso en el ablandamiento y en el cambio a negro en el color de la piel, 200 ppb de 1-MCP atrasó la madurez de consumo de la palta. (Zoffoli et al., s.f.).

El 1-MCP retrasó el desarrollo de color, ablandamiento, sólidos solubles totales en banano bocadillo, pero los valores finales no presentaron diferencias con el testigo (García, 2014).

La aplicación de 1-Metilciclopropeno en poscosecha, reduce sólo inicialmente la tasa de producción de etileno y la tasa respiratoria de kiwi var. Hayward, aunque en niveles menos marcados que en otras frutas climatéricas. En todo caso este efecto cesa con el avance de la poscosecha. El uso de 1-Metilciclopropeno reduce la pérdida de firmeza de kiwi en almacenamiento refrigerado y tiene un efecto parcial en el periodo de comercialización simulada, independiente de la concentración aplicada (Becerra, 2005).

El 1-MCP en dosis de 100, 200 ó 300 nL L<sup>-1</sup> alargó la vida útil de los frutos de ciruela mexicana fenotipo amarillo hasta por 3 días adicionales con respecto al testigo, para alcanzar así 9 y 7 días de vida de anaquel en frutos sazones y tres cuartos, respectivamente. El 1-MCP disminuyó la respiración y la pérdida de peso de frutos sazones, pero no de frutos en tres cuartos de maduración, retrasó el desarrollo de color externo y mantuvo firmeza del fruto, sin afectar su contenido de sólidos solubles totales (Osuna et al., 2011).

El 1-MCP sin tratamiento hidrotérmico disminuyó la velocidad de respiración, no influyó en la pérdida de peso, mantuvo cuatro veces más la firmeza y retrasó el cambio de color de pulpa y el aumento de sólidos solubles; sin embargo, bajo tratamiento hidrotérmico por 5 min el 1-MCP incrementó la velocidad de respiración, no influyó en la pérdida de peso, mantuvo dos veces más la firmeza de la pulpa, retrasó el desarrollo de color de pulpa y mantuvo sin cambios los sólidos solubles (Osuna et al., 2007).

El 1-MCP no afectó la mayoría de variables de calidad pero retrasó significativamente la velocidad de respiración y la producción de etileno así como el ablandamiento de la pulpa de los frutos de Jaca, lo que permitió prolongar la vida anaquel hasta por 8 y 12 días a 100 y 300 nL/L respectivamente (Mata, 2007).

Se ha reportado que el tratamiento con 1-MCP puede controlar también las alteraciones internas en peras. Un tratamiento con 300 nL L<sup>-1</sup> de 1-MCP puede controlar la aparición

de descomposición interna en peras “Bartlett” cosechadas en diferentes estados de madurez y conservadas durante 180 días a -1°C (Villalobos-Acuña et al., 2011).

### **2.5.2 Factores que influyen en la efectividad de los tratamientos**

El éxito del tratamiento con 1-MCP depende de varias cosas. La concentración del gas 1-MCP debe ser suficiente para saturar los receptores y competir con cualquier etileno presente. El tiempo de tratamiento debe ser lo suficientemente largo como para que el gas se libere y penetre el tejido de la planta. La temperatura influirá en el tiempo necesario para lograr el efecto del tratamiento. No hay ningún problema en el uso de 1-MCP para tratar los productos en el almacenamiento en frío, también se puede utilizar a temperatura ambiente, aunque esto no permita una vida poscosecha óptima. El monitoreo de la cadena de frío es una buena idea. La madurez del producto vegetal afectará los resultados. Si la fruta está demasiado madura o las flores demasiado viejas, el 1-MCP no funcionará bien. En algunos casos, el efecto de 1-MCP es permanente. En otros productos vegetales, los efectos del tratamiento con 1-MCP pueden desaparecer y esto depende, en parte, de la concentración de 1-MCP aplicada (Blankenship, 2001).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Lugar

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Productos Hortícolas de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Latitud: 12° 04' 58.47'' S
- Longitud: 76° 56' 52.01'' O
- Altitud: 241 m.s.n.m.
- Departamento: Lima
- Provincia: Lima
- Distrito: La Molina

#### 3.2 Clima

El ensayo tuvo una duración de veinte días durante los cuales los frutos de palto se almacenaron a medio ambiente, bajo las siguientes condiciones de Temperatura y Humedad Relativa.

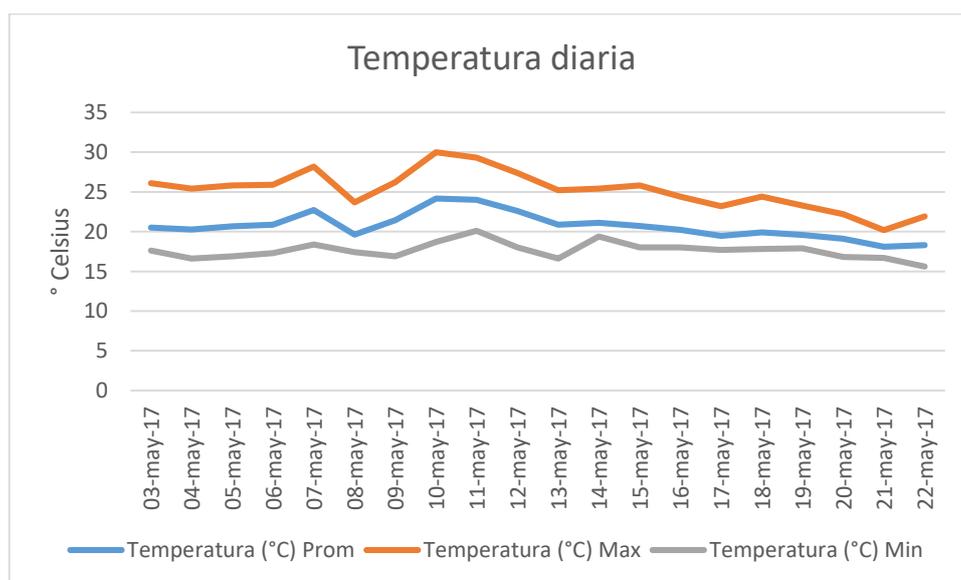


Figura N° 4: Temperaturas promedio, máxima y mínima en grados Celsius durante los días de evaluación. (SENAMHI, 2017)

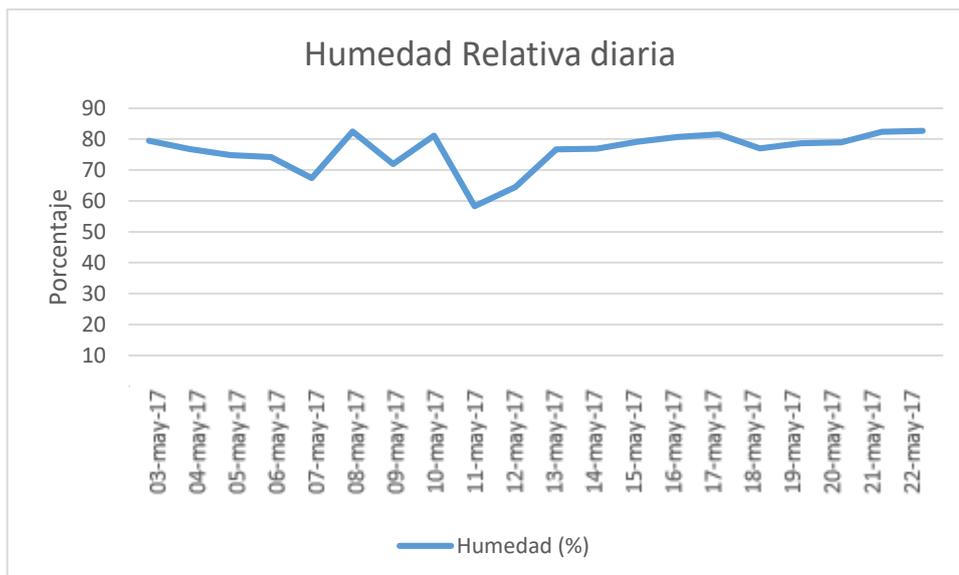


Figura N° 5: Valores en porcentaje de Humedad Relativa promedio durante los días de evaluación (SENAMHI, 2017).

### 3.3 Materiales y Equipos

#### 3.3.1 Material Genético

Se utilizaron frutos de *Persea americana* Mill del cultivar Hass en madurez fisiológica, procedente de la empresa ARA Export SAC de Casma.

#### 3.3.2 Materiales de Laboratorio

- Cajas de tecnopor
- Penetrómetro Effegi
- Micropipeta de precisión
- Estufa
- Balanza
- Placas petri
- Cuchillo
- Bandejas
- Papel toalla
- Cuaderno

- Lapiceros
- Marcador indeleble
- Cinta adhesiva

### 3.4 Metodología

Los frutos de palto se clasificaron por calibres y se eliminaron los frutos con daños, dejando solo frutos en óptimas condiciones de tal forma que ningún otro factor interfiera en la maduración del producto. Se utilizaron frutos lo más homogéneos posibles.

Cada tratamiento contó con 6 repeticiones y cada repetición con 4 frutos de *Persea americana* Mill cv Hass. Los tratamientos se realizaron en cajas herméticas de tecnopor, ya que el 1-Metilciclopropeno es aplicado en forma gaseosa, debido a la combinación del Ethylbloc ® y agua. Cada tratamiento tuvo una duración de 16 horas.

### 3.5 Tratamientos a evaluar

Se evaluó el efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) en diferentes concentraciones, tomando como referencia la dosis recomendada en la ficha técnica del producto (Ethylbloc ®).

Cuadro N° 1: Concentraciones usadas de 1-MCP para los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Producto	Cantidad	Concentración de 1-MCP
T0	-	-	0 ppb
T1	Ethylbloc ®	10 mg Ethylbloc ® + 0.35 ml Agua destilada	250 ppb
T2	Ethylbloc ®	20 mg Ethylbloc ® + 0.70 ml Agua destilada	500 ppb
T3	Ethylbloc ®	30 mg Ethylbloc ® + 1.05 ml Agua destilada	750 ppb

El ensayo se instaló bajo el diseño experimental completo al azar (DCA), con 4 tratamientos y 6 repeticiones.

### 3.6 Análisis estadístico

Luego de recolectado los datos se procedió a realizar el análisis de variancias, para la comparación de medias de las variables paramétricas se utilizó la prueba de Tukey al 5 por ciento de probabilidad, y para las variables no paramétricas se utilizó la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Kruskal-Wallis al 5 por ciento de probabilidad.

### 3.7 Variables evaluadas

- **Porcentaje de pérdida de peso diario:** Una fruta de cada unidad experimental fue pesada todos los días, teniendo como dato inicial el peso de la fruta después del tratamiento y los pesos diarios, luego se calculó el porcentaje de pérdida de peso diario.
- **Porcentaje de color (negro):** Cada 5 días se evaluó una fruta por unidad experimental, observando el porcentaje de color de cáscara negra característica que toma la palta 'Hass' cuando ya está madura.
- **Firmeza:** Cada 5 días se evaluó una fruta por unidad experimental, con el penetrómetro Effegi y con la punta de 5/16 pulgadas (0.79 cm.), se tomaron dos datos de lados opuestos de la parte central del fruto y utilizando el promedio como dato final.
- **Porcentaje de materia seca:** Cada 5 días se evaluó una fruta por unidad experimental, se pelaron los frutos y se cortó la pulpa en rodajas. Luego se pesó 50 g de pulpa en una placa Petri y se llevó a estufa durante 48 horas a 70° C.
- **Apariencia interna:** Cada 5 días se evaluó una fruta por unidad experimental, se realizó un corte coronal a la fruta, de tal forma que se muestre la mayor área interna. Se observó la apariencia interna y se clasificó según una escala jerárquica del 1 al 5, donde 1 es una excelente apariencia interna y 5 es muy mala apariencia interna.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Porcentaje y tasa de pérdida de peso diario en frutos.

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en todas las evaluaciones. Se muestra un ejemplo del análisis de variancia realizado a la evaluación del décimo día y como se observa no hubo diferencia significativa (Cuadro N° 2). Para todos los demás días se realizó de la misma manera, obteniéndose los mismos resultados. Los valores en promedio expresan una mayor pérdida de peso diario en los tratamientos con aplicación de 1-MCP, en donde a menor dosis mayor es la pérdida de peso, siendo el tratamiento testigo el que perdió menos peso (Figura N° 6). Por otro lado, la curva de la tasa de pérdida de peso es similar para todos los tratamientos, donde durante los primeros seis días fue similar y en el séptimo y octavo día presentaron los valores más bajos, pero al día siguiente sufrieron un ascenso considerable, siendo este valor el más alto de las evaluaciones, para de ahí seguir la tendencia e ir reduciendo el valor de porcentaje de pérdida de peso (Figura N° 7).

Cuadro N° 2: Análisis de Variancias (ANOVA) de la pérdida de peso a los 10 días de iniciado el ensayo.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	3.544	1.181	0.686	0.581
Residuals	10	17.224	1.722		

Como  $Pvalue = 0.581 > \alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

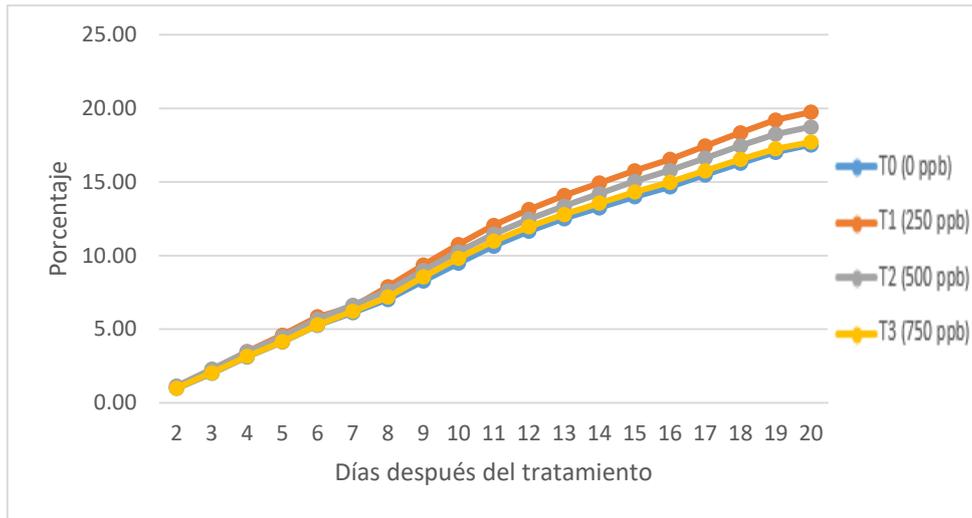


Figura N° 6: Porcentaje promedio de pérdida de peso diario en frutos de palta cv. Hass bajo diferentes tratamientos de 1-MCP.

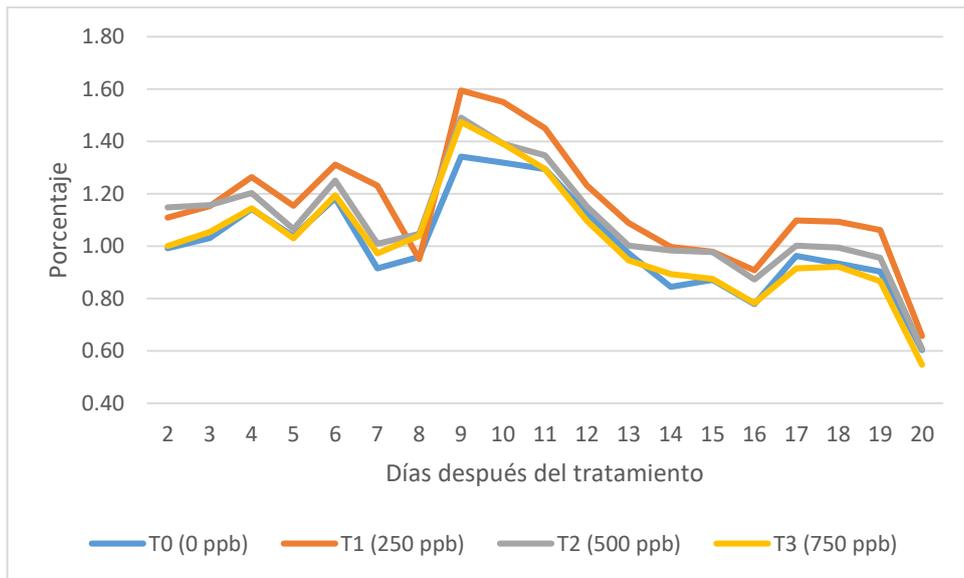


Figura N° 7: Tasa de pérdida de peso diario en frutos de palta cv. Hass bajo diferentes tratamientos de 1-MCP.

Osuna et al. (2005) menciona que el 1-MCP a una dosis de 200 ppb influye en la pérdida de peso en frutos sin refrigeración. Osuna et al. (2009) menciona que el 1-MCP a una dosis de 100 ppb por 4 horas, no tuvo efecto en la pérdida de peso. Osuna et al. (2011) dice que a diferentes dosis de 1-MCP disminuyó la pérdida de peso en frutos sazones de ciruela mexicana. Osuna et al. (2007) menciona que el uso de 1-MCP en mango Keitt sin tratamiento hidrotérmico no influyó en la pérdida de peso. Algunos ensayos citados no

coinciden con los resultados obtenidos. El 1-MCP aparentemente no tuvo efecto en la reducción de la tasa de transpiración en los frutos de palta 'Hass'. Las causas por las cuales no existe un efecto significativo de 1-MCP en la reducción de la pérdida de peso pueden ser varias, siendo la homogeneidad de las muestras una de las más importantes, ya que no todos los frutos de palta tienen el mismo estado de maduración, no son del mismo calibre, el contenido de materia seca es diferente, etc. Otro factor a considerar es la asociación del efecto del 1-MCP con la conservación en frío, pudiendo lograr mejores resultados ya que el almacenaje a temperatura ambiente no permite una vida poscosecha óptima. El número de repeticiones también es importante, mientras haya más repeticiones el error se disminuirá y los datos tendrán mayor grado de confiabilidad.

#### **4.2 Porcentaje de color de cáscara**

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se muestra un ejemplo del análisis realizado en la tercera evaluación realizada a los quince días, obteniéndose los mismos resultados en las otras fechas de evaluación (Cuadro N° 3). El cambio de color a los cinco días después del tratamiento no se presentó y se mantuvo con una predominancia del verde inmaduro como color de fondo (Figura N° 8). A los diez días se presentaron cambios de color en los diferentes tratamientos, teniendo la presencia de todos los niveles de porcentaje de color en los diferentes tratamientos (Figura N° 9). A los quince días el cambio de color en las frutas fue similar a la evaluación anterior, pero no se encontró frutas con nivel dos (Figura N° 10). A los veinte días existe una predominancia del nivel cinco de cambio de color, siendo el tratamiento tres (750 ppb) el que presentó el menor porcentaje de frutas bajo este nivel de color y el tratamiento dos (500 ppb) con todas las frutas con más del 85 por ciento de color negro (Figura N° 11).

Cuadro N° 3: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la tercera evaluación de la variable porcentaje de color de cáscara.

Prueba Kruskal-Wallis		Color		
<b>KRUSKAL-WALLIS</b>	Prueba Chi-Cuadrado	<b>Estadístico</b>	<b>Pvalor</b>	<b>Sig</b>
		1.411839	0.702762	ns
<b>COMPARACIONES</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rangos</b>	<b>Mediana</b>	<b>Sig</b>
	T0	10.4	4.0	a
	T1	9.0	1.0	a
	T2	13.3	4.5	a
	T3	10.2	4.0	a

DIA 15  
No se rechaza Ho.

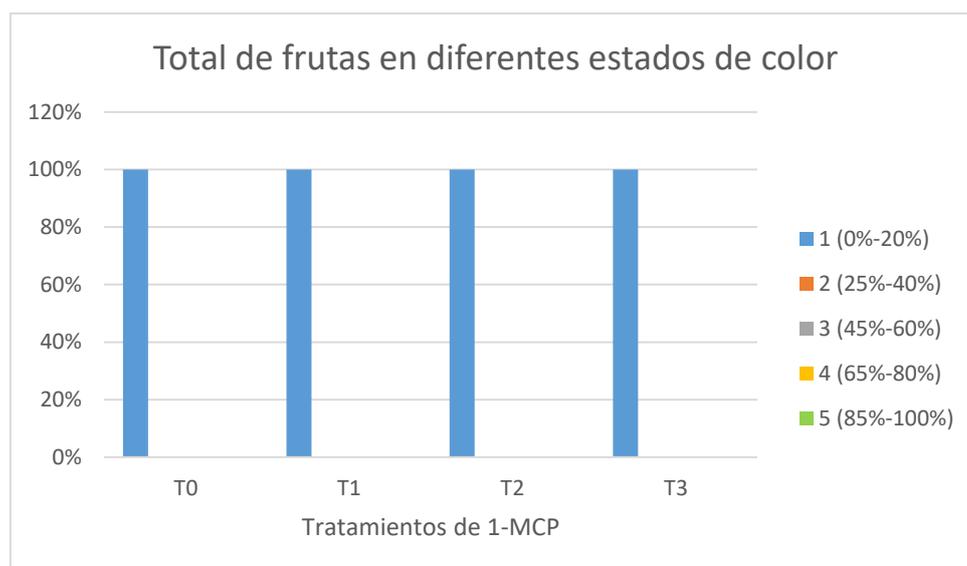


Figura N° 8: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los cinco días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.

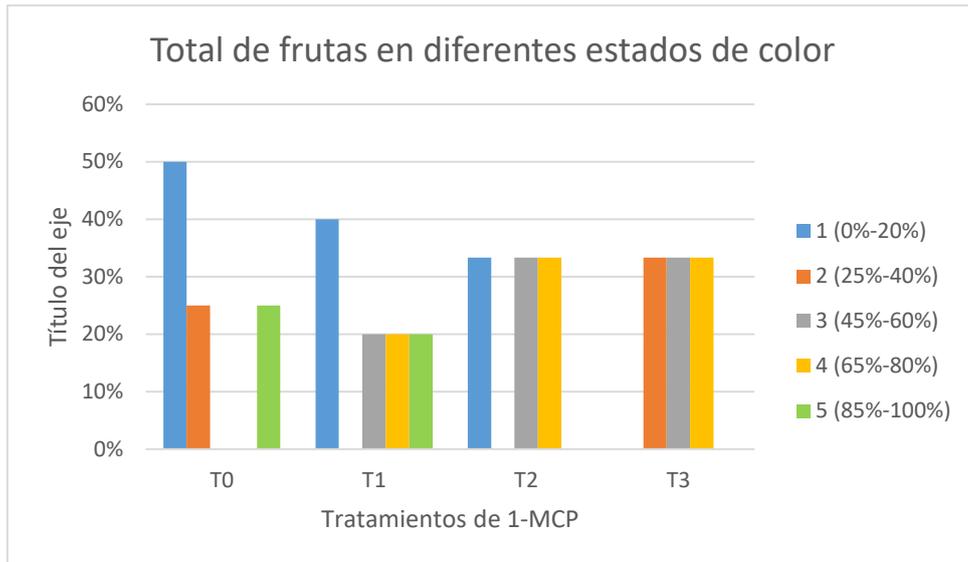


Figura N° 9: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los diez días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.

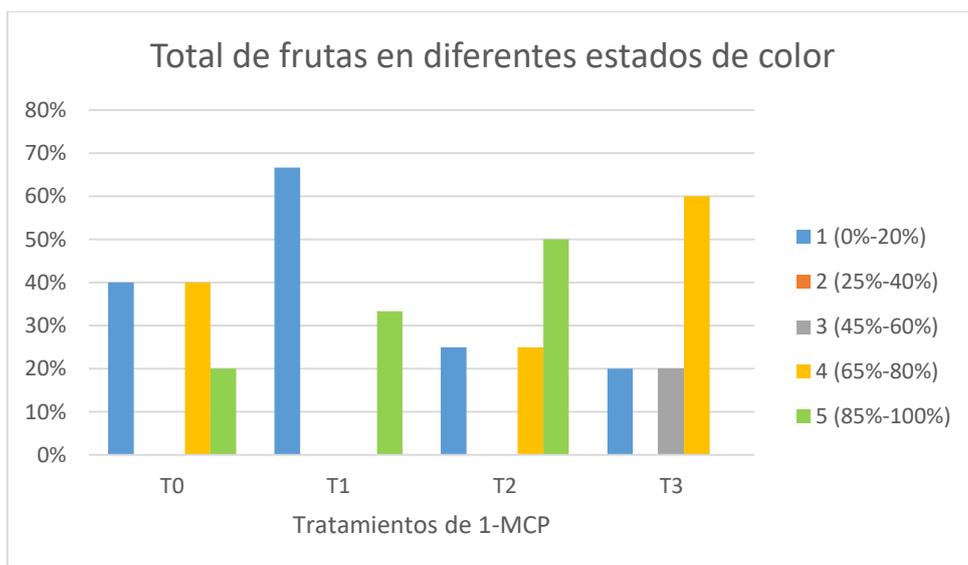


Figura N° 10: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los quince días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.

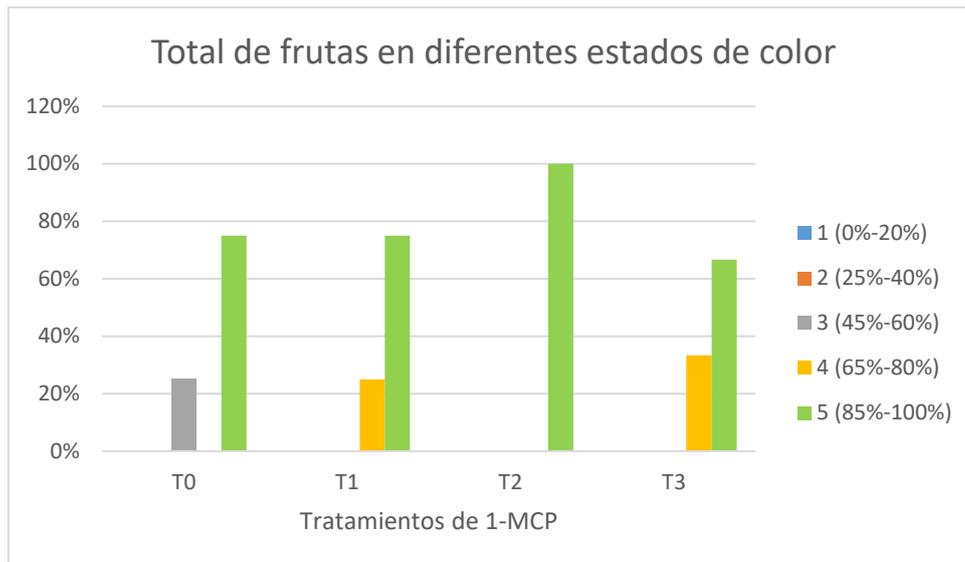


Figura N° 11: Porcentaje de frutos según el estado de color de la cáscara a los veinte días bajo los diferentes tratamientos de 1-MCP.

Osuna et al. (2005), Osuna et al. (2009) y Osuna et al. (2011) mencionan que diferentes dosis de 1-MCP retrasó el cambio natural de color de cáscara de verde a negro. Zoffoli et al. (s.f.) menciona que el 1-MCP redujo el cambio de color de piel de la palta ‘Hass’. García (2014) menciona que el 1-MCP retrasó el desarrollo de color. Las citas mencionadas no coinciden con los resultados obtenidos en el presente ensayo. Es muy probable que los diferentes tratamientos de 1-MCP no hayan tenido efecto en la actividad enzimática relacionada a la degradación de la clorofila o con la síntesis de carotenoides. Existen diferentes causas por las cuales no existe un efecto significativo del 1-MCP en el tiempo de cambio del color verde al color negro de la cáscara, la homogeneidad de las muestras la más importante, ya que no todos los frutos de palta tienen el mismo estado de maduración, no son del mismo calibre, el contenido de materia seca es diferente, etc. Otro factor a considerar es la asociación del efecto del 1-MCP con la conservación en frío, ya que el almacenaje a temperatura ambiente no permite una vida poscosecha óptima. El número de repeticiones también es importante, mientras haya más repeticiones el error se disminuirá y los datos tendrán mayor validez.

### 4.3 Firmeza

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos para ambos análisis estadísticos (Cuadro N° 4 y Cuadro N° 5). En el caso de las evaluaciones de

firmeza, sólo se consideraron para el análisis estadístico los datos de los días cinco y veinte después del tratamiento, porque en las otras dos evaluaciones la variabilidad de datos era demasiada alta, debido a los diferentes grados de madurez de los frutos evaluados. La firmeza a los cinco días fue mayor en los tratamientos con la más baja (250 ppb) y alta dosis (750 ppb), los cuales mantuvieron la firmeza de un fruto recién cosechado (13 Kg/F), ambos tratamientos no mostraron diferencia significativa con el tratamiento control, pero numéricamente era inferior, el tratamiento con la dosis media (500 ppb) fue el que tuvo la menor firmeza en promedio (Figura N° 12). A los veinte días los tratamientos con 1-MCP fueron los que tuvieron los valores más altos de firmeza, teniendo a la dosis de 250 ppb como el tratamiento que retrasó más la pérdida de la firmeza, seguido de la dosis de 750 ppb. El tratamiento testigo fue el que menor firmeza promedio mostró. (Figura N° 13).

Cuadro N° 4: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la primera evaluación de la variable firmeza. .

		Prueba Kruskal-Wallis	Firmeza día 5		
<b>KRUSKALL-WALLIS</b>		Prueba Chi-Cuadrado	<b>Estadístico</b>	<b>Pvalor</b>	<b>Sig</b>
			9.9743	0.0188	*
<b>COMPARACIONES</b>					
<b>COMPARACIONES</b>		<b>Tratamientos</b>	<b>Rangos</b>	<b>Mediana</b>	<b>Sig</b>
		T0	10.6	13.0	a
		T1	12.5	13.0	a
		T2	4.9	8.7	b
		T3	12.5	13.0	a

Cuadro N° 5: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la cuarta evaluación para la variable firmeza.

KRUSKALL-WALLIS	Prueba Kruskal-Wallis	Firmeza día 20		
	Prueba Chi-Cuadrado	Estadístico	Pvalor	Sig
		9.8034	0.0203	*
<b>COMPARACIONES</b>				
COMPARACIONES	Tratamientos	Rangos	Mediana	Sig
	T0	2.5	0.26	b
	T1	11.5	0.80	A
	T2	8.7	0.65	A
	T3	7.7	0.60	A

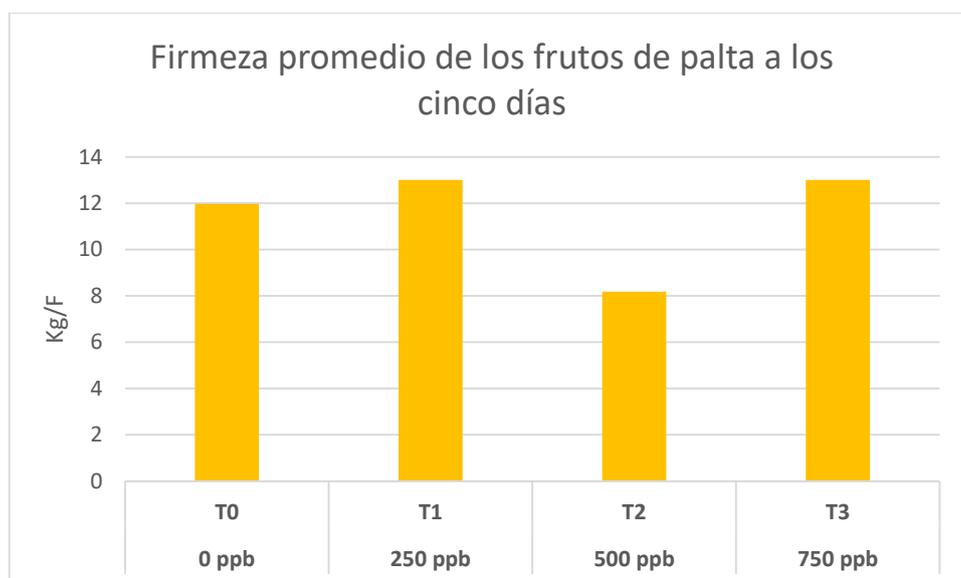


Figura N° 12: Firmeza promedio en frutos de palta cv. Hass a los cinco días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.

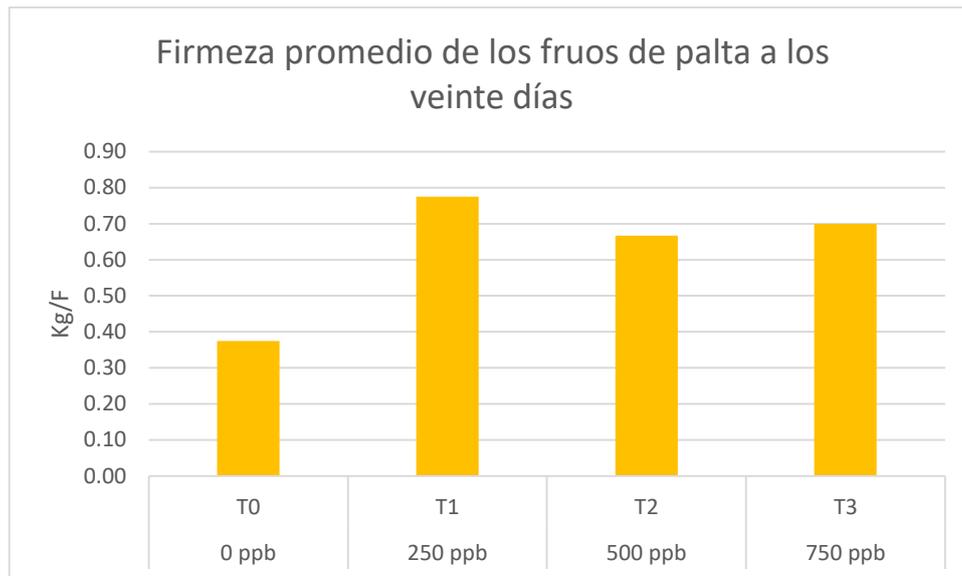


Figura N° 13: Firmeza promedio en frutos de palta cv. Hass a los veinte días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.

Osuna et al. (2005), Osuna et al. (2007), Osuna et al. (2009), Osuna et al. (2011), Persis et al. (2003), Zoffoli et al. (s.f.), García (2014), Becerra (2005) y Mata (2007), mencionan que el 1-MCP hace más lento el ablandamiento de la pulpa, mantuvo la firmeza por más días, lo que coincide con el ensayo realizado. El 1-MCP tuvo efecto en la degradación de las pectinas y otros polisacáridos, permitiendo retrasar el tiempo de degradación de las sustancias pécticas presentes en las paredes celulares, manteniendo la pulpa más firme por un mayor número de días a comparación de los frutos que no tuvieron ninguna aplicación química.

#### 4.4 Porcentaje de materia seca

Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se muestra un ejemplo del análisis realizado en la segunda evaluación realizada a los diez días, obteniéndose los mismos resultados para las otras evaluaciones (Cuadro N° 6). Los datos obtenidos en las evaluaciones arrojaron valores de materia seca muy similares tanto entre tratamientos, como en las cuatro evaluaciones (durante los 20 días) (Figura N° 14). Si bien no existe una diferencia significativa entre las evaluaciones, se puede apreciar un incremento del promedio total de materia seca al pasar de los días.

Cuadro N° 6: Análisis de Variancias (ANOVA) del porcentaje de materia seca a los 10 días de evaluación.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	8.69	2.898	0.573	0.644
Residuals	11	55.64	5.058		

Como  $P_{value} = 0.644 > \alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

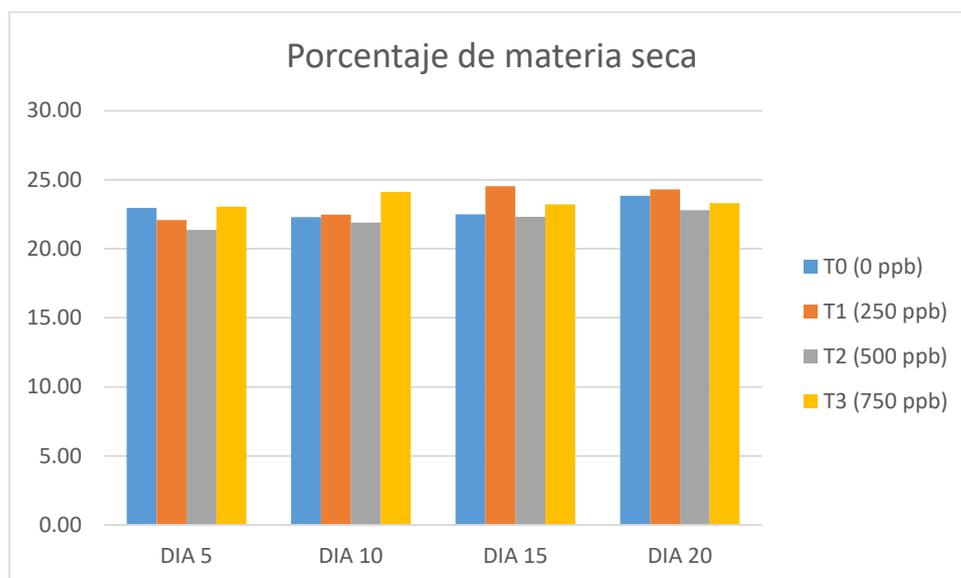


Figura N° 14: Porcentaje promedio de materia seca en frutos de palta cv. Hass en los diferentes tratamientos de 1-MCP.

Osuna et al. (2013) afirma que el 1-MCP fue más efectivo cuando se aplicó a frutos recién cosechados independientemente de su grado de madurez (contenido de materia seca), esta cita coincide con el ensayo, ya que los tratamientos fueron realizados días después de la cosecha. La pérdida de peso en el tiempo influye en el aumento de materia seca, la pérdida de peso promedio en los frutos de palto cv. Hass en este ensayo no fue tan diferenciado, por lo tanto, en el porcentaje promedio de materia seca la tendencia fue igual. Un factor que pudo influir en los resultados fue la diferencia en el grado de madurez de los frutos, por ende la diferencia en materia seca.

#### 4.5 Apariencia interna

Los resultados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos en la primera y cuarta evaluación realizadas a los cinco y veinte días respectivamente, para las demás evaluaciones no existió diferencia significativa (Cuadro N° 7 y Cuadro N° 8). En el caso de las evaluaciones de apariencia interna, sólo se consideraron para el análisis estadístico los datos de los días cinco y veinte después del tratamiento, porque en las otras dos evaluaciones la variabilidad de datos fue demasiada alta, debido a los diferentes grados de madurez de los frutos evaluados y no existió diferencia significativa. La apariencia interna de los frutos al día cinco fue de condición excelente en la totalidad de los frutos para los tratamientos control, uno (250 ppb) y tres (750 ppb), en el tratamiento dos (500 ppb) la mitad de los frutos mostraron una condición excelente, mientras que la otra mitad fue de apariencia media (Figura N° 15). A los veinte días el efecto del 1-MCP en la conservación de la apariencia interna es más notable, ya que para todas las dosis de 1-MCP, la totalidad de las frutas mostraron una condición excelente, mientras que en el tratamiento control, la mitad de los frutos mostraron una condición excelente y la otra mitad fue de buena apariencia (Figura N° 16).

Cuadro N° 7: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la primera evaluación de la variable apariencia interna.

Prueba Kruskal-Wallis		Apariencia Interna			DIA 5
		Estadístico	Pvalor	Sig	
<b>KRUSKAL-WALLIS</b>	Prueba Chi-Cuadrado	8.4444	0.03767	*	Se rechaza Ho.
	<b>COMPARACIONES</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rangos</b>	<b>Mediana</b>	<b>Sig</b>	
	T0	9.5	1.0	b	
	T1	9.5	1.0	b	
	T2	14.5	2.0	a	
	T3	9.5	1.0	b	

Cuadro N° 8: Prueba de Kruskal-Wallis en datos de la cuarta evaluación de la variable apariencia interna.

Prueba Kruskal-Wallis		Apariencia interna			DIA 20
		Estadístico	Pvalor	Sig	
<b>KRUSKAL-WALLIS</b>	Prueba Chi-Cuadrado	5.4167	0.1437	*	Se rechaza Ho.
	<b>COMPARACIONES</b>				
<b>COMPARACIONES</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Rangos</b>	<b>Mediana</b>	<b>Sig</b>	
	T0	10.0	1.5	a	
	T1	6.5	1.0	b	
	T2	6.5	1.0	b	
	T3	6.5	1.0	b	

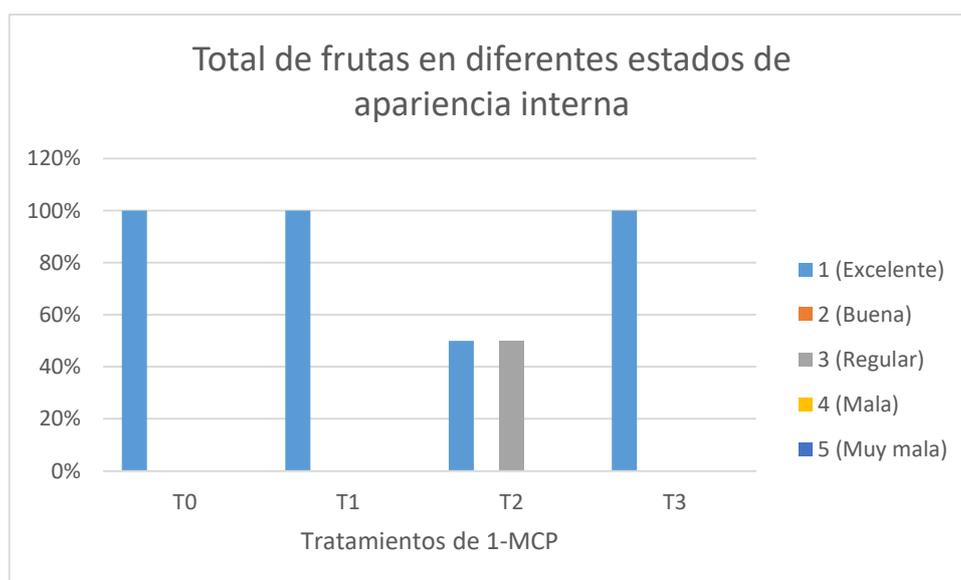


Figura N° 15: Apariencia interna promedio en frutos de palta cv. Hass a los cinco días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.

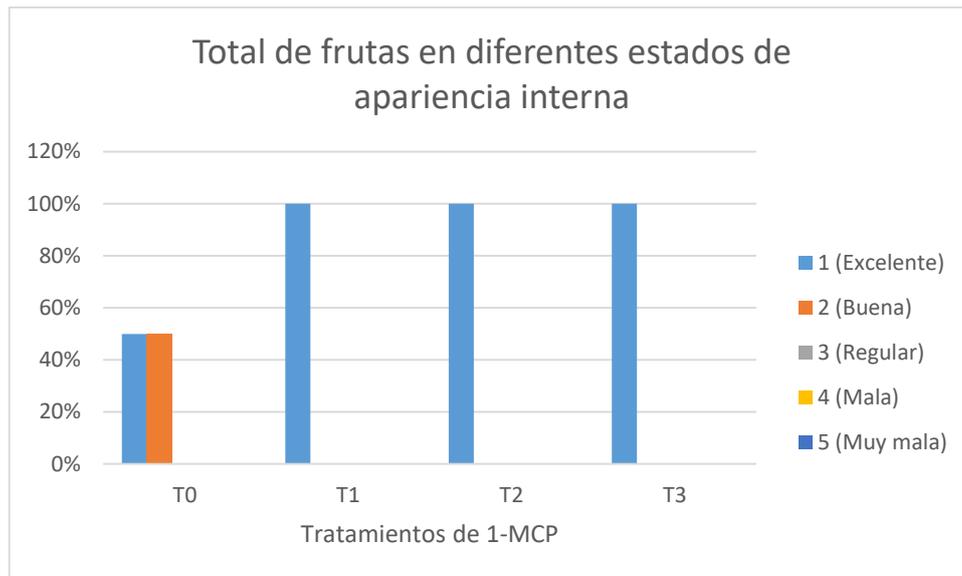


Figura N° 16: Apariencia interna promedio en frutos de palta cv. Hass a los veinte días después del tratamiento con 1-MCP a diferentes concentraciones.

Villalobos-Acuña et al. (2011) mencionan que un tratamiento de 1-MCP a una dosis de 300 ppb pudo controlar la aparición de descomposición interna en peras ‘Bartlett’ cosechadas en diferentes estados de madurez y conservadas durante 180 días a  $-1^{\circ}\text{C}$ . Esto coincide con los resultados obtenidos en este ensayo, en especial con el análisis realizado a los frutos con 20 días de almacenamiento, donde existe el efecto del 1-MCP sobre los frutos de palta ‘Hass’. El 1-MCP tiene un efecto positivo en la conservación de la apariencia interna de los frutos de palta cv. Hass, pudiendo actuar en el retraso de la formación de antocianinas y otros compuestos fenólicos que son los responsables en el oscurecimiento de la pulpa.

## V. CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones de medio ambiente. el 1-Metilciclopropeno tiene efecto en la vida poscosecha de frutos de palta 'Hass' en las variables firmeza y en la apariencia interna, teniendo una mejor respuesta con las aplicaciones de 250 ppb, seguido de las aplicaciones de 750 ppb y por último la dosis de 500 ppb.
2. La pérdida de peso diario fue inversamente proporcional a las concentraciones de 1-MCP aplicados en los frutos, es decir, que los frutos de palta 'Hass' aplicadas con la menor dosis (250 ppb) fueron las que perdieron más peso, y los frutos con la mayor dosis (750 ppb) fueron los que perdieron menos peso al pasar de los días, sin embargo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos.
3. El 1-MCP no afecto los parámetros de porcentaje de materia seca y color en los frutos de palta 'Hass'.

## VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar muestras lo más homogéneas posibles, tanto en calibre, peso y grado de madurez, así podremos obtener datos de mayor nivel de confianza, reduciendo el error experimental.
- Aumentar el número de repeticiones por tratamiento, ya que si por algún factor externo tenemos que eliminar muestras para que no alteren los datos, estos serían compensados por las demás y así mantener en un valor bajo el coeficiente de variabilidad.
- Una vez los frutos estén tratados con el 1-MCP, los tratamientos deben ser separados entre ellos, si es posible deberían estar en diferentes ambientes, para así evitar que los frutos con 1-MCP influyan a los frutos del tratamiento control y viceversa.
- Se recomienda hacer más ensayos con 1-MCP tanto en frutos de palta como en otras frutas climatéricas, pero hacerlo en almacenamiento en frío, ya que así podemos darles una vida poscosecha óptima.
- En un próximo ensayo se puede agregar como parámetro a evaluar la tasa respiratoria de los frutos o la tasa de emisión de etileno para ver si existe efecto del 1-MCP.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS

1. Amézquita, R; La Gra, J. 1979. A methodological approach to identifying and reduce postharvest food losses. Seminario sobre reducción de pérdidas poscosecha de los productos agrícolas en el área del Caribe y América Central. IICA-FAO. Sto. Domingo, RD.
2. Blankenship, S. M. 2001. Ethylene effects and benefits of 1-MCP. *Perishables Handling Quarterly* (University of California) 108: 2-4.
3. Bourne, M. 1977. The neglected dimension in increasing de world food supply. Mimeograph no. 53. Cornell University, Ithaca, NY, US.
4. Bustamante, D. 2017. Calidad para consolidad mercados. ProHass informa, Revista de la Asociación de Productores de Palta Hass del Perú no. 11: 5
5. Becerra, O. 2005. Evaluación del 1-MCP (1-Metilciclopropeno), como inhibidor de etileno en la maduración de frutos de kiwi. (en línea). Santiago, Chile. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101765/becerra\\_o.pdf?sequence=4](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101765/becerra_o.pdf?sequence=4)
6. Chakraverty, A; Singh, RP. 2014. *Postharvest Technology and Food Process Engineering*. Boca ratón, FL, US. CRC Press Taylor & Francis Group. 551 p.
7. Coursey, D.; Proctor, F. 1975. Toward the quantification of postharcest losses in horticultural production. *Acta Horticulturae*. Vol. 49.
8. Dong, L; Lurie, S; Zhou, H. W. 2002. Effect of 1-Methylcyclopropene on Ripening of ‘Canino’ apricots and ‘Royal Zee’ plums. *Postharvest Biology and Technology* 23: 105-115.
9. Franciosi, F. s.f. *El Palto: Producción, Cosecha y Post-cosecha*. Lima, Perú. s.e. 226 p.

10. García, J; Gómez, C; Herrera, A. 2014. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) en el comportamiento poscosecha de banano bocadillo (*Musa acuminata* AA, simonds). (en línea). Valencia, España. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/272480083\\_Efecto\\_del\\_1-Metilciclopropeno\\_1-MCP\\_en\\_el\\_comportamiento\\_poscosecha\\_de\\_banano\\_bocadillo\\_Musa\\_acuminata\\_AA\\_Simmonds](https://www.researchgate.net/publication/272480083_Efecto_del_1-Metilciclopropeno_1-MCP_en_el_comportamiento_poscosecha_de_banano_bocadillo_Musa_acuminata_AA_Simmonds)
11. Guadarrama, A. 2001. Fisiología Poscosecha de Frutos. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 139 p.
12. Guillén, F. 2009. 1-MCP como estrategia de conservación. Revista Horticultura Internacional. no. 69. 8 p.
13. Horney, M. 2017. Exportación de Palta Hass en el 2017: Se espera una buena campaña. ProHass informa, Revista de la Asociación de Productores de Palta Hass del Perú no. 11: 24-27
14. Kader, A. s.f. Índices de madurez, Factores de calidad, Normalización e Inspección de productos hortícolas. In Yahia, E; Higuera, I. 1992. Fisiología y Tecnología Poscosecha de Productos Hortícolas. Noriega Editores. México D.F. Editorial Limusa. 303 p.
15. Kader, A. 2007. Tecnología Poscosecha de Cultivos Hortofrutícolas: Biología y Tecnología Poscosecha: un Panorama. Trad. C. Pelayo-Zaldivar. 3 ed. California, US. Universidad de California, División de Agricultura y Recursos Naturales. 570 p.
16. Manzano, S. 2009. Regulación genética de la determinación sexual en Cucurbita pepo: clonación, caracterización y análisis funcional de genes implicados en la biosíntesis, percepción y respuesta a etileno. Tesis doctoral. Universidad de Almería.
17. Mata, M; Osuna, J; Hernández, A; Ochoa, M; Tovar, B. 2007. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre la fisiología y calidad de frutos de Jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). (en línea). México. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshXIII37.pdf>

18. Osuna, J; Zamora, L; Salazar, S; Goenaga, R. 2009. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre el proceso de maduración de frutos de aguacate 'Hass'. (en línea). Medellín, Colombia. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <http://www.ars-grin.gov/may/documents/2009-Aguacate-Congress-Presentation.pdf>
19. Osuna, J; Beltrán, J; Vásquez, V. 2005. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) sobre el comportamiento poscosecha del aguacate 'Hass'. (en línea). Chapingo, México. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028101>
20. Osuna, J; Gómez, A; Zamora, L; Goenaga, R. 2013. Efecto poscosecha del 1-MCP en aguacate 'Hass' cultivado en México. (en línea). s.l. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <http://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/107040-Evaluacion-poscosecha-del-1-MCP-en-aguacate-'Hass'-cultivado-en-Mexico.html>
21. Osuna, J; Pérez, H; Vásquez, V; Gómez R. 2011. Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) y su efecto en ciruela mexicana (*Spondias purpurea* L.). (en línea). México. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802011000300011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802011000300011)
22. Osuna, J; Cáceres, M; Montalvo, E; Mata, M; Tovar, B. 2007. Efecto del 1-Metilciclopropeno (1-MCP) y tratamiento hidrotérmico sobre la fisiología y calidad del mango 'Keitt'. (en línea). México. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshXIII35.pdf>
23. Pesis, E; Feygenberg, R; Ben-Arie, V; Hershkovitz, M. Ackerman, D. 2003. Aplicación poscosecha del 1-MCP para mejorar la calidad de varios cultivares de aguacate. (en línea). Granada-Málaga, España. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en [http://www.academia.edu/29965501/Aplicacion\\_poscosecha\\_del\\_1-MCP\\_Para\\_Mejorar\\_La\\_Calidad\\_De\\_Varios\\_Cultivares\\_De\\_Aguacate?auto=download](http://www.academia.edu/29965501/Aplicacion_poscosecha_del_1-MCP_Para_Mejorar_La_Calidad_De_Varios_Cultivares_De_Aguacate?auto=download)

24. PROHASS (Asociación de Productores de Palta Hass del Perú). 2017. Exportación de Palta Hass en el 2017: Se espera una buena campaña. ProHass Informa no. 11: 24-27.
25. PROHASS (Asociación de Productores de Palta Hass del Perú). 2017. Proyectos de Investigación 2017. ProHass Informa no. 11: 33.
26. Reid, M. 2007. Tecnología Poscosecha de Cultivos Hortofrutícolas: El Etileno en la Tecnología Poscosecha. Trad. L. Perez-Flores. 3 ed. California, US. Universidad de California, División de Agricultura y Recursos Naturales. 570 p.
27. SISLER, E. C.; SEREK, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantarum*. 100(3): 577-582.
28. Toledo, J. s.f. Manejo Poscosecha de frutas y hortalizas para exportación. Proyecto TTA. Lima, Perú. Rústica Hualtaco. 60 p.
29. Toledo, J. 1996. Aspectos sobre la fisiología en cosecha y poscosecha de frutas y hortalizas. In Facultad de Agronomía. 1996. Curso teórico práctico sobre fisiología, manejo de cosecha y poscosecha en frutas y hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. s.p.
30. Villalobos-Acuña MG, Biasi WV, Flores S, Jiang CZ, Reid MS, Willits NH, Mitcham EJ. 2011. Effect of maturity and cold storage on ethylene biosynthesis and ripening in “Bartlett” pears treated after harvest with 1-MCP. *Postharvest Biology and Technology* 59: 1-9.
31. Wills, R; Lee, T; McGlasson, W; Hall, E; Graham, D. s.f. Fisiología y Manipulación de frutas y hortalizas post-recolección. Trad. JB Gonzales. Zaragoza, España. Acribia S.A. 195 p.
32. Yang, S; Hoffman, N. 1984. Ethylene Biosynthesis and its regulation in higher plants. California, US. Universidad de California, Davis. 35 p.

33. Zoffoli, J; Callejas, M; Beltrán, T. s.f. 1-Metilciclopropeno: Una herramienta efectiva para controlar la maduración de Palta y relacionarla con la madurez de cosecha. (en línea). Chile. Consultado 7 jun. 2017. Disponible en [http://www.avocadosource.com/papers/Chile\\_Papers\\_A-Z/Y-Z/ZoffoliJuan0000.pdf](http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/Y-Z/ZoffoliJuan0000.pdf)

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1: Análisis estadístico del porcentaje de pérdida de peso diario.

#### PESO DIARIO

#### DIA 2

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.984, df = 3, p-value = 0.5757
```

**Como Pvalue = 0.5757 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.94748, p-value = 0.5223
```

**Como Pvalue = 0.5223 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.0602	0.02007	1.111	0.39
Residuals	10	0.1806	0.01806		
mean	sd	data:n			
T0	0.995000	0.14843629		4	
T1	1.110000	0.08602325		4	
T2	1.146667	0.08621678		3	
T3	1.000000	0.19672316		3	

**Como Pvalue = 0.39 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.65983
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

### DIA 3

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.304, df = 3, p-value = 0.5118
```

**Como Pvalue = 0.5118 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.92075, p-value = 0.2254
```

**Como Pvalue = 0.2254 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.2140	0.07133	1.055	0.411
Residuals	10	0.6759	0.06759		
	mean	sd	data:n		
T0	2.010000	0.2979933	4		
T1	2.250000	0.1516575	4		
T2	2.293333	0.1665333	3		
T3	2.043333	0.3775359	3		

**Como Pvalue = 0.411 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.11255

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

#### DIA 4

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.684, df = 3, p-value = 0.443
```

**Como Pvalue = 0.443 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.92785, p-value = 0.2846
```

**Como Pvalue = 0.2846 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.3903	0.1301	0.823	0.511
Residuals	10	1.5812	0.1581		
	mean		sd	data:n	
T0	3.130000	0.4692547		4	
T1	3.485000	0.2104757		4	
T2	3.466667	0.2538372		3	
T3	3.163333	0.5739628		3	

**Como Pvalue = 0.511 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.01092
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 5

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.8793, df = 3, p-value = 0.4106
```

**Como Pvalue = 0.4106 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.92545, p-value = 0.2631
```

**Como Pvalue = 0.2631 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.6028	0.2009	0.74	0.552
Residuals	10	2.7154	0.2715		

	mean	sd	data:n
T0	4.135000	0.6253266	4
T1	4.597500	0.2741502	4
T2	4.496667	0.3100538	3
T3	4.160000	0.7498667	3

**Como Pvalue = 0.552 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 11.97929
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 6

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.5883, df = 3, p-value = 0.4595
```

**Como Pvalue = 0.4595 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.93182, p-value = 0.3236
```

**Como Pvalue = 0.3236 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.908	0.3026	0.687	0.581
Residuals	10	4.407	0.4407		

	mean	sd	data:n
T0	5.270000	0.7872738	4
T1	5.850000	0.3744329	4
T2	5.686667	0.3957693	3
T3	5.303333	0.9523830	3

**Como Pvalue = 0.581 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.00037
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 7

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.5505, df = 3, p-value = 0.4662
```

**Como Pvalue = 0.4662 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.94144, p-value = 0.4371
```

**Como Pvalue = 0.4371 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	0.600	0.2000	0.318	0.812
Residuals	10	6.281	0.6281		
	mean		sd	data:n	
T0	6.135000	0.9251126		4	
T1	6.525000	0.4623491		4	
T2	6.640000	0.4592385		3	
T3	6.223333	1.1511009		3	

**Como Pvalue = 0.812 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.43426
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 8

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.6576, df = 3, p-value = 0.4475
```

**Como Pvalue = 0.4475 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.93192, p-value = 0.3246
```

**Como Pvalue = 0.3246 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	1.759	0.5863	0.699	0.574
Residuals	10	8.387	0.8387		
	mean	sd	data:n		
T0	7.035000	1.0444935	4		
T1	7.895000	0.5282992	4		
T2	7.620000	0.5282992	3		
T3	7.196667	1.3635371	3		

**Como Pvalue = 0.574 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.30794
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 9

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.5485, df = 3, p-value = 0.4666
```

**Como Pvalue = 0.4666 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.93116, p-value = 0.3167
```

**Como Pvalue = 0.3167 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	2.615	0.8718	0.705	0.571
Residuals	10	12.373	1.2373		
	mean	sd	data:n		
T0	8.282500	1.2418904	4		
T1	9.360000	0.6741414	4		
T2	8.993333	0.6293118	3		
T3	8.556667	1.6719549	3		

**Como Pvalue = 0.571 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.63828
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 10

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.4342, df = 3, p-value = 0.4873
```

**Como Pvalue = 0.4873 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.94114, p-value = 0.4331
```

**Como Pvalue = 0.4331 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	3.544	1.181	0.686	0.581
Residuals	10	17.224	1.722		

	mean	sd	data:n
T0	9.490000	1.4484014	4
T1	10.762500	0.8410856	4
T2	10.260000	0.7188185	3
T3	9.826667	1.9716575	3

**Como Pvalue = 0.581 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.00609
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 11

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.309, df = 3, p-value = 0.5108
```

**Como Pvalue = 0.5108 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95027, p-value = 0.565
```

**Como Pvalue = 0.565 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	4.315	1.438	0.647	0.602
Residuals	10	22.227	2.223		
	mean	sd	data:n		
T0	10.65750	1.663919	4		
T1	12.05750	0.989659	4		
T2	11.46333	0.804073	3		
T3	10.99000	2.201091	3		

**Como Pvalue = 0.602 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.19184
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 12

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.2019, df = 3, p-value = 0.5316
```

**Como Pvalue = 0.5316 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95563, p-value = 0.6509
```

**Como Pvalue = 0.6509 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	4.893	1.631	0.601	0.629
Residuals	10	27.122	2.712		
	mean	sd	data:n		
T0	11.66000	1.8486572	4		
T1	13.14000	1.1216357	4		
T2	12.48333	0.8855695	3		
T3	11.96333	2.4006943	3		

**Como Pvalue = 0.629 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.36283
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

### DIA 13

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.1024, df = 3, p-value = 0.5514
```

**Como Pvalue = 0.5514 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95925, p-value = 0.7107
```

**Como Pvalue = 0.7107 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	5.554	1.851	0.595	0.633
Residuals	10	31.135	3.114		
	mean	sd	data:n		
T0	12.51750	1.9986058	4		
T1	14.08250	1.2037822	4		
T2	13.36333	0.9733619	3		
T3	12.79333	2.5406561	3		

**Como Pvalue = 0.633 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.36251
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

#### DIA 14

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

H0:  $\sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$\alpha=0.05$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
data:  y by trat
Bartlett's K-squared = 1.9412, df = 3, p-value = 0.5847
```

**Como Pvalue = 0.5847 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$\alpha=0.05$

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  ri
W = 0.96086, p-value = 0.7373
```

**Como Pvalue = 0.7373 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	6.48	2.159	0.623	0.616
Residuals	10	34.67	3.467		
	mean	sd	data:n		
T0	13.24750	2.102100	4		
T1	14.93750	1.265659	4		
T2	14.21000	1.094212	3		
T3	13.56667	2.665564	3		

**Como Pvalue = 0.616 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.29463
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 15

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances  
data: y by trat  
Bartlett's K-squared = 1.7812, df = 3, p-value = 0.619
```

**Como Pvalue = 0.619 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test  
data: ri  
W = 0.96321, p-value = 0.7753
```

**Como Pvalue = 0.7753 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	7.17	2.390	0.629	0.612
Residuals	10	37.98	3.798		
mean		sd	data:n		
T0	14.005	2.203883	4		
T1	15.770	1.337784	4		
T2	15.050	1.194529	3		
T3	14.320	2.755123	3		

**Como Pvalue = 0.612 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.16646
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 16

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.7084, df = 3, p-value = 0.6351
```

**Como Pvalue = 0.6351 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.96344, p-value = 0.779
```

**Como Pvalue = 0.779 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	8.04	2.679	0.655	0.598
Residuals	10	40.88	4.088		
	mean	sd	data:n		
T0	14.675	2.299819	4		
T1	16.535	1.386326	4		
T2	15.790	1.269961	3		
T3	14.990	2.830053	3		

**Como Pvalue = 0.598 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 13.03313
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 17

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.6971, df = 3, p-value = 0.6376
```

**Como Pvalue = 0.6376 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.96166, p-value = 0.7503
```

**Como Pvalue = 0.7503 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	9.04	3.012	0.671	0.589
Residuals	10	44.90	4.490		
	mean	sd	data:n		
T0	15.49250	2.433384	4		
T1	17.45000	1.443214	4		
T2	16.63000	1.341790	3		
T3	15.76667	2.940363	3		

**Como Pvalue = 0.589 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.95733
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 18

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.7561, df = 3, p-value = 0.6245
```

**Como Pvalue = 0.6245 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95709, p-value = 0.675
```

**Como Pvalue = 0.675 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	10.20	3.399	0.696	0.576
Residuals	10	48.86	4.886		

	mean	sd	data:n
T0	16.2775	2.554348	4
T1	18.3500	1.478535	4
T2	17.4600	1.400393	3
T3	16.5400	3.066480	3

**Como Pvalue = 0.576 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.86697
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 19

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.7513, df = 3, p-value = 0.6256
```

**Como Pvalue = 0.6256 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95329, p-value = 0.6129
```

**Como Pvalue = 0.6129 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	11.52	3.838	0.722	0.562
Residuals	10	53.19	5.319		
	mean	sd	data:n		
T0	17.03000	2.674759	4		
T1	19.21750	1.538579	4		
T2	18.24667	1.466504	3		
T3	17.25667	3.188139	3		

**Como Pvalue = 0.562 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.83876
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## DIA 20

### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 1.7517, df = 3, p-value = 0.6255
```

**Como Pvalue = 0.6255 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir existe homogeneidad de variancias.**

### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.95146, p-value = 0.5836
```

**Como Pvalue = 0.5836 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta  $H_0$ , es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS SE REALIZA EL ANOVA

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	12.01	4.004	0.715	0.565
Residuals	10	55.97	5.597		
	mean	sd	data:n		
T0	17.52750	2.754068	4		
T1	19.74500	1.575870	4		
T2	18.74333	1.504305	3		
T3	17.71000	3.259156	3		

**Como Pvalue = 0.565 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 12.81587
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## ANEXO 2: Análisis estadístico del porcentaje de color de cáscara.

### COLOR DIA 5

	Chisq	p.chisq					
	0	1					
Df	ntr	t.value	alpha	test name.	t		
	3	4	2.200985	0.05	Kruskal-Wallis	trat	
	rank	y	std	r	Min	Max	
T0	10.500000	1.000000	1.892969	5	1	5	
T1	10.500000	1.000000	1.788854	5	1	5	
T2	10.500000	1.000000	1.527525	4	1	4	
T3	10.500000	1.000000	1.000000	6	2	4	
trt	means	M					
1	T3	8.726382	a				
2	T1	8.345525	a				
3	T2	8.166667	a				
4	T0	6.333333	a				

### COLOR DIA 10

	Chisq	p.chisq					
	0.5696855	0.9033357					
Df	ntr	t.value	alpha	test name.	t		
	3	4	2.200985	0.05	Kruskal-Wallis	trat	
	rank	y	std	r	Min	Max	
T0	6.750000	2.250000	1.892969	4	1	5	
T1	8.300000	2.800000	1.788854	5	1	5	
T2	8.000000	2.666667	1.527525	3	1	4	
T3	9.166667	3.000000	1.000000	3	2	4	
trt	means	M					
1	T3	9.166667	a				
2	T1	8.300000	a				
3	T2	8.000000	a				
4	T0	6.750000	a				

COLOR DIA 15

```
Chisq  p.chisq
1.411839 0.702762

Df ntr  t.value alpha          test name.t
  3   4  2.119905  0.05 Kruskal-Wallis  trat

rank          y      std r Min Max
T0 10.40 3.000000 1.870829 5   1   5
T1  9.00 2.333333 2.065591 6   1   5
T2 13.25 3.750000 1.892969 4   1   5
T3 10.20 3.200000 1.303840 5   1   4

trt means M
1  T2 13.25 a
2  T0 10.40 a
3  T3 10.20 a
4  T1  9.00 a
```

COLOR DIA 20

```
Chisq  p.chisq
1.016204 0.7973312

Df ntr  t.value alpha          test name.t
  3   4  2.228139  0.05 Kruskal-Wallis  trat

rank          y      std r Min Max
T0 7.000000 4.500000 1.000000 4   3   5
T1 7.375000 4.750000 0.500000 4   4   5
T2 9.000000 5.000000 0.000000 3   5   5
T3 6.833333 4.666667 0.5773503 3   4   5

trt means M
1  T2 9.000000 a
2  T1 7.375000 a
3  T0 7.000000 a
4  T3 6.833333 a
```

### ANEXO 3: Análisis estadístico de la firmeza.

#### DIA 5

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.875	0.000	0.000	1.030	4.825

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	11.970	1.037	11.542	3.61e-09 ***
tratT1	1.030	1.467	0.702	0.4926
tratT2	-3.795	1.556	-2.440	0.0267 *
tratT3	1.030	1.404	0.733	0.4739

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.319 on 16 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.4434, Adjusted R-squared: 0.339  
F-statistic: 4.248 on 3 and 16 DF, p-value: 0.02184

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	trat
Residuals	3	68.54	22.846	4.248	0.0218 *	
Residuals	16	86.05	5.378			

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Coefficiente de variabilidad  
[1] 19.69024

Shapiro-Wilk normality test

data: rstandard(mod)  
W = 0.7911, p-value = 0.0006384

Non-constant Variance Score Test  
Variance formula: ~ fitted.values  
Chisquare = 20.75155 Df = 1 p = 5.22893e-06

T0	T1	T2	T3
19.24102	0.00000	56.86319	0.00000

#### **APLICANDO UNA TRANSFORMACION**

Analysis of Variance Table

Response: ytb

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	4.5536e+18	1.5179e+18	5.3994	0.009266 **
Residuals	16	4.4978e+18	2.8112e+17		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Shapiro-Wilk normality test

W = 0.81469, p-value = 0.001443

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted.values

Chisquare = 8.204043 Df = 1 p = 0.004179715

### POSIBLE CAUSA

En los datos, el valor del 13 se encuentra repetidas veces medido, lo cual altera la naturaleza de la variable, esto afecta la normalidad y la homogeneidad de varianzas.

### ANALISIS NO PARAMETRICOS

```
Chisq    p.chisq
9.974269 0.01878613
```

```
Df ntr  t.value alpha      test name.t
 3   4 2.119905 0.05 Kruskal-Wallis trat
```

```
rank      y      std r  Min Max
T0 10.600 11.970 2.303150 5  7.85 13
T1 12.500 13.000 0.000000 5 13.00 13
T2  4.875  8.175 4.648566 4  2.30 13
T3 12.500 13.000 0.000000 6 13.00 13
```

```
trt  means M
1  T1 12.500 a
2  T3 12.500 a
3  T0 10.600 a
4  T2  4.875 b
```

### DIA 20

Residuals:

```
Min      1Q      Median      3Q      Max
-0.30000 -0.11250  0.00417  0.06458  0.32500
```

Coefficients:

```
Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 0.37500 0.08756 4.283 0.00160 **
tratT1      0.40000 0.12383 3.230 0.00902 **
tratT2      0.29167 0.13375 2.181 0.05418 .
tratT3      0.32500 0.13375 2.430 0.03546 *
```

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.1751 on 10 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.5413, Adjusted R-squared: 0.4037  
F-statistic: 3.934 on 3 and 10 DF, p-value: 0.04315

```
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
```

```

trat          3 0.3619 0.12063  3.934 0.0431 *
Residuals    10 0.3067 0.03067

```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

No se cumple la linealidad del modelo. Los resultados no serían válidos

Coeficiente de variabilidad

[1] 28.18007

Shapiro-Wilk normality test

data: rstandard(mod)

W = 0.96771, p-value = 0.8446

Non-constant Variance Score Test

Variance formula: ~ fitted.values

Chisquare = 1.220152 Df = 1 p = 0.2693309

COMPARACIONES MULTIPLES

Mean	CV	MSerror
0.6214286	28.18007	0.03066667

Df	ntr	alpha	test	name.t
10	4	0.05	Duncan	trat

	Table	CriticalRange
2	3.151064	0.2980121
3	3.292833	0.3114199
4	3.376283	0.3193122

	y	std	r	Min	Max
T0	0.3750000	0.21794495	4	0.25	0.70
T1	0.7750000	0.08660254	4	0.65	0.85
T2	0.6666667	0.02886751	3	0.65	0.70
T3	0.7000000	0.26457513	3	0.40	0.90

trt	means	M
1	T1 0.7750000	a
2	T3 0.7000000	a
3	T2 0.6666667	ab
4	T0 0.3750000	b

	T0	T1	T2	T3
	8.838835	11.174521	4.330127	47.140452

ANÁLISIS NO PARAMÉTRICO

Chisq p.chisq  
9.803438 0.02031305

Df ntr t.value  
3 4 2.228139

	Y	std	r	Min	Max
T0	0.2666667	0.02357023	4	0.25	0.30
T1	0.7750000	0.08660254	4	0.65	0.85
T2	0.6666667	0.02886751	3	0.65	0.70
T3	0.6000000	0.20000000	3	0.40	0.80

	Trat	Y	r
1	T0	2.500000	4
2	T1	11.500000	4
3	T2	8.666667	3
4	T3	7.666667	3

	trt	means	M
1	T1	11.500000	a
2	T2	8.666667	a
3	T3	7.666667	a
4	T0	2.500000	b

	T0	T1	T2	T3
	0.2583333	0.8000000	0.6500000	0.6000000

## ANEXO 4: Análisis estadístico del porcentaje de materia seca

### DIA 5:

#### BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
```

```
data: y by trat
```

```
Bartlett's K-squared = 2.7208, df = 3, p-value = 0.4367
```

**Como Pvalue = 0.4367 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

#### SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
```

```
data: ri
```

```
W = 0.96596, p-value = 0.6683
```

**Como Pvalue = 0.6683 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

COMO SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS, SE REALIZA EN ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	8.74	2.912	0.784	0.52
Residuals	16	59.44	3.715		
	mean	sd	data:n		
T0	22.95200	1.4736757	5		
T1	22.08400	2.4841659	5		
T2	21.37500	0.9909423	4		
T3	23.05333	2.1506340	6		

**Como Pvalue = 0.52 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 8.585684
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

DIA 10:

BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
data:  y by trat
Bartlett's K-squared = 4.469, df = 3, p-value = 0.2151
Como Pvalue = 0.2151 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.
```

SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  ri
W = 0.95033, p-value = 0.5297
Como Pvalue = 0.5297 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal
```

COMO SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS, SE REALIZA EN ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	8.69	2.898	0.573	0.644
Residuals	11	55.64	5.058		
	mean	sd	data:n		
T0	22.29500	1.743588	4		
T1	22.48400	1.397240	5		
T2	21.90000	1.235961	3		
T3	24.10667	4.222101	3		

**Como Pvalue = 0.644 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 9.93306
-------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

DIA 15:

BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

$$H_0: \sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$$\alpha = 0.05$$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
data:  y by trat
Bartlett's K-squared = 1.2047, df = 3, p-value = 0.7519
Como Pvalue = 0.7515 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.
```

SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$$\alpha = 0.05$$

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  ri
W = 0.96839, p-value = 0.7205
Como Pvalue = 0.7205 >  $\alpha=0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal
```

COMO SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS, SE REALIZA EN ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

## PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	16.24	5.413	3.103	0.0562 .
Residuals	16	27.91	1.745		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

	mean	sd	data:n
T0	22.508	1.2892323	5
T1	24.540	1.3261071	6
T2	22.315	1.7337724	4
T3	23.216	0.9292362	5

**Como Pvalue = 0.0562 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

## COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 5.679486

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

DIA 20:

BARTLETT: HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS

H0:  $\sigma_0^2 = \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$

H1: Al menos una  $\sigma_1^2$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

```
Bartlett test of homogeneity of variances
data:  y by trat
Bartlett's K-squared = 4.3116, df = 3, p-value = 0.2297
```

**Como Pvalue = 0.2297 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir existe homogeneidad de variancias.**

SHAPIRO: NORMALIDAD DE ERRORES

H0: Los errores del Modelo se distribuyen de forma Normal

H1: Los errores del Modelo No se distribuyen de forma Normal

$\alpha = 0.05$

```
Shapiro-Wilk normality test
data:  ri
W = 0.98312, p-value = 0.989
```

**Como Pvalue = 0.989 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir los errores del Modelo se distribuyen de forma aproximadamente Normal**

COMO SE CUMPLEN LOS SUPUESTOS DE NORMALIDAD Y HOMOGENEIDAD DE VARIANCIAS, SE REALIZA EN ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

### PRUEBA DE ANÁLISIS DE VARIANCIAS (ANOVA)

H0:  $\mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1: Al menos una  $\mu_i$  es diferente a las demás

$\alpha = 0.05$

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trat	3	4.42	1.473	0.321	0.81
Residuals	10	45.81	4.581		
	mean	sd	data:n		
T0	23.83500	3.143644	4		
T1	24.31000	0.764635	4		
T2	22.79333	2.189460	3		
T3	23.31333	1.553104	3		

**Como Pvalue = 0.81 >  $\alpha = 0.05$ ; Se Acepta Ho, es decir que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.**

### COEFICIENTE DE VARIABILIDAD

[1] 9.055798
--------------

COMO NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA, NO SE HACE PRUEBA DE COMPARACIÓN (TUKEY)

## ANEXO 5: Análisis estadístico de la apariencia interna.

### DIA 5

```
Chisq    p.chisq
8.444444 0.03766621
```

```
Df ntr  t.value alpha      test name.t
 3   4 2.119905  0.05 kruskal-wallis  trat
```

```
rank y      std r Min Max
T0  9.5 1 0.000000 5   1   1
T1  9.5 1 0.000000 5   1   1
T2 14.5 2 1.154701 4   1   3
T3  9.5 1 0.000000 6   1   1
```

```
trt means M
1  T2 14.5 a
2  T0  9.5 b
3  T1  9.5 b
4  T3  9.5 b
```

### DIA 10

```
Chisq    p.chisq
3.375824 0.337228
```

```
Df ntr  t.value alpha      test name.t
 3   4 2.200985  0.05 kruskal-wallis  trat
```

```
rank y      std r Min Max
T0  7.12500 1.750000 1.500000 4   1   4
T1  9.10000 2.000000 1.224745 5   1   4
T2 10.33333 2.666667 2.081666 3   1   5
T3  5.00000 1.000000 0.000000 3   1   1
```

```
trt means M
1  T2 10.33333 a
2  T1  9.10000 a
3  T0  7.12500 a
4  T3  5.00000 a
```

APARIENCIA INTERNA DIA 15

Chisq p.chisq  
3.058019 0.3827661

Df ntr t.value alpha test name.t  
3 4 2.119905 0.05 Kruskal-wallis trat

	rank	y	std	r	Min	Max
T0	8.000000	1.000000	0.0000000	5	1	1
T1	9.916667	1.666667	1.6329932	6	1	5
T2	12.375000	1.750000	0.9574271	4	1	3
T3	12.200000	2.200000	1.7888544	5	1	5

	trt	means	M
1	T2	12.375000	a
2	T3	12.200000	a
3	T1	9.916667	a
4	T0	8.000000	a

DIA 20

Chisq p.chisq  
5.416667 0.1437087

Df ntr t.value alpha test name.t  
3 4 2.228139 0.05 Kruskal-wallis trat

	rank	y	std	r	Min	Max
T0	10.0	1.5	0.5773503	4	1	2
T1	6.5	1.0	0.0000000	4	1	1
T2	6.5	1.0	0.0000000	3	1	1
T3	6.5	1.0	0.0000000	3	1	1

	trt	means	M
1	T0	10.0	a
2	T1	6.5	b
3	T2	6.5	b
4	T3	6.5	b